

# ywyrareta

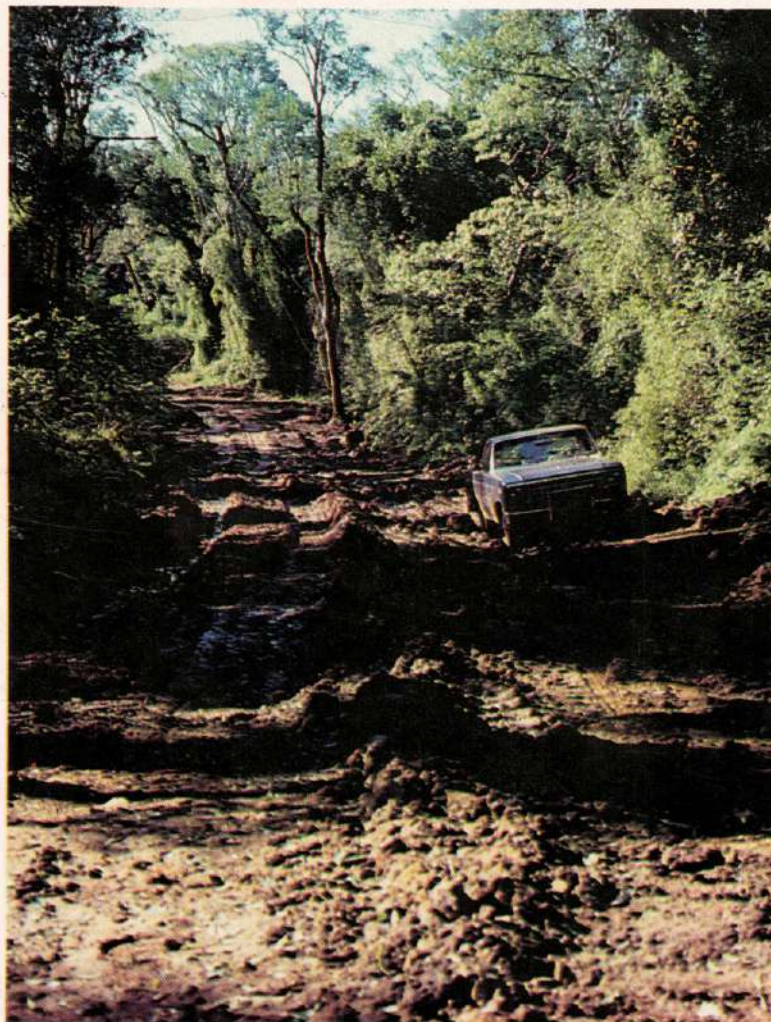
**PAIS de ARBOLES**

**7**

ISSN - 0328-2236

AÑO 7 - Nº 7

MAYO DE 1996



UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES  
INSTITUTO SUBTROPICAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES  
REPUBLICA ARGENTINA

## UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES

### Autoridades

Rector: Ing.Luis Delfederico  
Vice-Rector: Ing. Jorge Bettaglio  
Sec.Gral.Ciencia y Tecnología: Ing.Héctor Gartland

## FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

Decano: Ing.Ftal.Juan C.M.Kozarik  
Vice-Decano: Lic.Marta Parussini  
Sec.Académico: Ing.Alicia Bohren  
Sec.Extensión: Ing.Juan Pablo Cinto  
Sec.Administrativo: Sra.Elba Ramos  
Sec.Bienestar Estudiantil: Sr.Edgardo Quijano

## INSTITUTO SUBTROPICAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES.ISIF

Director: Ing.Ftal.Beatriz Eibl  
Secretaria: Ing.Ftal.Elizabeth Weber

## CONSEJO DE INVESTIGACION DEL ISIF

Ing. Ftal.Obdulio Pereyra  
Ing. Agr. Roberto Fernández  
Ing. Ftal. Fidelina Silva  
Ing. Ftal. Norma Vera

Sra. Cecilia Racca  
Sra Helga Vogel  
Sr. Fabián Gomez  
Ing. Ftal. Elizabeth Weber

**COMITE EDITORIAL:** Ing.Fidelina Silva,  
Ing.Norma Vera, Ing.Lidia Lopez Cristobal,  
Ing.Mario Ochoa, Sra.Celia Ramirez, Ing.  
Elizabeth Weber.

**EVALUADORES DE ESTE NUMERO:**  
E.Gonzalez; N. Muñiz Miret; D.Marmillot;  
F.Silva; R.Fernandez; C.Volkart; C.Zaderenko;  
N.Vera; C.Kozarik; B.Eibl

**FOTO DE TAPA:** Ruta Provincial N°15,  
camino de acceso a la Reserva de uso multiple  
Guaraní.  
Ing.Luis Grance.

Suscripción e intercambio: Instituto Subtro-  
pical de Investigaciones Forestales. Bertoni  
124 (3382) Eldorado. Misiones. Argentina.  
Tel: (0054)(0751)31526  
Fax: (0054) (0751)31766

\* Los artículos son de total responsabilidad de los autores. Se autoriza reproducción citando la fuente.

**EDITADO POR INSTITUTO SUBTROPICAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES**

Impreso por Imprenta Dinámica - Av. 9 de Julio 2872 - Puerto Rico - Misiones

# 7 SUMARIO

Año 7 - N° 7

Mayo de 1996

- \* Editorial ..... Pag. 3
- \* Crecimiento de la masa del bosque nativo en la reserva forestal Guaraní (Misiones).  
Por Oscar Arturo GAUTO, Luis GRANCE, Domingo MAIOCCO ..... Pag. 5
- \* Demografía y crecimiento de renovales de *Cedrella lilloi* durante dos años, en un bosque  
subtropical de montaña de Tucumán, Argentina. Por H.R. GRAU y S.E. PACHECO ..... Pag. 11
- \* Estimación de la acción antrópica sobre un sector de la Ruta Nacional N° 14 (Provincia  
de Misiones) utilizando imágenes SPOT. Por Aníbal PALAVECINO, Domingo MAIOCCO,  
F. GOMEZ, J. AQUINO, A. SANCHEZ Y J. YEGROS ..... Pag. 16
- \* Contribución al conocimiento de las propiedades físicas y mecánicas de la madera de  
pino patula reforestado en la Provincia de Misiones, Argentina.  
Por Raúl GONZALEZ y Teresa SUIREZS ..... Pag. 21
- \* El impacto del aumento de las precipitaciones en el bioma parques y sabanas subtropicales.  
Por S. FALASCA y S.M. SABALA. .... Pag. 24
- \* Estructura y composición florística del bosque nativo, en el predio Guaraní.  
Por Lidia LOPEZ CRISTOBAL, Luis GRANCE, Domingo MAIOCCO y Beatriz EIBL. .... Pag. 30
- \* Ficha Técnica: Árboles de Misiones: *Cedrela fissilis*. Aspectos dendrológicos ..... Pag. 38
- \* Ficha Técnica: Árboles de Misiones: *Cedrela fissilis*. Fenología semilla y fruto ..... Pag. 42
- \* Cultivo in vitro de Guatambú Blanco (*Balfourodendron riedelianum*) y Cedro Misionero  
(*Cedrela fissilis*). Por Patricia NIELLA, Ana NOGUERA, José VERA, y Fernando NIELLA. .... Pag. 43
- \* Relación entre área basal arbórea y propiedades químicas del suelo en un bosque tropical  
secundario de 10 años de edad. Por Florencia MONTAGNINI, Eugenio GONZALEZ  
y Freddy SANCHO ..... Pag. 47
- \* Metodología para la evaluación socioeconómica de los componentes de un relatorio  
de impacto ambiental (RIMA). por Roberto HOSOKAWA, Beatriz EIBL. .... Pag. 57
- \* Ficha técnica: Insectos de interés forestal: *Dirphia araucarie* ..... Pag. 62
- \* Evolución de la regeneración natural en dos sistemas de aprovechamiento y bosque nativo  
no perturbado en la Provincia de Misiones. República Argentina. Por Beatriz EIBL,  
Florencia MONTAGNINI, L. SZCZIPANSKI, Ch. WOODWARD, R. RIOS ..... Pag. 63
- \* Factibilidad del arrastre de troncos enteros con tractores agrícolas en plantaciones  
forestales con destino industrial: Requerimientos energéticos y tractivos.  
Por Patricio Mac Donag, Roberto Balbuena, Jorge Claverie, Antonino Terminiello ..... Pag. 79
- \* Comunicaciones: Rol e inserción de sistemas de información geográfica en la elaboración  
de planes de manejo forestales. Por Fernando NIELLA. .... Pag. 82
- \* Noticias Forestales ..... Pag. 85

**Yvyraretá:** Vocablo guaraní que significa "País de Arboles". Para nuestra facultad este nombre simboliza una propuesta regional para un "País de Arboles": la Argentina.

# Yvyraretá

## Editorial

A partir del presente periodo académico se producen dos acontecimientos relacionados con la diversificación curricular: el inicio de las clases en la Ciudad de Montecarlo, Misiones, de la nueva Carrera de Técnico Universitario en Saneamiento Ambiental Urbano, en un proyecto conjunto entre la Facultad de Ciencias Forestales, Municipio y el Ministerio de Cultura y Educación de Misiones. Esta Carrera tiene como finalidad principal la formación de técnicos capacitados en el ámbito del Saneamiento Ambiental contribuyendo con sus conocimientos al mejoramiento de la calidad de vida de nuestras poblaciones.

El segundo hecho significativo, corresponde al lanzamiento del primer Curso de Maestría en Tecnología de la Madera, Celulosa y Papel, también un esfuerzo de integración con la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de Misiones, con el apoyo académico de la Universidad Federal de Paraná, Curitiba, Brasil y la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Santiago del Estero. En un plazo mediano, sus egresados podrán contribuir de manera sostenida el desarrollo de los aspectos tecnológicos como el crecimiento de las industrias de la madera.

Nuestras intenciones académicas no se detienen aquí, sino que estamos analizando nuevas alternativas en cuanto a Carreras de Pre-Grado y Post-Grado, como la modificación de la misma Currícula de Grado, a efectos de programar una formación de recursos humanos altamente calificados para afrontar los desafíos que se plantearán en el Siglo XXI, como los propios requerimientos de la sociedad.

Ing. JUAN CARLOS M. KOZARIK  
Decano

Facultad de Ciencias Forestales - UNaM

# yvyrareta

## PAIS de ARBOLES

### NORMAS DE PRESENTACION DE TRABAJOS

- \* Los trabajos deben ser originales, inéditos y de actualidad técnico-científico forestal.
- \* Deberán ser presentados en hojas de formato DIN A4, escritas a simple espacio e impresas mediante procesador de texto Microsoft Word 6.0 para Windows, acompañando la impresión un disquete de tamaño 3 1/2 pulgadas, debidamente rotulado conteniendo el o los archivos.
- \* Para las tablas o gráficos que no se hallen incorporados al texto, se deberán adjuntar el/los archivos en el disquete, en la posible en word 6.0 y sino especificar en que paquete.
- \* Los artículos científicos podrán tener hasta un máximo de 15 páginas.
- \* El título debe ser conciso indicando con claridad su contenido.
- \* Todos los títulos deberán ir alineados al margen izquierdo y en negrita.
- \* La estructura de los trabajos responderá al siguiente ordenamiento:
  - TITULO: en castellano y luego del Resumen traducido al Inglés.
  - RESUMEN: no superior a 150 palabras y debe estar traducir al inglés (Summary). Al final de los mismos agregar las palabras claves (Key words).
  - INTRODUCCIÓN
  - MATERIALES Y MÉTODOS
  - RESULTADOS
  - DISCUSIÓN
  - CONCLUSIÓN
  - AGRADECIMIENTOS
  - BIBLIOGRAFÍA: Figurará solamente las fuentes citadas en el texto y contendrán los siguientes datos en caso de **libros**: Autores (apellido e iniciales de los nombres), Año de publicación, Título, Editorial, Lugar de publicación, Número de volumen y de páginas. En caso de publicaciones en **revistas**: Autores, año de publicación, título del artículo, Nombre de la revista o publicación donde aparece el artículo, volumen y número de la revista, páginas que contiene el artículo.
- \* Su presentación ante el Comité editorial de la revista deberá realizarse con la antelación suficiente para evaluación, modificaciones y ajuste a las normas vigentes.
- \* Los trabajos deberán enviarse al Comité Editorial Revista YVYRARETA, Facultad de Ciencias Forestales, ISIF, Bertoni 124 (3382), Eldorado, Misiones, Argentina. Tel: (0054)(0751)31526 Fax: (0054)(0751)31766

## CRECIMIENTO DE LA MASA DEL BOSQUE NATIVO EN LA RESERVA FORESTAL GUARANÍ (MISIONES.)

Oscar Arturo Gauto\*  
Luis Alberto Grance\*  
Domingo César Maiocco\*  
Alfonso Figueiredo Filho\*\*

### RESUMEN

El presente trabajo proporciona información sobre crecimiento bruto y neto y los componentes del crecimiento del bosque nativo existente en la Reserva de Uso Múltiple: Área Experimental y Demostrativa "Guaraní" de la Universidad Nacional de Misiones.

El crecimiento bruto, determinado por mediciones periódicas de 3 años, en parcelas permanentes, fue de 3,814 m<sup>3</sup>/ha/año, con una tasa de 2,83%; en tanto que el crecimiento neto fué de 1,10 m<sup>3</sup>/ha/año, con una tasa de 1,10%. Para el primer periodo de crecimiento se encontró una correlación positiva entre mortalidad y número de árboles y correlación negativa entre ingreso y número de árboles y área basal presentes.

**Palabras claves:** Crecimiento bruto, crecimiento neto, bosque nativo, parcelas permanentes.

### SUMMARY

The present work, give information about the gross and net growth, and the component of native forest, growth of the UNaM Experimental Station "Guaraní" in Misiones

Gross growth, determined by annual measurements in permanent sample plots during three years, was 3,814 m<sup>3</sup>/ha/year, with growth rate of 2,83%; while net growth was 1,10 m<sup>3</sup>/ha/year, with growth rate of 1,10 %. in the first measurement was founded mortality and number of positive correlation between of tree; and negative correlation between ingrowth and number of tree, and basal área.

**Key Words:** Gross growth, net growth, native forest, permanent sample plot.

### INTRODUCCION

En la provincia de Misiones existen aproximadamente 1.500.000 ha de bosque nativo (Mapa Forestal de la Provincia de Misiones, 1987), si bien estimaciones mas recientes dan una cifra que ronda 1.200.000 ha.

El bosque nativo de la provincia de Misiones es una de las principales fuentes de riqueza para la misma desde hace ya casi un siglo. Sin embargo, pocos esfuerzos fueron dedicados a su estudio, y en particular al del crecimiento de su masa.

Una herramienta de fundamental importancia para la cuantificación de los cambios ocurridos en el bosque originados en las perturbaciones humanas como explotación, tratamientos silviculturales o naturales, es el inventario forestal continuo (Macedo Silva, 1984). Dentro del inventario forestal continuo la técnica utilizada en el presente trabajo es el de parcela permanente, cuya característica principal es que la muestra seleccionada en la primer ocasión es nuevamente seleccionada en las siguientes.

Según Davis (1987), el conocimiento del crecimiento y la producción de las masas forestales es esencial para un manejo creíble de las mismas. Según Meyer et al (1961), la tarea del forestal está dirigida a la producción sostenida del bosque a través del conocimiento y manejo del crecimiento. Según Mackay (1944), el crecimiento nos permite: 1º. prever rentas a corto plazo y 2º. conocer en cada momento la variable "energía productiva" del capital total de producción.

El estudio del crecimiento y de la producción, es un pilar básico para el planeamiento de la producción de los bosques, y la toma de decisiones tanto en el plano silvícola como económico, y es uno de los principales elementos a tener en cuenta en el manejo racional de los mismos.

Según Davis (1987), un requisito esencial para el manejo de los bosques disetáneos es el establecimiento del ciclo de corta, entendiéndose como tal al número de años transcurrido entre

\* Docentes de la Facultad de Ciencias Forestales. UNaM.

\*\* Profesor Universidad Federal Paraná. Brasil

dos explotaciones sucesivas en el mismo espacio.

Aquí el conocimiento del crecimiento juega un rol preponderante, debido a que dentro de un ciclo de corta la masa debe reconstituir la porción extraída, si se respeta el principio de producción sostenida.

El presente trabajo proporciona información sobre el incremento de la masa no explotada y sus elementos constitutivos, ingreso y mortalidad, del bosque nativo existente en la propiedad de la Universidad Nacional de Misiones, utilizando datos de mediciones en parcelas permanentes.

## MATERIALES Y MÉTODOS.

### Zona de estudio.

La Reserva de Uso Múltiple: Area Experimental y Demostrativa Guaraní, comprende una superficie total de 5.343 ha cubiertas en su totalidad de bosque nativo. El bosque está caracterizado como subtropical húmedo, dentro de la provincia fitogeográfica Paranaense. El clima es de tipo lluvioso con precipitaciones que van de 1700 a 2400 mm al año, distribuidas uniformemente en todos los meses, con temperatura media de 21°C, máxima absoluta de 39°C en verano y mínima de -6°C en invierno (Boletín Mensual Agrometeorológico, 1994).

### Parcelas permanentes.

En el año 1992 (mayo - junio) se instaló una parcela permanente de 2 ha de superficie en el área central de una zona de bosque con mínima perturbación.

La parcela constituye un solo bloque. Las actividades llevadas a cabo en la misma fueron las siguientes:

- \* Identificación de las especies.
- \* Medición y registro de los diámetros a la altura del pecho (DAP) de todos los individuos con DAP igual o mayor a 10 cm.
- \* Marcación de la altura de medición y numeración de los individuos.
- \* Estimación de altura de fuste y altura total.
- \* Registro de la ubicación de los individuos dentro de la parcela, mediante utilización del sistema de coordenadas ortogonales.
- \* Identificación de características cualitativas como estado sanitario y calidad del fuste.

(Mas detalles sobre la instalación de las parcelas pueden verse en Maiocco et al, 1994).

En agosto de 1995 se volvió a medir la parcela, computándose así un período de crecimiento de 3 años. En esa oportunidad se realizaron las

siguientes tareas:

- \* Árboles sobrevivientes: medición y registro de los árboles medidos en la primera ocasión, y observación y registro de sus condiciones fitosanitarias y de calidad de fuste.
- \* Árboles muertos: identificación y registro de todos los árboles muertos naturalmente.
- \* Árboles ingresados: identificación de la especie, medición del DAP, estimación de altura de fuste y altura total, relevamiento de las condiciones sanitarias y de calidad de fuste, posicionamiento mediante coordenadas ortogonales dentro de la parcela de todos los individuos que alcanzaron o superaron los 10 cm de DAP en el período de crecimiento.
- \* Se marcó con pintura sintética el número de cada árbol sobreviviente, y se asignó un número a cada árbol ingresado

### Cálculo del volumen.

Para el cálculo del volumen se probó una ecuación de volumen desarrollada para el bosque de la cuenca del lago generado por el emprendimiento hidroeléctrico "Itaipú", Brasil, donde se utilizó la función presentada por Spurr (1952) cuya expresión es la siguiente:

$$v = b_0 + b_1 * dap^2 * h,$$

donde:

$b_0, b_1$  = coeficientes

DAP = Diámetro a la altura del pecho

h = altura del árbol

En la ecuación adoptada el valor de los coeficientes es:

$$b_0 = 0.0731$$

$$b_1 = 0.5771$$

Esta ecuación fue testada para un grupo de árboles, dando un error del 11,52%, que se consideró aceptable dados los niveles de variabilidad existentes en el bosque nativo.

Según Synnot (1979), citado por Macedo Silva (1984), en bosques tropicales no es necesaria gran precisión en la medición de las alturas, debido a que no son calculados incrementos medios para esa variable. La medición de esta, continua diciendo, no es tan importante visto que el volumen esta mas fuertemente correlacionado con el cuadrado del diámetro que con la altura. Es por ello que en las ecuaciones la única variable es el valor del DAP.

**Cálculo del incremento volumétrico de la masa.**

Davis (1987) distingue los siguientes tipos de crecimiento de la masa:

$$Cbi = Vf + M + C - Vi.$$

$$CB = Vf + M + C - I - Vi.$$

$$Cni = Vf + C - Vi$$

$$CN = Vf + C - I - Vi.$$

$$CNE = Vf - Vi$$

donde

Cbi = crecimiento bruto incluyendo ingreso

CB = crecimiento bruto del volumen inicial

Cni = crecimiento neto incluyendo ingreso

CN = crecimiento neto del volumen inicial

CNE = cambios netos en las existencias

Vi = volumen inicial

Vf = volumen final

C = volumen de la corta

I = volumen total de los árboles ingresados

M = volumen total de los árboles muertos en el periodo de crecimiento.

Dicho autor agrega que la definición del incremento apropiado depende del propósito del usuario. Comúnmente un propietario de bosque pragmático, que simplemente desea saber cuanta madera produce su bosque utilizaría la fórmula de incremento neto incluyendo ingreso; al profesional forestal que prescribe tratamientos silviculturales de entresacas, le podría interesar la formula del incremento bruto del volumen inicial.

Para el cálculo de la tasa de crecimiento fue utilizada la fórmula presentada por Pressler, cuya expresión matemática es la siguiente:

$$P\% = \frac{V_f - V_i}{V_f + V_i} * \frac{200}{n}; \text{ donde:}$$

P% = porcentaje de incremento

Vf y Vi = volumen final y volumen inicial, respectivamente

n = número de años del periodo de crecimiento.

El numerador de la ecuación anterior corresponde al incremento neto. Para calcular el porcentaje de incremento bruto fue utilizada la misma formula, reemplazándose el numerador por la expresión respectiva.

**RESULTADOS.**

**Estructura diamétrica y volumétrica para ambas mediciones**

En el Cuadro 1 se dan los valores del número de árboles/ha y volumen/ha por clase diamétrica y año de medición.

Barros (1980), y Da Cunha (1995), estudian-

do las distribuciones diamétricas en un bosque natural del estado de Pará, Brasil, encontraron que la amplitud de clase que mejor se adapta al tipo de bosque estudiado es de 10 cm. Esto ha inducido a adoptar la misma amplitud de clase en el presente estudio.

1992 1995

P.Mclase	N/ha	V/ha	N/ha	V/ha
15	174.5	24.963	164.5	23.950
25	69.5	20.736	74.5	22.350
35	37.5	20.597	41.0	22.731
45	26.5	24.011	27.5	24.722
55	12.5	18.851	12.5	20.194
65	6.5	14.009	5.5	12.328
75	2.0	4.535	2.5	5.794
85	1.0	3.960	1.0	4.065
95	—	—	—	—
105	0.5	3.916	0.5	4.009
<b>Total</b>	<b>330.5</b>	<b>135.577</b>	<b>329.5</b>	<b>140.142</b>

CUADRO 1. Valores del número de árboles/ha (N/ha), y volumen/ha (V/ha) en m<sup>3</sup>, por clase diamétrica para la primera y segunda medición.

Como se aprecia en el Cuadro 1, el número total de árboles permanece prácticamente inalterado en ambas ocasiones (1992 y 1995), lo que no ocurre, cuando se analiza este parámetro a nivel de clases diamétricas. En el mismo Cuadro y en las Figuras 1 y 2 se observa una marcada disminución en el número de árboles de la primer clase diamétrica, debido a que el número de árboles ingresados (50 árboles) no alcanza a compensar a los que abandonan la clase, ya sea por muerte o por paso a la clase siguiente; en tanto que en las clases 2 a la 4 inclusive se observa un leve aumento en las frecuencias, como consecuencia de las altas tasas de movimiento registradas desde la clase 1 hasta la 3 inclusive. A partir de la clase número 5 las frecuencias permanecen prácticamente constantes. Este comportamiento de las frecuencias da como resultado una disminución en la pendiente de la curva de distribución, lo cual podría interpretarse como que la masa avanza hacia una situación de mayor eficiencia (menor cociente De Liocourt "q").-

En las Figuras 3 y 4 y el Cuadro 1 se puede apreciar la situación del volumen/ha en las dos ocasiones. La situación es muy parecida a la que se da respecto del número de árboles por clase diamétrica, excepto en las clases superiores, donde existe un comportamiento mas errático del volumen.

### Componentes del crecimiento.

En el cuadro 2 se dan los valores para el volumen y número de árboles/ha respectivamente, de los individuos presentes en el primer inventario, y de los ingresados, muertos y finales en el periodo de crecimiento.

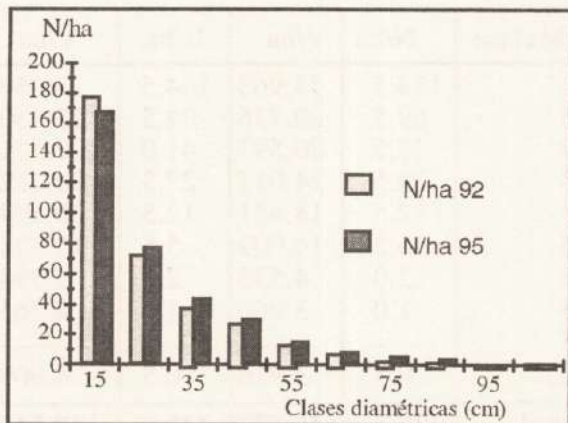


Figura 1. Distribución de frecuencias del número de árboles por clase de DAP, para los años 1992 y 1995.

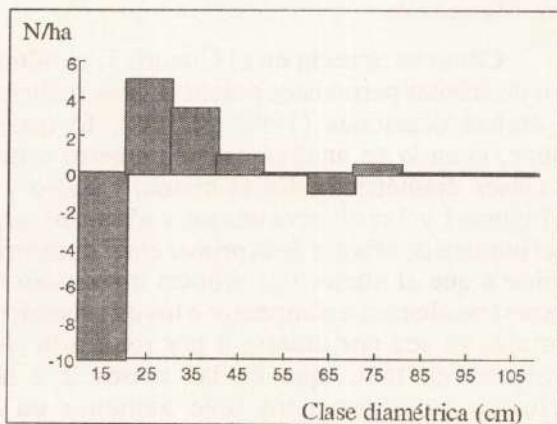


Figura 2. Cambios en la distribución diamétrica ocurridos en el periodo de crecimiento

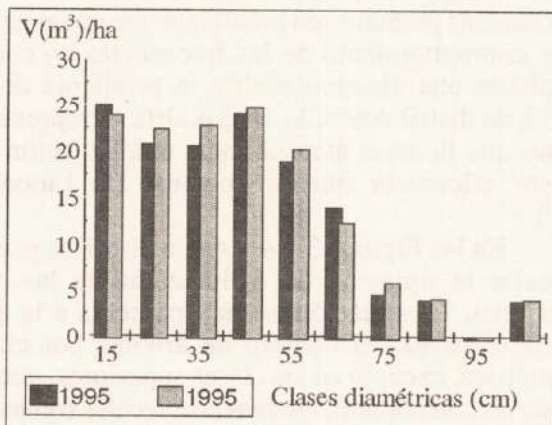


Figura 3. Distribución del volumen/ha por clase diamétrica

Un estudio complementario en 8 subparcelas de 2500 m<sup>2</sup> de superficie cada una, buscando determinar la correlación entre las distintas variables, mostró una correlación de 0.82 entre la mortalidad y la densidad inicial medida en términos de números de árboles/ha. En tanto, el ingreso está correlacionado

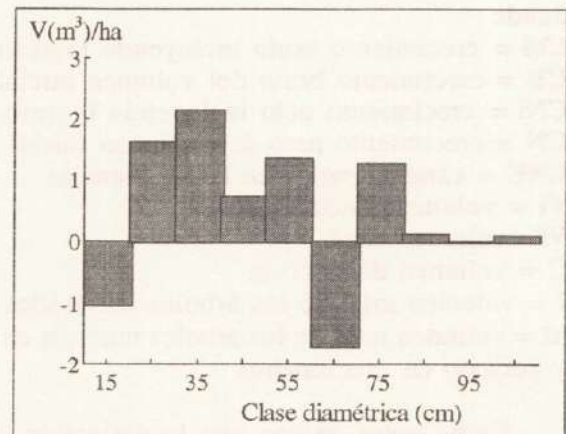


Figura 4. Cambios ocurridos en la distribución volumétrica durante el periodo de crecimiento.

inversamente con el área basal inicial con un coeficiente de -0.75, y también con el número de árboles inicial, con un coeficiente de -0.83.

Volumen	m <sup>3</sup> /ha	Árboles	N/ha
Inicial (Vi)	135.577	Iniciales por ha	329.5
Ingresados(I)	3.066	Ingresados por ha	25.0
Muertos (M)	6.874	Muertos por ha	26.0
Final Vf	140.146	Finales (seg. med.)	330.5

CUADRO 2. Valores de los componentes del crecimiento de la masa.

En el Cuadro 3 se muestran los valores de crecimiento bruto, neto y relativo, respectivamente. Si bien el crecimiento bruto es de 3.814 m<sup>3</sup>/ha/año, el crecimiento neto desciende bruscamente al valor de 1.522 m<sup>3</sup>/ha/año, debido al efecto de la mortalidad natural. El crecimiento neto representa la disponibilidad o existencia proveniente del crecimiento, mientras que el crecimiento bruto representaría el potencial de disponibilidad proveniente del crecimiento, si el bosque fuera manejado y la mortalidad reducida a su mínima expresión. La tasa de crecimiento relativo es de 2.83% y 1.10% para el crecimiento bruto y neto respectivamente. A los efectos de conocer la variabilidad de los dos tipos de crecimiento se calculó el crecimiento bruto y neto en subparcelas

de 2500 m<sup>2</sup>, obteniéndose un desvío estándar de 0,895 m<sup>3</sup>/ha para el crecimiento bruto y 1,653 m<sup>3</sup>/ha para el crecimiento neto. Este resultado de la dispersión del crecimiento neto, podría ser atribuible al pequeño tamaño de las subparcelas, dado que para el cálculo de este crecimiento tiene influencia la mortalidad.

CRECIMIENTO		Desvío
Crecimiento bruto m <sup>3</sup> /ha/año	3.814	0.895
Crecimiento neto m <sup>3</sup> /ha/año	1.523	1.653
Porcentaje de Inc.Bruto	2.83	0.68
Porcentaje de Inc. neto	1.10	1.34

CUADRO 3. Valores de los crecimientos bruto y neto, de las tasas de crecimiento y de los desvíos

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- \* El número total de árboles, se puede considerar constante en la primera y segunda medición; sin embargo no resulta exactamente así al analizar por clases diamétricas, debido a la magnitud de los componentes del crecimiento de la masa, ello incide sobre el volumen final, ya sea total o por clase diamétrica. Si bien existe una leve tendencia a modificarse la estructura diamétrica, habrá que esperar los resultados de nuevas mediciones para confirmarlo.
- \* El ingreso fue de 25 árboles/ha para los tres años del período de crecimiento, en tanto que la mortalidad fue de 26 árboles/ha para el mismo período. Se encontró correlación negativa entre el ingreso, el número de árboles, y el área basal al inicio del período de crecimiento, como así entre la mortalidad y el número de árboles presentes también al inicio del período. Este es un aspecto de fundamental importancia en el estudio del crecimiento de la masa, por lo que se cree conveniente establecer parcelas destinadas exclusivamente a tal fin.
- \* El crecimiento bruto, que representa el potencial de crecimiento de la masa, es de 3,814 m<sup>3</sup>/ha/año, en tanto que el crecimiento neto es de 1,523m<sup>3</sup>/ha/año. El presente estudio debería repetirse bajo diferentes condiciones de tratamiento silvícola, en distintas calidades de sitio, y con distintas composiciones de especies para llegar a conclusiones definitivas sobre el crecimiento de la masa; a estos efectos debería multiplicarse la instalación de parcelas permanentes en toda la región cubierta por bosque nativo.

### AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración de los Señores

Federico Robledo y Oscar Vebra, por su apoyo en los trabajos de campo.

A la Fundación A. W. Mellon por financiar parte del Proyecto a través de un Programa de investigación en Ecología Tropical de la Escuela Forestal y Estudios Ambientales de la Universidad de Yale EE.UU.

### BIBLIOGRAFÍA

- \* AVERY, T. E. and BURKHART, H. E. 1976. Forest Measurements. Fourth edition. McGraw Hill..407p.
- \* BARROS, P. L. 1980. Contente de. Estudo das distribuições diamétricas da floresta do Planalto Tapajos-Para. Universidade Federal do Paraná Brasil. Tesse mestrado. 122 p.-
- \* EIBL, B.; SILVA, F.; BOBADILLA, A.; WEBER, E. y GONSESKI, D. 1995. Boletín Meteorológico. Eldorado. Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales. Facultad de Cs. Forestales UNaM. Período 1985/95. Serie Técnica
- \* DA CUNHA, U. S. 1995 Análise da estrutura diamétrica de uma floresta tropical úmida da Amazônia Brasileira. Universidade Federal do Paraná. Curitiba Brasil.. 133p.
- \* DAVIS, L. and JOHNSON, K. N. 1987. Forest management.. Mc Graw Hill. Third edition.. New York. 790 p.
- \* MACKAY, E. 1944. Ordenación de Montes. Escuela Superior de Montes. Madrid España..
- \* MAIOCCO, D. C.; GRANCE L. A; GAUTO, O. A. y OTAZU, H. G. 1995. Metodología para la instalación y medición de parcelas permanentes en el estudio de la dinámica productiva del bosque subtropical misionero (primeros resultados). Facultad de Cs. Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Revista YVYRARETA. N° 5. 7 p.
- \* MEYER, H. A., RECKNAGEL, A.; STEVENSON, D.; BARTOO, R. Forest Management. Second edition. The Ronald Press Company New York.1961. 281 p.
- \* SILVA, J. N. M., e LOPES, J. do C. A.. Inventario Florestal continuo em Florestas Tropicais: A metodologia utilizada pela EMBRAPA/CPATU na Amazônia Brasileira. II Simpósio sobre Inventario Florestal. Universidade do São Paulo. Piracicaba. Agosto de 1984. 14p ■

## LISTADO DE LAS ESPECIES RELEVADAS

CODIGO	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO
C	Cedro	<i>Cedrela fissilis</i>
I	Incienso	<i>Myrocarpus frondosus</i>
G	Guatambu blanco	<i>Balfourodendron riedelianum</i>
AG	Cacheta	<i>Didymopanax morototoni</i>
LG	Laurel guaicá	<i>Ocotea puberula</i>
GR	Grapia	<i>Apuleia leiocarpa</i>
AC	Anchico colorado	<i>Parapiptadenia rigida</i>
T	Timbo	<i>Enterolobium contortosiliquum</i>
LA	Laurel amarillo	<i>Nectandra lanceolata</i>
LY	Laurel ayuí	<i>Ocotea dyospirifolia</i>
LC1	Canela layana	<i>Ocotea pulchela</i>
RM	Rabo molle	<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>
PG	Persiguero	<i>Prunus subcoriacea</i>
M	Marmelero	<i>Ruprechtia laxiflora</i>
GA	Guatambú amarillo	<i>Apidosperma australe</i>
LB	Loro blanco	<i>Bastardiopsis densiflora</i>
LPA	Lapacho amarillo	<i>Tabebuia alba</i>
CR	Caroba	<i>Jacaranda micranta</i>
IO	Ibirá obí	<i>Hellietta apiculata</i>
RI	Rabo itá	<i>Lonchocarpus leucanthus</i>
GB	Guayubira	<i>Patagonula americana</i>
AL	Alecrín	<i>Holocalyx balansae</i>
MP	Maria preta	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>
IS	Isapuy	<i>Machaerium sp.</i>
ISP	Isapuy pará	<i>Machaerium brasiliensis.</i>
VS	Vasuriña	<i>Chrysophyllum sp.</i>
TB	Timbo blanco	<i>Ateleia glazioviana</i>
CB	Camboatá blanco	<i>Matayba eleagnoides</i>
AY	Aguay	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>
TR	Tarumá	<i>Vitex cymosa</i>
CC	Camboatá colorado	<i>Cupania vernalis</i>
CN	Caona	<i>Ilex brevicuspis</i>
GZ	Guazatumba	<i>Casearia silvestris</i>
AR	Araticú	<i>Rollinia emarginata</i>
BQ	Blanquillo	<i>Fliia Euforbiacea, A det.</i>
YB	Yerba mate	<i>Ilex paraguariensis</i>
GU	Guabirá	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>
MC	Mamica de cadela	<i>Fagara rhoifolia</i>
QM	Quiebra machado	<i>A determinar</i>
RS	Canelón resinoso	<i>Rapanea ferruginea</i>
RP	Canelón colorado	<i>Rapanea lorentziana.</i>
PR	Pororooca	<i>Rapanea spp.</i>
LE	Lechero	<i>Sebastiania brasiliensis</i>
BC	Burro caá	<i>Casearia spp.</i>
CO=GO	Colita	<i>Cordia sp.</i>
EG	Espolón de gallo	<i>Strichnun brasiliensis</i>
Ku	Kurupí	<i>Sapium haematospermum</i>
FB	Fumo bravo	<i>Solanum verbasifolium</i>
FG	Colita	<i>Cordia ecaliculata.</i>
PC	Palo de capuera	<i>desconocido a determinar</i>
PD	Pindó	<i>Syagrus romanzoffiana</i>
ND	Nombres desconocido	

## DEMOGRAFIA Y CRECIMIENTO DE RENOVALES DE *Cedrela lilloi* DURANTE DOS AÑOS, EN UN BOSQUE SUBTROPICAL DE MONTAÑA DE TUCUMAN, ARGENTINA.

H. R. Grau \* \*\*

S. E. Pacheco \*

### RESUMEN

Se estudió: reclutamiento, mortalidad, crecimiento y distribución espacial de renovales de *Cedrela lilloi*. El trabajo se realizó en la "Selva Montana" de las Yungas de Tucumán, donde el cedro es la especie de mayor valor maderero. La densidad inicial fue de 159 individuos. En dos años murieron 85 y reclutaron 48. El crecimiento promedio fue de 8.1 cm/año en altura y 2.5 mm/año en diámetro a la base. La densidad de renovales fue menor cerca de los árboles adultos. El 71 % de los renovales mostraron cicatrices de muerte del brote apical, probablemente relacionadas al ataque de herbívoros. La demografía de renovales podría relacionarse a fenómenos densodependientes de predación o patogenia. De corroborarse estos patrones, podrían hacerse recomendaciones respecto al manejo de bosques naturales. La explotación que se realiza de *C. lilloi*, no facilitaría la regeneración pues abre el dosel, donde la densidad de renovales tiende a ser particularmente baja.

**Palabras Claves:** Demografía, *Cedrela lilloi*, Selvas subtropicales de montaña, Argentina.

### ABSTRACT

Recruitment, growth, mortality and spatial distribution of seedlings of *Cedrela lilloi* were studied over a period of two years in a 0.2 ha permanent plot. The study site is located in the subtropical montane forest of Tucumán, Argentina, where this species is the most valuable timber tree. The initial density was 159 individuals. After 24 months, 85 died and 48 seedlings recruited. The mean height growth was 8.1 cm/yr, and the

basal diameter growth was 2.5 mm/yr. Seedling density was lower in locations close to adult trees. 71% of the seedlings showed at least one scar of shoot death, probably caused by insect damage. Seedlings demography could be related to density-dependent processes such as predation. If these patterns are supported by more detailed studies suggestions for management of this species could be made. The selective exploitation, which is currently the most widely used technique in the region, seems to be unappropriated for the regeneration since it produces canopy openings where seedlings density tends to be particularly low.

**Key words:** Demography, *Cedrela lilloi*, Subtropical montane forest, Argentina.

### INTRODUCCION

El manejo sustentable de los bosques naturales requiere el conocimiento de los mecanismos de regeneración de las especies maderables que lo componen. La demografía y crecimiento de las etapas iniciales del desarrollo (semillas, plántulas, juveniles) definen en gran medida la densidad y biomasa de las futuras generaciones de árboles (Harcombe 1987). Estos procesos dependen de la respuesta ecofisiológica a las condiciones del ambiente físico y a las interacciones entre organismos, entre las que se destaca la depredación de semillas y plántulas por herbívoros y patógenos (Connell et al 1984, Janzen y Vazquez-Yanez 1991). Ambos factores influyen en la distribución espacial de la población de renovales lo que puede tener aplicaciones prácticas para el manejo.

El Cedro Tucumano (*Cedrela lilloi*) es la especie forestal nativa de mayor valor comercial en la provincia de Tucumán y en otros sectores de las Yungas del Noroeste Argentino (Castiglioni 1979). *C. lilloi* se distribuye en un amplio gradiente altitudinal de las Yungas, entre 400 y 1700 m de altura (Morales et al 1995) y frecuentemente constituye una de las especies de mayor área

\* Laboratorio de Investigaciones Ecológicas de las Yungas. Casilla de Correo 34, (4107) Yerba Buena, Tucumán, Argentina. Fax: 54-(0) 81-254468. E-mail: liey@untlie.edu.ar

\*\* Dept. of Geography, Campus Box 260, University of Colorado. 80309, Boulder, Colorado, USA. Fax: (303) 492-7501. E-mail: grau@ucsu.colorado.edu

basal, altura y densidad (Grau y Brown en consideración). Es la especie de distribución más austral del género *Cedrela* y junto a los géneros estrechamente emparentados, *Switenia* en el neotrópico y *Toona* en el Sudeste Asiático, conforman los cedros tropicales que son reconocidos como uno de los grupos de mayor importancia maderera en el trópico húmedo (Smith 1960). Aunque esta especie se sigue explotando con intensidad (Brown y Grau 1993), no existen estudios sobre su dinámica de regeneración en bosques naturales.

Al igual que otras especies de género (Brugnoni 1980), *C. lilloi* es atacada por larvas de *Hypsipyla grandella*. Es común ver ataques de este lepidóptero principalmente sobre brotes

terminales de plantas jóvenes. Sin embargo, la importancia de este fenómeno en la demografía y crecimiento de renovales, no ha sido cuantificada.

En este trabajo documentamos la demografía y crecimiento de renovales de *C. lilloi* en un bosque donde esta especie es abundante y describimos cuantitativamente la incidencia de mortalidad del brote apical presumiblemente debido al ataque de fitófagos. La distribución espacial, crecimiento y demografía de los renovales son utilizadas para generar hipótesis de

trabajo para estudios experimentales aplicables al manejo de estos bosques.

## MÉTODOS

### Area de estudio.

El trabajo se realizó en la ladera oriental de la Sierra de San Javier (27° S), provincia de Tucumán, Argentina. El sitio de estudio está a 1150 m de altura en la Senda «Las Lechiguas», dentro del Area protegida de la Universidad Nacional de Tucumán, «Parque Biológico Sierra de San Javier». Los datos meteorológicos más cercanos y extrapolables (Villa Nougés 1300 m., 1961-1970), sugieren una temperatura media anual del orden de los 16-17°C y una precipitación anual del orden de los 1600 mm (Fuerza Aerea Argentina 1986). Las lluvias se distribuyen en un régimen monzónico con la mayoría de las precipitaciones en verano (Bianchi 1981). La precipitación horizontal por nubes tiene alta incidencia en la zona (Hunzinger 1995). Florística-mente, el área corresponde al distrito de las «Selvas Montanas» de la provincia fitogeográfica de las Yungas (Cabrera 1976). Además de *C. lilloi*, el bosque estudiado es dominado por *Parapiptadenia excelsa* y *Blepharocalix salicifolius* en el dosel arbóreo; *Myrciastes pseudo-mato*, *Sambucus peruviana* y *Allophylus edulis* entre

los arbolitos del sotobosque; *Piper hieronymi* en el estrato arbustivo y helechos en el estrato herbáceo. No encontramos evidencia de explotación forestal.

### Muestreo

En junio de 1993 se relevó una parcela de 20 x 100 m. (0.2 ha) en donde se censaron todos los individuos de *C. lilloi*. En la parcela se encuentran tres individuos adultos hacia los

extremos del rectángulo mientras que en el sector central se encuentra un dosel cerrado dominado por otras especies. No se registraron aperturas del dosel por caída de árboles ni de ramas grandes durante el período estudiado. De cada individuo se midió la altura hasta el brote apical, el diámetro a la base (4 cm) y a la altura del pecho (DAP, 1.35 cm) y se mapeó su posición en base a un sistema de coordenadas con un error de aproximadamente 1 m. Todos los individuos fueron marcados con chapas numeradas. En julio de 1995 se remidió la parcela incluyéndose como nueva variable el número de cicatrices en el tallo atribuidas a muerte apical y rebrote.

### Análisis de datos

Los parámetros calculados fueron: tasa bianual de reclutamiento, mortalidad y supervivencia; y crecimiento apical y diamétrico. Se estudió la relación entre altura en 1993 y

crecimiento apical y diamétrico usando un análisis de correlación. También se realizó un análisis de correlación entre el crecimiento apical y las 6 categorías de intensidad de daño (0-5 cicatrices por tallo), complementado con un Análisis de Varianza de una vía para identificar posibles diferencias entre cualquiera de los pares de categorías de daño. Para estudiar el efecto de la distancia a los adultos sobre el crecimiento, se realizó un análisis de correlación entre individuos menores de 1.35 m y su distancia al adulto más cercano. Los 4 individuos más altos fueron excluidos de este análisis debido a que mostraron un crecimiento mayor, fuertemente correlacionado con la altura. El patrón de distribución espacial se describe en forma gráfica. Los análisis estadísticos se basan en Sokal y Rohlf (1995) y fueron realizados con SPSS versión 6.1.

## RESULTADOS

### Demografía y distribución espacial

En 1993 se censaron 159 renovales en la parcela de 0.2 ha. A excepción de los tres árboles adultos mencionados, no se encontraron individuos

mayores de 4 m de altura y 4 cm de DAP. Todos los renovales encontrados fueron mayores de 15 cm de altura. 85 individuos (53%) desaparecieron antes del siguiente muestreo. En el mismo período de dos años, reclutaron 48 nuevos individuos que representan al 39% de la población censada en 1995 (122 individuos). La distribución espacial (Figura 1) mostró mucho menor densidad en la cercanía de los adultos de *C. lilloi*, especialmente en los 15 metros más cercanos. Los parámetros demográficos no mostraron un patrón claro con respecto a la distancia a los árboles adultos. Sin embargo, puede observarse una leve tendencia a menor reclutamiento y mayor supervivencia hacia mayores distancias respecto de los individuos adultos de *C. lilloi* (Figura 2).

#### Cuantificación del daño apical

De los 122 individuos censados en 1995, sólo 31 (25%) no mostraron cicatrices. 59 (48%) mostraron una sola cicatriz, 27 (22%) mostraron 2 cicatrices, 4 mostraron 3 cicatrices y 1 individuo mostró 5 cicatrices.

#### Crecimiento

El crecimiento promedio en altura de los individuos remedidos en 1995 fue de 8.1 cm/año (SD = 10.07), mientras el crecimiento diamétrico en la base fue de 2.5 mm/año (SD = 1.78). Estos valores medios están fuertemente afectados por la abundancia de individuos bajos (menores de 1 m) que crecen a tasas relativamente bajas. Sin embargo, el crecimiento apical mostró una fuerte correlación positiva con la altura original ( $r^2 = 0.62$ ), alcanzando valores de 30-60 cm/año en los individuos mayores de 2 m. El crecimiento diamétrico mostró una tendencia similar hacia mayor crecimiento en individuos inicialmente más altos ( $r^2 = 0.59$ ). En forma consistente los individuos originalmente mayores de 1.35 m en los cuales se pudo medir el incremento de DAP, mostraron valores medios de 3.2 mm/año ( $n = 4$ , max = 4.8, min = 1.1).

El crecimiento se mostró prácticamente homogéneo a distintas distancias de los árboles adultos ( $r^2 = 0.013$ ,  $p = 0.37$ ). El número de cicatrices no mostró un efecto claro sobre el crecimiento. La tendencia fue levemente decreciente ( $r^2 = -0.17$ ) y no alcanzó significancia estadística ( $p = 0.1516$ ).

#### DISCUSION

Este estudio muestra que *C. lilloi* puede mantener poblaciones relativamente grandes de renovales (100-200/ 0.2 ha) con una dinámica de recambio bastante elevada del orden del 20 % anual. La herbivoría parece jugar un rol importante en la biología de renovales a juzgar por el elevado número de muertes apicales posiblemente atribuibles a ataques de *H. grandella*. Sin embargo, este daño no parece tener un impacto altamente significativo en el crecimiento. A juzgar por el número relativamente alto de plantas con más de una cicatriz, es aparente una buena capacidad de supervivencia a este daño en plántulas mayores de 25 cm de altura (la mayoría de las consideradas en este estudio).

El crecimiento promedio de los renovales puede considerarse lento. Sin embargo es significativo el hecho de que renovales más altos muestran tasas de crecimiento sensiblemente mayores, probablemente como consecuencia de escapar a la competencia por luz con el estrato bajo de la vegetación y de desarrollar un sistema radicular más eficiente. Esos individuos mostraron crecimientos similares a los valores medios en enriquecimientos forestales con *Cedrela angustifolia* en las Yungas de Jujuy (Marmol 1995), lo que resalta la importancia de su consideración para el manejo de estos bosques.

El patrón de distribución espacial de los renovales, caracterizado por una baja densidad en la cercanía de individuos adultos, podría estar asociado a depredación densodependiente en etapas más tempranas del desarrollo como semillas o plántulas recién nacidas. Esto se ha comprobado para numerosas especies tropicales (Janzen 1970). Este patrón conocido como el modelo de Janzen-Connell predice que la densidad máxima de reclutamiento debe ocurrir a una distancia intermedia. Esta distancia debe ser lo suficientemente lejana para que la depredación densodependiente no sea muy elevada, pero lo suficientemente cercana para que la llegada de propágulos esté dentro del rango del mecanismo de dispersión de la especie. Otras líneas de evidencia que apoyan este modelo son el hecho de que el crecimiento no mostró relación con la distancia a los adultos (esto restaría importancia a factores microambientales) y el hecho de que reclutamiento y mortalidad parecerían ser más altos al acercarse a los padres (mayor llegada de semillas y mayor incidencia de depredadores). Sin embargo, estos patrones sólo se manifiestan levemente en este estudio y no

tienen significancia estadística.

Para detectar los reales mecanismos de mortalidad y establecimiento es necesario encarar estudios experimentales y más detallados. Entre las estrategias de estudio más apropiadas puede sugerirse: 1) Prolongar temporalmente estos estudios para diferenciar posibles efectos de oscilaciones climáticas a corto plazo y de variabilidad interanual en la producción de semillas. 2) Realizar seguimientos demográficos con mayor resolución temporal a lo largo del año para ver los efectos sobre semillas y plántulas en las primeras etapas post-germinación. Estos estudios deberían enfocarse para discernir entre causas biológicas (predación, dispersión, influencia de la vegetación) y físicas como ambiente lumínico y sequía, que inclusive podrían producir síntomas similares como la mortalidad del brote apical. Esto debería complementarse con: 3) Realizar estudios experimentales controlando las variables biológicas y micro-ambientales y 4) Extender la escala espacial y realizar repeticiones en otros bosques para evaluar la consistencia y la posibilidad de extrapolar estos resultados.

La corroboración de estos patrones en escalas temporales y espaciales mayores permitiría hacer sugerencias para el manejo de las poblaciones de *C. lilloi* en bosques naturales. Si las tendencias observadas en este estudio son confirmadas por análisis más detallados puede decirse que la explotación selectiva que se practica en las Yungas del Noroeste Argentino sería contraria a las necesidades de regeneración de esta especie. Este sistema básicamente abre el dosel eliminando los adultos, pero esta apertura no sería aprovechable por una regeneración avanzada pues los renovales se encuentran en bajas densidades en esos sitios.

Para el manejo eficiente de las poblaciones de renovales de *C. lilloi*, sería recomendable identificar individuos relativamente grandes (con mayor potencial de crecimiento) y promover aperturas del dosel en su cercanía. También sería ideal el mantenimiento de árboles reproductivamente maduros a distancias tales que aporten semillas al sitio donde se elimina un adulto que a partir de ese momento combinaría la ventaja de un dosel más abierto, con la menor incidencia de procesos denso-dependientes de predación.

#### AGRADECIMIENTOS

Distintas etapas de este trabajo fueron financiadas por becas de H. R. Grau de CONICET, Comisión Fulbright-Argentina, Encyclopaedia

Britannica y University of Colorado at Boulder, a través de su Escuela de Graduados y el Centro de Estudios Ibero-latinoamericanos. En el trabajo de campo colaboraron Omar Varela y Juan Manuel Morales. Los comentarios de Alfredo Grau, Juan Manuel Morales y Alejandro Brown enriquecieron sustancialmente los primeros borradores.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- \* Bianchi A.R. 1981. Las Precipitaciones del Noroeste Argentino. INTA. Salta. Pp. 388.
- \* Brown A.D. y Grau H.R. 1993. La Naturaleza y el Hombre en las Selvas de Montaña. Proyecto de Desarrollo Agroforestal en Comunidades Rurales del Noroeste Argentino. GTZ. Salta. Pp. 143.
- \* Brugnoli H.C. 1980. Plagas Forestales. Zoo-fitófagos que atacan a las principales especies forestales naturales y cultivadas en la República Argentina. Hemisferio Sur. Buenos Aires.
- \* Cabrera A.L. 1976. Regiones Fitogeográficas de la Argentina. ACME. Buenos Aires.
- \* Castiglioni J.A. 1979. Descripción botánica, forestal y tecnológica de las principales especies indígenas de la Argentina. En: «Arboles Forestales, Maderas y Silvicultura de la Argentina». (Cozzo D., Ed). Pp. 38-60. ACME. Buenos Aires.
- \* Connell J.H.; Tracey J.G. y Webb L.J. 1984. Compensatory recruitment, growth and mortality as factor maintaining forest tree diversity. Ecological Monographs 54: 572-564.
- \* Fuerza Aerea Argentina. 1986. Estadísticas Meteorológicas. Buenos Aires.
- \* Grau H.R. y Brown A.D. En consideración. Structure, composition and inferred dynamics of a subtropical montane forest of northwest Argentina. En: "Measuring and Monitoring Forest Biodiversity". (Dallmeier F. y Mc Bride O., Eds). Smithsonian Institution Press. Washington, EEUU.
- \* Harcombe P.A. 1987. Tree life tables. Simple birth, growth and death data encapsulate life histories and ecological roles. Bioscience 37: 557-568.
- \* Hunzinger H. 1995. La precipitación horizontal: su importancia para el bosque y a nivel de cuencas en la Sierra de San Javier, Tucumán, Argentina. En: «Investigación, Conservación y Desarrollo en Selvas Subtropicales de Montaña». (Brown A.D. y Grau H.R., Eds). Pp. 53-58. Laboratorio de Investigaciones Ecológicas de Las Yungas, Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán.
- \* Janzen D.H. 1970. Herbivores and the number

of tree species in tropical forests. *American Naturalist* 104: 501-527.

\* Janzen D.H. y Vazquez-Yanez C. 1991. Aspects of tropical seed ecology of relevance to management of tropical forested wildlands. En: «Rain Forest Regeneration and Management». (Gomez-Pompa A., Whitmore T.C. y Hadley M., Eds). Pp. 137-153. UNESCO - Parthenon Publishers. Paris.

\* Marmol L.A. 1995. Enriquecimiento forestal de selva degradada en las Yungas de Yuto (Prov.de Jujuy). En: «Investigación, Conservación y Desarrollo en Selvas Subtropicales de Montaña». (Brown A.D. y Grau H.R., Eds). Pp. 85-92. Laboratorio de Investigaciones Ecológicas de Las Yungas, Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán.

\* Morales J.M.; Sirombra M. y Brown A.D. 1995. Riqueza de árboles de las Yungas de Argentina. En: «Investigación, Conservación y Desarrollo en Selvas Subtropicales de Montaña». (Brown A.D. y Grau H.R, Eds). Pp. 163-174. Laboratorio de Investigaciones Ecológicas de Las Yungas, Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán.

\* Smith C.E. 1960. A revision of *Cedrela* (Meliaceae). *Fieldiana* 47: 295-341.

\* Sokal R.R. y Rohlf F.J. 1995. *Biometry*. Tercera Edición. Freeman. Nueva York. ■

Figura 1. Mapa de distribución de los renovales (o) y adultos (o) en la parcela de 20 x 100 m.

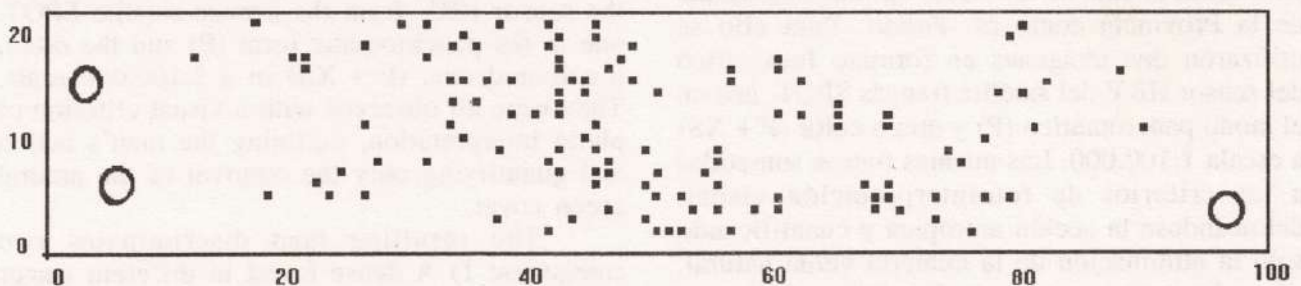
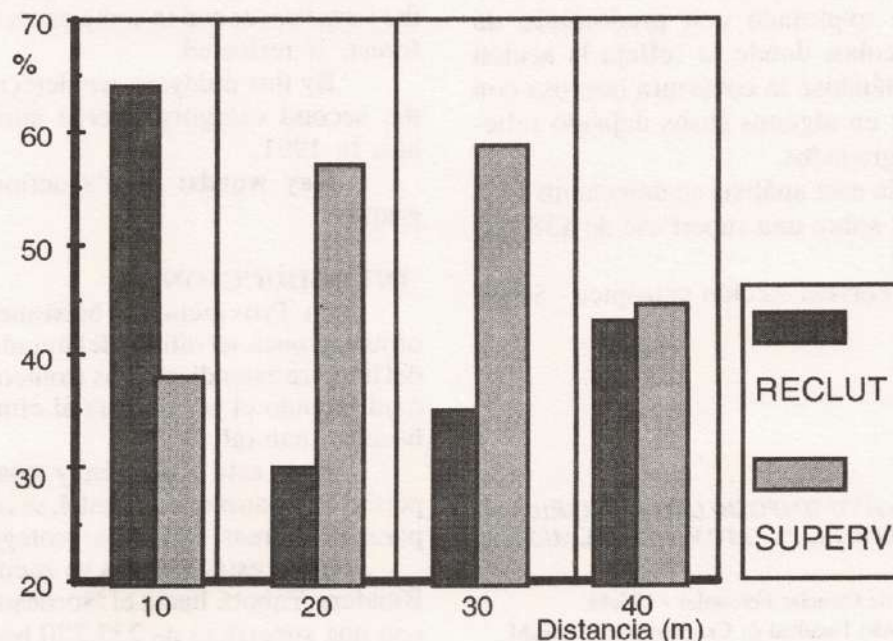


Figura 2. Supervivencia y reclutamiento porcentual de renovales entre 1993 y 1995 en relación a la distancia a los árboles adultos.



## ESTIMACION DE LA ACCION ANTROPICA SOBRE UN SECTOR DE LA RUTA NACIONAL N° 14 (Provincia de Misiones) UTILIZANDO IMAGENES SPOT.

\*Ing. Ftal. José Aníbal Palavecino,

\*Ing. Ftal. Domingo César Maiocco,

\*\*Sr. Fabián Gómez, \*\*Sr. Jorge Aquino,

\*\*Sr. Alejandro Sánchez, \*\*Sr. Juan Yegros

### RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo estimar la acción antrópica en el área de influencia de un sector de la Ruta Nacional N° 14 en la Provincia de Misiones. La mencionada ruta tiene su importancia en el sentido que atraviesa la Provincia como un eje central conectando la *Selva Misionera* con otras regiones y como referencia perimetral de una de las Reservas más importante de la Provincia como es *Yabotí*. Para ello se utilizaron dos imágenes en formato fotográfico del sensor HRV del satélite francés SPOT, una en el modo pancromático (P) y otra a color (P + XS) a escala 1:100.000. Las mismas fueron sometidas a los criterios de fotointerpretación visual, delineándose la acción antrópica y cuantificando solo la eliminación de la cubierta verde natural.

La carta resultante discrimina dos categorías: 1) Bosque denso con diversos grados de explotación, correspondiendo a aquellos bosques que si bien pueden haber sido intervenidos, todavía presentan una aceptable cobertura de copas manteniéndose en consecuencia el ecosistema y 2) Bosque muy explotado con predominio de actividades agrícolas, donde se refleja la acción antrópica, eliminándose la cobertura boscosa con fines agrícolas y en algunos casos dejando relictos boscosos degradados.

A través de este análisis se detecta un 14% de la categoría 2 sobre una superficie de 438.850 has. al año 1991.

**Palabras claves:** Acción antrópica - SPOT - Cartografía

### SUMMARY

This work has as an objective to estimate man's action in the area that surrounds the National Road N° 14 in the Province of Misiones. This road is important because it crosses the Province as a central line connecting the forest with other regions and as a perimetrical reference of *Yabotí*, one of the most important reserves of the Province.

We used images in photographic format of the sensor HRV from the French satellite SPOT, one in the panchromatic form (P) and the other, a coloured one, (P + XS) in a 1:100.000 scale. They were all observed with a visual criterion of photo interpretation, outlining the man's action and quantifying only the removal of the natural green cover.

The resulting map discriminates two categories: 1) A dense forest in different stages of exploitation, corresponding this to those forest which may have been managed. The cover and density and/or the management degree enable to keep an equilibrium of the ecosystem and 2) A forest greatly exploited having now agricultural activities where the man's action, by removing the forest cover and in some cases leaving degraded forest, is reflected.

By this analysis, we detect a 14 per cent of the second category over a surface of 438.850 has. in 1991.

**Key words:** Man's action, SPOT, cartography.

### INTRODUCCION

La Provincia de Misiones, al igual que otras regiones selváticas del mundo, sufre la acción del hombre extendiendo las fronteras agropecuarias, modificando el ecosistema al eliminar la cubierta boscosa natural.

Ante esta situación y con el objetivo de preservar el patrimonio forestal, se crearon numerosos parques y áreas naturales protegidas.

Entre estas últimas se encuentra la Reserva Biosfera *Yabotí*, hacia el Nordeste de la Provincia con una superficie de 223.220 has. equivalente al

Trabajo presentado en el VII SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE PERCEPCION REMOTA., PUERTO VALLARTA. MEXICO. NOVIEMBRE 1995

\* Docentes Facultad de Ciencias Forestales - UNaM

\*\* Estudiantes de 4° Año Facultad de Cs. Forestales - UNaM

7.5%, del territorio provincial (Proyecto MAB - UNESCO) - Ley provincial de Áreas Naturales Protegidas N° 2.932.

Ha sido histórico el hecho que el mayor desarrollo económico, industrial y cultural, acompañó el trazado de las rutas y/o caminos, muchas veces sin seguir una correcta planificación, generando modelos de colonización con un diseño tipo eje central donde en forma perpendicular a éste se levantaban los asentamientos, como por ejemplo: las ciudades de Eldorado, Montecarlo y otros.

Partiendo de esta premisa, el presente trabajo realizado con imágenes del Satélite SPOT, escala 1:100.000, cuantifica el nivel de acción antrópico sobre un sector de la Ruta Nacional N° 14 de la Provincia de Misiones, una de las principales de la red vial que integra el perímetro de la Biosfera Yabotí.

Debido a la insuficiente información existente sobre el tema, se espera que este trabajo sea el comienzo de los monitoreos que permitan controlar la vocación natural de la región.

## MATERIALES

### Área de estudio

El área objeto del presente estudio, se encuentra a los 54° 13' de longitud Oeste y 26° 40' de latitud Sur de la Provincia de Misiones, cubriendo un 46% del Departamento San Pedro; 6% del Dto. Eldorado; 28% del Dto. Montecarlo y un 50% del Dto. Guaraní.

El relieve natural, está caracterizado por la Sierra de Misiones o Central que conforma la espina dorsal o columna vertebral que separa como divisorias de aguas, los tributarios de los ríos Paraná y Uruguay.

Esta divisoria identifica sobre el área cuencas pertenecientes a los arroyos: Yabotí, Paraíso y El Soberbio sobre el río Uruguay; y Piray Guazú, Parany Guazú e Itacuruzú sobre el río Paraná.

Las precipitaciones son las más abundantes de la Provincia, tal como lo demuestra la isohieta de los 1.900 mm.

De acuerdo a la clasificación de *Regiones Naturales* realizada por Papadakis, en el área se identifica: a) *La sierra*, correspondiente al dorso serrano central, formado por un sistema de sierras longitudinales como un eje con rumbo SO - NE delimitada por la isohipsa de los 200 m. al Este y Oeste desde la localidad de Cerro Azul hasta Fracán. Su morfología responde al relicto de una antigua planicie en proceso de disección.

Hacia ambos lados de la sierra y como una forma de transición entre las franjas ribereñas del Paraná y Uruguay, se extiende la región conocida como: b) *Selva Misionera*, con un relieve de

erosión fluvial e innumerable cantidad de cerros que terminan en valles estrechos y sinuosos imprimiendo una red hidrográfica muy densa en arroyos de rápido escurrimiento en causes encajonados, meandrosos y con grandes pendientes.

Y por último, el c) *Altiplano de Irigoyen o Altiplanicie de San Pedro* que ocupa la mayor parte de los Departamentos San Pedro y General Manuel Belgrano, correspondiente a una antigua altiplanicie disectada, donde se encuentran las mayores elevaciones de la Provincia conformando un relieve áspero y ligeramente ondulado.

La Precarta Forestal de Misiones - Anexo I - realizada por el ex-Instituto Forestal Nacional (IFONA) en el año 1.985, utilizando imágenes Landsat MSS, identifica cuatro categorías de mapeamiento:

**Bdpoa:** Bosque denso, productivo, aprovechado, no sujeto a manejo intensivo. Este estrato se caracteriza por la presencia de un 95% de superficie cubierta por vegetación arbórea.

**Bdpx(-):** Complejo que incluye bosque altamente degradado y parcelas de cultivo agrícola industriales, con neto predominio de bosques.

**Bdpx:** Complejo que incluye bosque altamente degradado y parcelas de cultivo agrícola industriales, con neto predominio de estos últimos.

**Pcl:** Plantación de especies coníferas, destinadas a la producción de materia prima para la industria.

Sobre la sierra central, desde la Provincia de Corrientes, hasta la localidad de Bernardo de Irigoyen (Mnes.), con una extensión de 365 Km., se implanta la Ruta Nacional N° 14, punto neurálgico de comunicación de la zona con otras rutas provinciales de orden primario y secundario.

En la zona de estudio, la mencionada ruta, recorre 120 Km. desde la localidad de Cruce Caballero (Dto. San Pedro) pasando por Gramado, Palmera Boca, San Pedro, Paraíso, Facrán, Cap. A. Morales, finalizando en la localidad de San Vicente, Dto. Guaraní.

A ella, se vinculan rutas provinciales, como ser: N° 22, 20, 16, 21, 15 y una red secundaria que empalma a éstas con las de fomento agrícola.

### Imágenes y documentos cartográficos

Para la ejecución del trabajo fueron utilizadas imágenes orbitales colectadas por los sensores HRV a bordo del satélite francés SPOT (Sistema Probatorio de Observación de la Tierra), pertenecientes al INRA: Institut National de la Recherche Agronomique - Francia.

El sistema HRV fue concebido para operar en dos diferentes modos. El modo pancromático (P) cubriendo la faja del espectro electromagnético

de 0.51 a 0.73 mc., con una resolución espacial del orden de los 10 m. y el modo multibanda (XS) que permite la adquisición de datos en tres fajas del espectro (XS1 de 0.50 a 0.59 mc., XS2 de 0.61 a 0.68 mc., XS3 de 0.79 a 0.89 mc.) con una resolución espacial de 20 m.

Gracias a un dispositivo móvil instalado en el equipo óptico, SPOT tiene capacidad para variar el ángulo de observación, permitiendo detectar la misma zona en órbitas sucesivas reduciendo la frecuencia temporal de las imágenes de 26 a 2 - 3 días según las latitudes, cubriendo escenas de 60 Km. de lado.

Para el presente trabajo se utilizaron dos imágenes. Una P escala 1:100.000 tomada el día 16-08-89, con un nivel de rectificación geométrica 2B, es decir un producto geocodificado de alto nivel de corrección. Otra P + XS, escala 1:100.000 del día 01-07-91, resultante de un tratamiento que permite mejorar la resolución del XS comparándola con una imagen P. El producto resultante es una imagen XS colorida con resolución de 10 m.

Como documentos cartográficos se utilizaron:

a) Mapa político, físico - vial de la Provincia de Misiones, escala 1:250.000 elaborado por ISPRM en el año 1985.

b) Cartas planialtimétricas, escala 1:20.000 y 1:50.000 de la Provincia de Misiones, elaborados por la Compañía CARTA 1.962 - 1.963.

c) Precarta Forestal Nacional - IFONA - Argentina, escala 1:500.000 año 1.986.

## METODOLOGIA

Considerando la extensión del área que cubren las imágenes, se abordó el trabajo identificando los límites de las mismas, utilizando el Mapa Político de Misiones.

De esta manera se identificaron los aspectos físicos, localización de parajes, infraestructura vial y características geomorfológicas del área.

Mediante las técnicas de interpretación visual en ambas imágenes, se procedió a volcar la información sobre un overlay, tomando como base la imagen P + XS.

Sobre la misma se definió la Ruta Nacional N° 14, la red vial provincial, la acción antrópica, localidades y el sistema hidrográfico, siempre con apoyo de la imagen P y las cartas planialtimétricas.

La interpretación realizada fue corroborada en campo, chequeando la información preliminar, eliminando las dudas existentes y observando el uso de la tierra en aquellas áreas delimitadas por la acción antrópica.

En gabinete se procedió a realizar las debidas correcciones y ajustes, pasando seguidamente al diseño final, sobre el cual se cuantificó el área de acción antrópica, utilizando planímetro digital y papel milimetrado.

## RESULTADOS

La metodología definió una carta - Anexo II de estimación de la acción antrópica para el año 1.991, sobre la Ruta Nac. N° 14, escala 1:100.000, en el sector que ocupa desde la localidad de Cruce Caballero hasta San Vicente.

En la misma sobre un total de 438.850 has. que cubre la imagen, se distinguieron dos unidades:

a) Bosque denso en diversos grados de explotación: 386.010 has.

b) Bosque muy explotado con predominio de actividades agrícolas: 52.840 has.

En esta última unidad b) se considera como acción antrópica: ejidos urbanos, diversas actividades agrícolas, reforestaciones recientes, que debido a su altura no lograron cubrir totalmente el suelo y relictos boscosos degradados.

La actividades culturales, observadas en campo, corresponden a diversos tipos, como ser: tabaco, maíz, mandioca, poroto, soja, entre las anuales, yerba, té y tung entre las perennes y plantaciones de coníferas y eucaliptus entre las reforestaciones.

Sobre la imagen P se pudo diferenciar mejor la red vial y sobre la XS, la red hidrográfica, salvo el extremo inferior derecho de la imagen donde la presencia de una nube dificulta su trazado. No obstante visualizando la imagen P en el mismo sector, no se observa acción antrópica distinguible, salvo por reforestaciones de coníferas al margen de la Ruta Prov. N° 21.

La mayor perturbación se concentra en el radio de acción de San Pedro y San Vicente y con dirección hacia el Este, sobre propiedades fiscales. Lo inverso ocurre hacia el Oeste, donde la tenencia de la tierra corresponde a dos grandes propiedades como lo son Celulosa Argentina S.A. y Laharrague.

La expansión se produce como una mancha que va ocupando espacios discontinuos en la mayoría de los casos, siguiendo el eje de las divisorias de aguas.

Sobre las 438.850 Has. que cubre la imagen se estimó 58.240 Has. perturbadas lo que equivale a un 14 % de acción antrópica.

No se observó un valor significativo en éste último, al comparar las imágenes P (1989) y P + XS (1991)

## CONCLUSIONES

El trabajo permitió realizar la evaluación

cuantitativa de la acción antrópica a partir de imágenes del Satélite SPOT y documentación cartográfica de la Provincia de Misiones.

La combinación de la imagen P con la P + XS permitió cruzar informaciones y obtener los resultados presentados, tanto por el nivel de corrección implementado con la P y las características multispectrales de las XS.

Las características de visión sinópticas, repetitividad y carácter multispectral de las imágenes SPOT, constituyen una herramienta eficiente para detectar la expansión de la ocupación de la tierra.

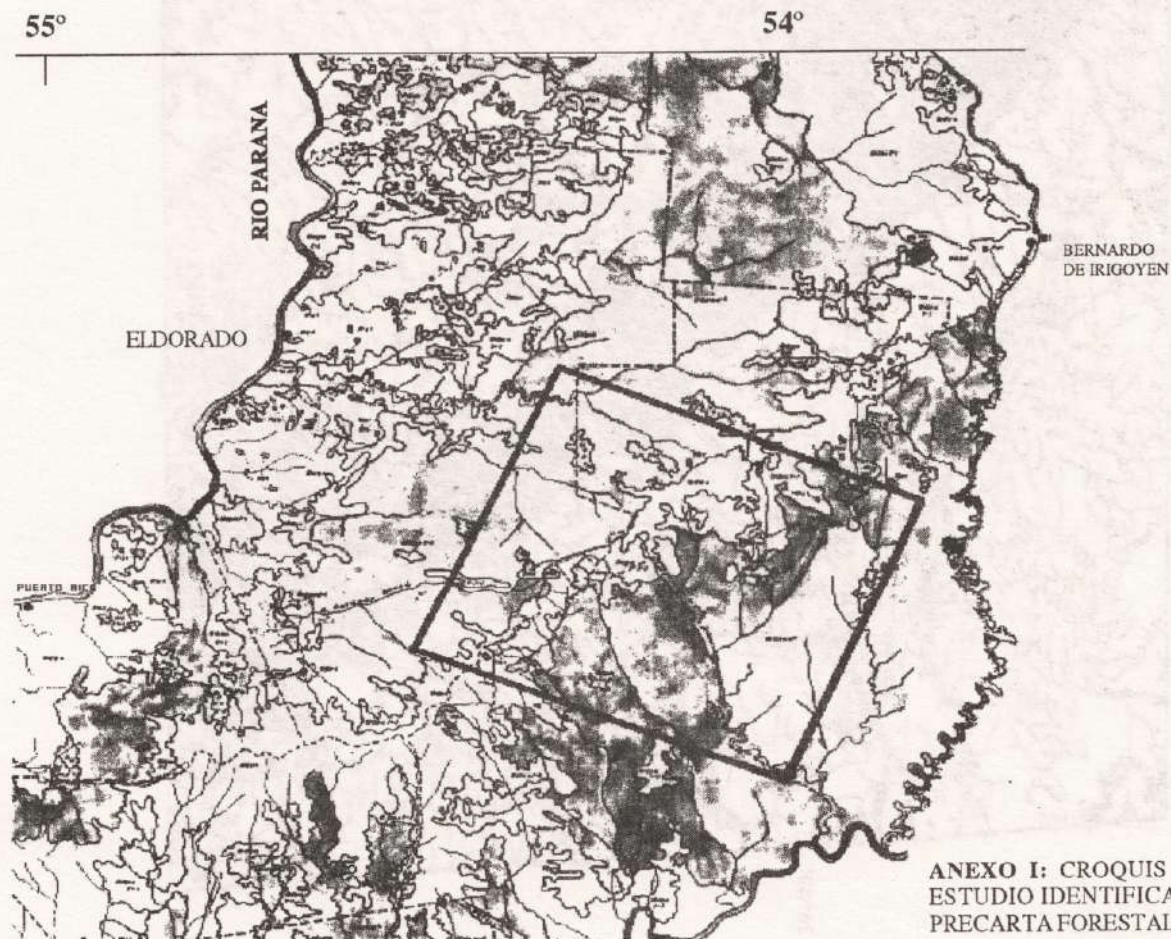
La disminución de la cobertura vegetal original y la extensión de la frontera agropecuaria en la Sierra Central, va dejando profundas heridas en los interfluvios originando procesos desencadenantes de la erosión del suelo.

Las cartas realizadas por relevamientos satelitarios en la Provincia de Misiones en 1978 y 1987, atestiguan una regresión de la floresta nativa en un 40 %, no evidenciándose alteración significativa en el área de estudio del presente trabajo.

Si bien hasta el año 1991, la reacción antrópica no es significativa, es conveniente seguir el monitoreo en la zona a través de imágenes orbitales para hacer un correcto control; teniendo en cuenta que la acción se extiende hacia la Reserva Yabotí.

#### BIBLIOGRAFIA

- \* Gobierno de la Provincia de Misiones. Planeamiento de la Provincia de Misiones. Ministerio de Economía y Obras Públicas, II parte. Antecedentes y estudios sectoriales. 1961.
- \* Avery, Thomas E. Interpretation of Aerial Photographs, 3° Edition, Burgess Company. 1977.
- \* Gobierno de la Provincia de Misiones. Como invertir en Misiones, Posadas, Misiones. 1980.
- \* Margalot, José A. Geografía de Misiones. 1980.
- \* SPOT. Instrumento de Gestión y decisión. Centro nacional de Estudios Espaciales. París, Francia.
- \* Duvernoy Isabelle. «Diagnostic de la perennisation de l' activite agricole dans la frontiere agraire de Misiones (Argentine). Une methods de generalisaton spatiale». Tesis de doctorado presentado en el Instituto Nacional Politécnico de Toulouse. Francia. 1994. ■



ANEXO I: CROQUIS AREA DE ESTUDIO IDENTIFICADA EN LA PRECARTA FORESTAL AÑO 1985.





UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

CATEDRA DE FOTOGRAMETRIA Y FOTOINTERPRETACION

ESTIMACION DE LA ACCION ANTROPICA  
SOBRE UN SECTOR DE LA RUTA NACIONAL  
N° 14 (MNES.) UTILIZANDO IMAGENES SPOT

REFERENCIAS:

 BOSQUE DENSO EN DIVERSOS  
GRADOS DE EXPLOTACION  
(386.010 ha)

 BOSQUE MUY EXPLOTADO,  
INTRUIDO, CON PREDOMINIO  
DE ACTIVIDADES AGRICOLAS  
(52.840 ha)

AREA TOTAL EN ESTUDIO, 438.850 ha

RP = RUTA PROVINCIAL  
RN = RUTA NACIONAL



## CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA MADERA DE PINO PATULA REFORESTADO EN LA PROVINCIA DE MISIONES, ARGENTINA.

**Raúl Alberto Gonzalez (1)**  
**Teresa María Suirezs (2)**

### RESUMEN

Se presentan en este trabajo los resultados finales obtenidos del estudio de la madera de tres (3) ejemplares de *Pinus patula*, reforestado en el Departamento de Iguazú, en el norte de la provincia de Misiones.

Si bien no es una especie muy difundida en el país, las características de su madera y el rápido desarrollo de las plantaciones, la convierte en una especie que puede tener relevancia futura. Actualmente es ampliamente cultivada en Sudáfrica, donde produce madera de uso industrial.

Los ejemplares estudiados, desarrollados sobre terrenos lateríticos, rojos y profundos eran de 18 años de edad, con diámetros a 1.30 de 31,1 cm.

Los ensayos físicos y mecánicos se realizaron de acuerdo a Normas Técnicas ASTM (American Society for Testing and Materials), DIN (Deutsche Industrie Norm) e IRAM (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales).

El equipamiento de laboratorio utilizado consta de una maquina Universal de Ensayos Mecánicos, de 10 toneladas, marca SIFIC, Volumenómetro de Breuil, Balanza eléctrica Metler, Calibres, estufas y accesorios de laboratorio.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

<b>1.- Densidades (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	
Aparente:	0,47
Anhidra:	0,43
Básica:	0,38
<b>2.- Retracciones totales (%)</b>	
Tangencial:	6,03
Radial:	3,08
Axial:	0,38

### 3.- Flexión estática (kg/cm<sup>2</sup>)

Módulo de rotura:	555
Modulo de elasticidad:	48585

### 4.- Tracción perpendicular a las fibras (kg/cm<sup>2</sup>)

Tangencial:	20,9
Radial:	29,0

### 5.- Clivaje o Hendidura (kg/cm)

Tangencial:	32,5
Radial:	33,9

### 6.- Dureza Janka (kg/cm<sup>2</sup>)

Transversal:	419
Tangencial:	307
Radial:	297

### 7.- Corte o cizallamiento paralelo a la fibras. (kg/cm<sup>2</sup>)

Tangencial:	101
Radial:	84

### 8.- Compresión paralelas a las fibras ( kg/cm<sup>2</sup>)

Modulo de rotura:	319
-------------------	-----

**Palabras claves :** *Pinus patula*- Misiones- Propiedades físicas y mecánicas.

### SUMMARY

Physical and mechanical properties of the wood of pino patula from cultivated forest of the subtropical province of Misiones, Argentina, have been studied. The Specimen used for carrying-out this research belong to 3 selected trees felled in a 18 years old reforestation. Diameter at breast height was 31.1 cm.

Methods of testing, technical Norms, size and shape of the specimens, laboratory facilities etc. have been widely described in the study of the physical and mechanical properties of *Pinus elliottii* wood ( Gonzalez,R.A. et al , Yvyraretá nº 3 , 1992 )

The following results have been obtained:

<b>1.- Density (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	
At 12 % moisture content:	0,47
Ovendry conditions:	0,43
Basic:	0,38
<b>2.- Shrinkage (total) %</b>	
Tangencial:	6,03
Radial:	3,08
Axial:	0,39

(1) Profesor titular de tecnología de la madera . Director del proyecto de investigación. Facultad de ciencias forestales . Universidad Nacional de Misiones.

(2) Ing. Ftal. adscripta a la cátedra. Becaria de investigación en Tecnología de la madera.

**3.- Static bending (kg/cm<sup>2</sup>)**

Moduli of rupture:	555
Moduli of elasticity:	48585

**4.- Tension perpendicular to grain (kg/cm<sup>2</sup>)**

Tangential:	20,9
Radial:	29,0

**5.- Cleavage (kg/cm)**

Tangential:	32,5
Radial:	33,9

**6.- Janka hardness (kg/cm<sup>2</sup>)**

Transversal:	419
Tangential:	307
Radial:	297

**7.- Shear paralell to grain (kg/cm<sup>2</sup>)**

Tangential:	101
Radial:	84

**8.- Compression paralell to grain ( kg/cm<sup>2</sup>)**

Moduli of rupture:	319
--------------------	-----

**Key Words:** *Pinus patula*. Misiones. Physics and mechanical proprieties.

**INTRODUCCION Y OBJETIVOS**

El presente trabajo de investigación forma parte del estudio de las propiedades físicas y mecánicas de las maderas de las especies de coníferas reforestadas en la provincia de Misiones, de las cuales ya se han estudiado y publicado las referentes a *Pinus elliottii* (Yvyrareta N° 3, 1192), *Pinus taeda* (Yvyrareta N° 4, 1993), *Araucaria angustifolia*, Pino paraná (Yvyrareta N° 5., 1.994.). Las consideraciones tomadas en cuenta entonces, son válidas para ésta especie, que posee excelente crecimiento y se adapta a los diferentes suelos típicos de Misiones. En Sudáfrica es una especie muy difundida, junto a *Pino elliottii*, proveyendo normalmente rollizos a la industria maderera.

**MATERIALES Y METODOS**

Las probetas ensayadas se extrajeron de 3 ejemplares de 18 años de una reforestación del Departamento Iguazú, Misiones, desarrollada sobre un suelo correspondiente a la Unidad cartográfica 9, es decir suelos lateríticos, rojos profundos. El diámetro medio de los árboles a 1,30 m de altura fue de 31,1 cm.

La metodología de los ensayos, las normas empleadas tipo y dimensión de las probetas, equipo de laboratorio utilizado, etc., han sido ampliamente desarrolladas en el trabajo correspondiente a las propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Pino elliottii* (González-Pereyra-Suirezs, Yvyrareta N° 3, 1.992).

**RESULTADOS**

En los siguientes cuadros se pueden observar los resultados obtenidos en los ensayos físicos y

mecánicos.

**CONCLUSION**

Si bien algunos valores obtenidos en los ensayos son algo inferiores a los de las otras especies de Pinos cultivados en Misiones, sobre todo en flexión estática, otros resultados permiten comprobar que es una madera muy apta para la industria del compensado, donde puede encontrar un buen campo de aplicación industrial.

**REFERENCIAS**

- \* ASTM -Standard D 143-52. Standard method of Testing small clear specimen of timber. Reapproved 1972. USA.-
- \* DIN Deutsch Industrie Norm N° 52186.-
- \* González, Raúl A., O. Otazú, O. Pereyra y R. Bogado- Densidad de la madera de tres especies de cultivados en la Pcia. de Mnes. UNaM. Posadas 1988.-
- \* González Raúl A., O. Pereyra, T. Suirezs- Propiedades Físicas y Mecánicas del Pino elliottii reforestado en la provincia de Mnes. Yvyrareta N° 3.- 1992
- \* González Raúl A., O. Pereyra, T. Suirezs- Propiedades Físicas y Mecánicas del Pino taeda reforestado en la provincia de Mnes. Yvyrareta N° 4.- 1993
- \* González Raúl A., T. Suirezs- Propiedades Físicas y Mecánicas del Pino paraná reforestado en la provincia de Mnes. Vetas-1994.-
- \* González Raúl A., O. Pereyra, T. Suirezs- Propiedades Físicas y Mecánicas de las maderas de 4 especies de coníferas reforestadas en la Provincia de Mnes.- 1994
- \* IBDF- Amazonian Timbers. characteristic and utilization. Vol. II. Foreign species for light construction and mill work. Brasilia, 1982.-
- \* IRAM- Norma técnica N° 9543: Método de determinación de las contracciones totales, axial, radial y tangencial. Buenos Aires, 1966.-
- \* IRAM- Norma técnica N° 9544: Método de determinación de la densidad aparente. Buenos Aires, 1963.-
- \* IRAM- Norma técnica N° 9532: Maderas. Método para la determinación de la humedad. Buenos Aires, 1963.-
- \* Hoheisel, Hannes- Estipulaciones para los ensayos de propiedades físicas y mecánicas de la madera. Mérida, Venezuela. 1968. II Parte: Estipulaciones e instrucciones sobre recolección de probetas de ensayos.-

\* Kollmann, Franz E.P. y W.A. Cote, Jr.- Principles of Science and Technology. I. Solid wood. New York, 1968.-

\* Panshing, A.J.-Carl de Zeeuw -Texbook of wood Technology. New York, 1980.-

\* Pérez, Vicente A. y Jorge Cabrera- Incidencia de la edad del árbol sobre las propiedades físicas

y mecánicas de Pino radiata. Chile Forestal. Rep. por Centro Ed. Maderero Argentino, N° 60, 1987.-

\* Sallenave, P.- Propriétés physiques et mécaniques des bois tropicaux. Nogent-sur-Marne, Centre technique Forestier Tropical, 1971.- ■

CUADRO I - DENSIDADES

Tipo de Densidad	gr/cm <sup>3</sup>	Desviación Standard	Coef. de Variación %
Aparente	0,47	0,06	12,7
Básica	0,38	0,04	12,1
Anhidra	0,43	0,06	13,9

CUADRO II - RETRACCIONES TOTALES

Sentido	Retracción Total (%)	Desviación Standard	Coef. de Variación (%)	Coef. de Retracción
Axial	0,39	0,07	20	0,018
Radial	3,08	0,50	16	0,126
Tangencial	6,03	0,44	7	0,216

CUADRO III - PROPIEDADES MECANICAS DE LA MADERA DE PINO PATULA

Ensayos	Valores Medios	Desv. Standard kg/cm <sup>2</sup>	Coef. de Variación (%)
Flexión estática kg/cm <sup>2</sup>	Módulo de rotura	555	225
	Módulo de elasticidad	48.585	27.019
Dureza Janka kg/cm <sup>2</sup>	Transv.	419,0	67,0
	Tang.	307,0	82,0
	Radial	297,0	89,0
Tracción perpendicular a las fibras (kg/cm <sup>2</sup> )	Tang.	20,9	8,8
	Radial	29,0	11,8
Compresión paralela a las fibras (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de rotura	319,0	69,8
Hendidura o clavaje (kg/cm)	Tang.	32,5	9,2
	Radial	33,9	11,0
Corte paralela a las fibras (kg/cm <sup>2</sup> )	Tang.	101,0	26,5
	Rad.	84,0	17,0

CUADRO IV: INDICES DE SALLENAVE APLICADOS A CONIFERAS TROPICALES.-

Relaciones	Valores obtenidos	Características
Dureza normal media tang. y radial (kg/cm <sup>2</sup> )	302	Madera semidura
Cota de dureza = $\frac{\text{Dureza normal}}{\text{Dens. aparente}^2}$	1373	Maderas para usos especiales
Cota de flexión = $\frac{\text{Rotura de flexión}}{100 \text{ Dens. aparente}}$	11,8	Madera mediana para carpintería
Cota de laminabilidad = $\frac{\text{Resist. clavaje}}{100 \text{ Dens. aparente}}$	0,71	Muy laminable

## EL IMPACTO DEL AUMENTO DE LAS PRECIPITACIONES EN EL BIOMA PARQUES Y SABANAS SUBTROPICALES

S. Falasca \*

S. M. Zabala \*

### RESUMEN

Cada especie vegetal se halla asociada a una determinada combinación de elementos climáticos. En función de esa combinación aparecen las especies vegetales dominantes que conforman un bioma.

En el bioma Parques y Sabanas Subtropicales, objeto de análisis del presente trabajo, el patrón de distribución de la vegetación es el siguiente: en las partes más altas hay bosques; en las más planas pastizales y en las cuencas de acumulación de agua, pajonales y esteros.

Con datos de precipitaciones del período 1931-1990, se computaron los valores anuales de precipitación y los correspondientes a los semestres cálido y frío. De los resultados de los balances hidrológicos climáticos se extrajeron la evapotranspiración real, los excesos y las deficiencias y se calcularon las deficiencias del trimestre más cálido y el índice hídrico de Thornthwaite.

Se dividieron los datos en dos períodos: 1931-60 y 1961-90. Los resultados obtenidos para las distintas variables fueron mapeadas con el fin de comparar el comportamiento de las mismas en ambos períodos.

Puede observarse, desde el punto de vista hidrológico que, hay un aumento de las precipitaciones en las últimas décadas y en consecuencia un desplazamiento de casi todas las isolíneas derivadas de aquellas hacia el oeste, lo que implicaría un corrimiento del límite del bioma en el mismo sentido.

**PALABRAS CLAVES:** Bioma - Precipitaciones - Deficiencias - Excesos - Índice Hidrico.

### ABSTRACT

In the Subtropical Parks and Savannas Bioma, the vegetation distribution pattern is according to

the climate: forest in high zones; pastures in the plain and tall grasses and estuaries, characteristic vegetation of zones susceptible of foods in river basins. Annual and warm and cold semester precipitation data, over 1930-60 period are computed. The real evapotranspiration, excess and deficit are obtained from the water climatic balance. The three warmer months deficit and water index are also calculated. The precipitation data are distributed in two periods: 1931-60 and 1961-90. Several maps are made to compare different variables in both periods. The maps shows that there are an important increase in precipitations values in the last decades. The water index are displaced toward the west, so this imply that the bioma border may be move following the same direction.

**KEY WORDS:** Bioma - Precipitations - Deficits - Excess - Water Index

### INTRODUCCION

Cada especie vegetal se halla asociada a una determinada combinación de elementos climáticos que son los más favorables para su crecimiento, así como a ciertos valores extremos de calor, frío ó sequía, más allá de los cuales la especie vegetal no puede prosperar.

Dado que las plantas tienden a adoptar su forma física a las oscilaciones climáticas, el bioma resulta de la unión de especies vegetales dominantes.

El bioma Parques y Sabanas Subtropicales ocupa la región oriental de las provincias de Chaco y Formosa, la región septentrional de Santa Fé y noroeste de Corrientes, llegando hasta el estero de Santa Lucía y la depresión del río Corrientes.

Su límite meridional es mucho menos preciso ya que al cambiar el clima cambia la vegetación formando una franja de transición. Finalmente, su límite occidental coincide con la isoyeta de 800 mm. (Atlas Total, 1982)

El patrón de distribución de la vegetación es muy particular ya que en las partes altas existen bosques, de los cuales se extraen principalmente maderas duras; en las áreas más planas pastizales, y en las cuencas de acumulación de agua pajonales y

esteros.

Según la clasificación climática de Koeppen (Patton et al., 1983) el clima de la región es un Cfa (C= templado lluvioso con invierno suave; f= sin estación seca y a= verano caluroso).

Un estudio referido a la tendencia de las

**MATERIALES Y METODOS**

Se trabajó con una red de 21 estaciones meteorológicas y agrometeorológicas distribuidas dentro y fuera del área bajo estudio, para el récord 1931-1990, con datos publicados en las Estadísticas Climáticas del Servicio Meteorológico Nacional.

Precipitaciones Anuales

Fig. 1 a:

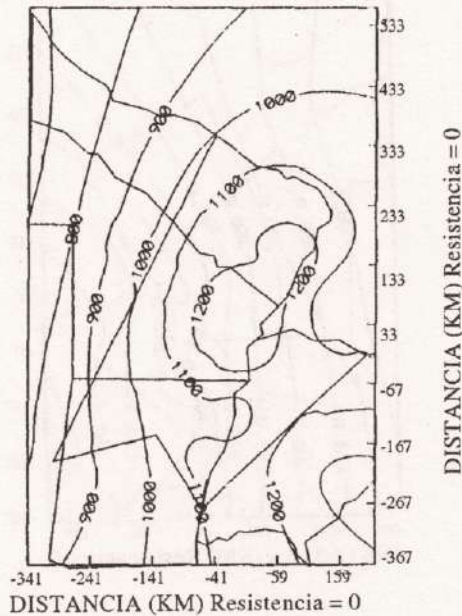
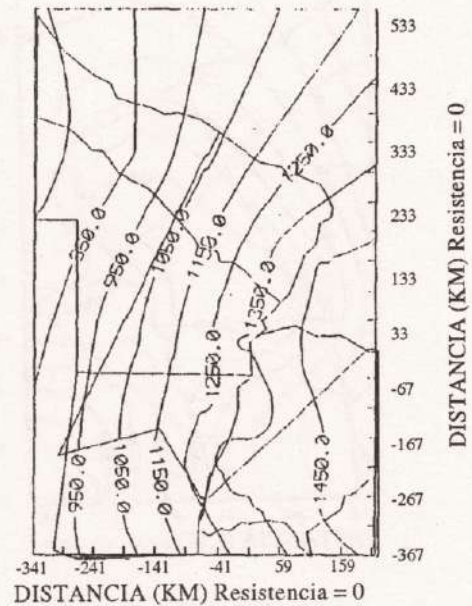


Fig. 1 b:



precipitaciones anuales fue realizado por Forte Lay y Falasca (1991) en la región subhúmeda, húmeda y húmeda oriental de la Argentina, encontrando para el período 1945-1975, aumentos de los valores anuales que oscilan entre los 50 y 150 mm.

Las décadas se partitionaron en dos grupos de distribución equitativa con respecto a la cantidad de datos a analizar.

Las variables que se consideraron fueron: precipitaciones anuales, del semestre cálido (octubre

Precipitaciones del semestre cálido

Fig. 2 a

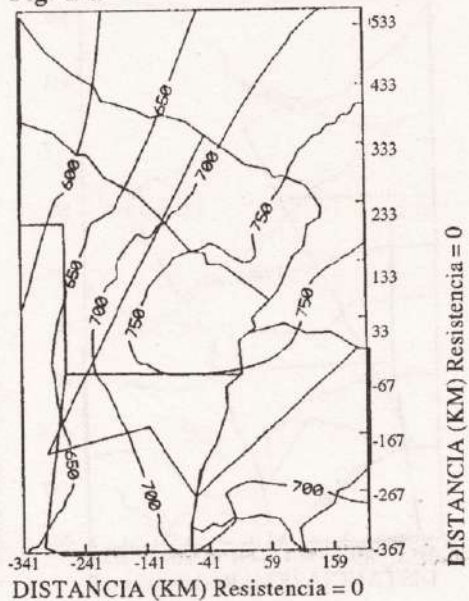
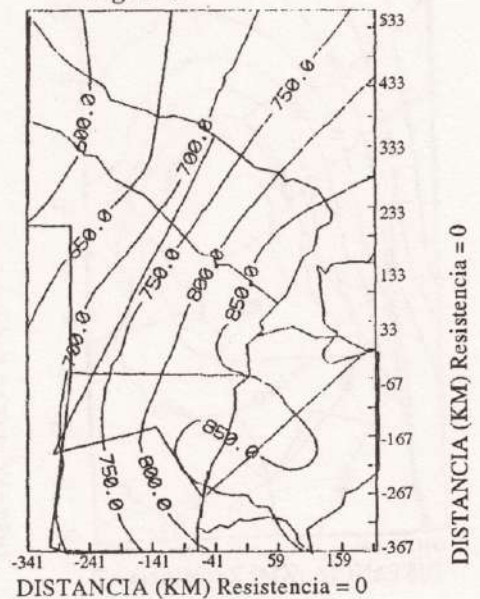


Fig. 2 b



a marzo) y del semestre frío.

Para caracterizar el régimen de agua edáfica se confeccionaron los balances hidrológicos climáticos (Thornthwaite, 1955). Para computar dichos balances se empleó la evapotranspiración

deficiencias. Posteriormente se calcularon los índices hídricos y las deficiencias del trimestre más cálido (diciembre, enero y febrero). Con toda la información procesada y la utilización de un software que ubica a las localidades según las coordenadas

#### Precipitaciones del semestre frío

Fig. 3 a

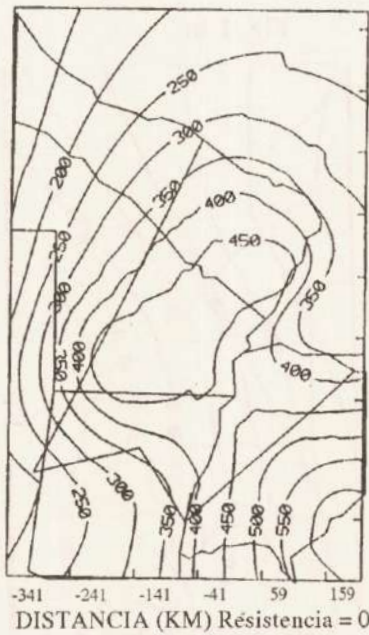
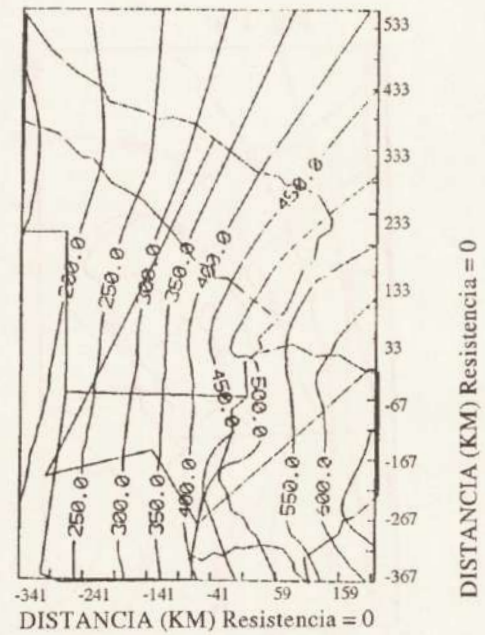


Fig. 3 b



mensual estimada por la metodología de Thornthwaite (1948), y un valor de capacidad de campo de 300 mm, con fines comparativos.

De los resultados del balance se extrajeron los valores de evapotranspiración real, excesos y

geográficas, se volcaron los resultados obtenidos en mapas y se trazaron isolíneas.

Posteriormente para demostrar el aumento de las precipitaciones se efectuó un estudio de las tendencias utilizando promedios móviles de

#### Evapotranspiración real anual

Fig. 4 a

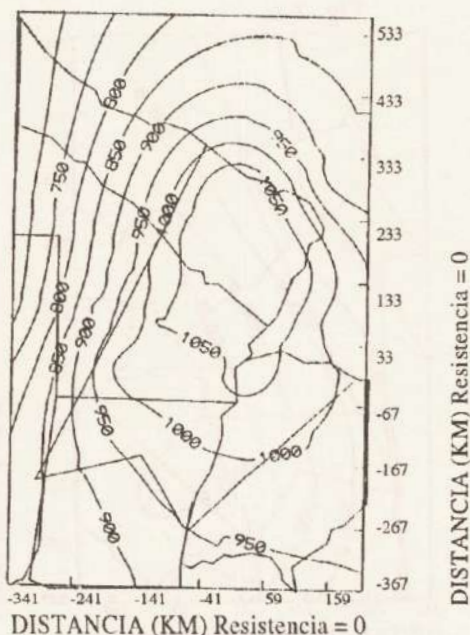
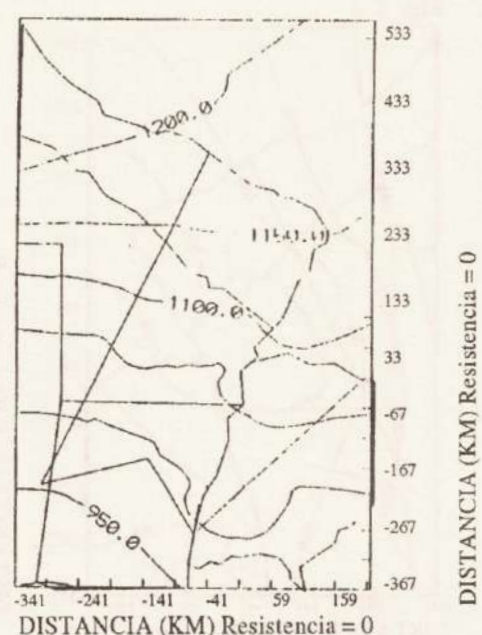


Fig. 4 b

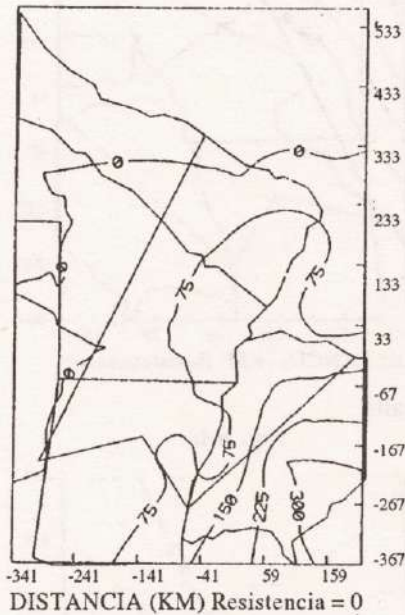


10 años para el período anual y ambos semestres, y un estudio de tendencia secular mediante el ajuste de las series anuales y semestrales a una función de cuarto grado.

**RESULTADOS Y DISCUSION**

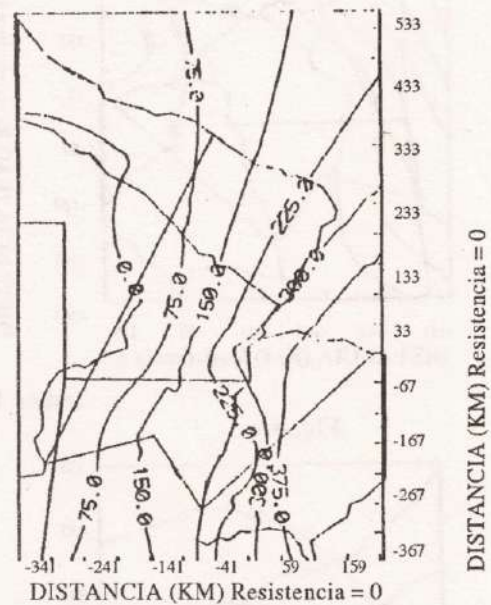
les de precipitación. El bioma estaba circunscripto por las isoyetas de 1000 mm al oeste y 1200 mm al este, durante el período 1931-60. Para las tres décadas más recientes la situación cambia, ya que las isoyetas que delimitan el área son las de 1050 mm y 1450 mm, al W y E, respectivamente.

Fig. 5 a



Excesos anuales

Fig. 5 b



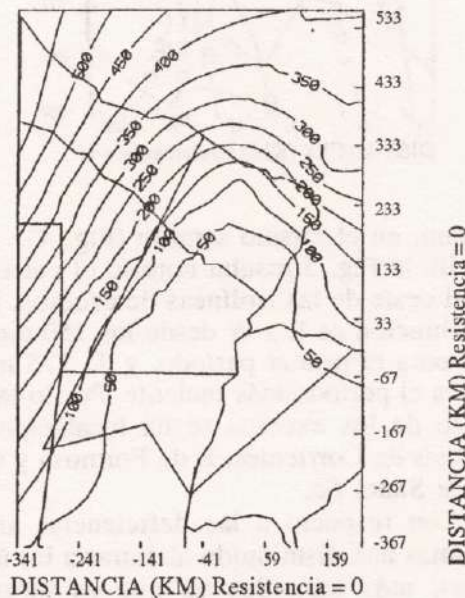
De la comparación de los mapas correspondientes a los períodos 1931-60 (indicados como Fig. a) y 1961-90 (indicados como Fig. b) se pueden inferir los siguientes resultados.

En la Fig. 1 se presentan los valores anua-

Las autoras discrepan con los datos aportados por el Atlas Total (1982) que demarcan en 800 mm, el límite W del bioma.

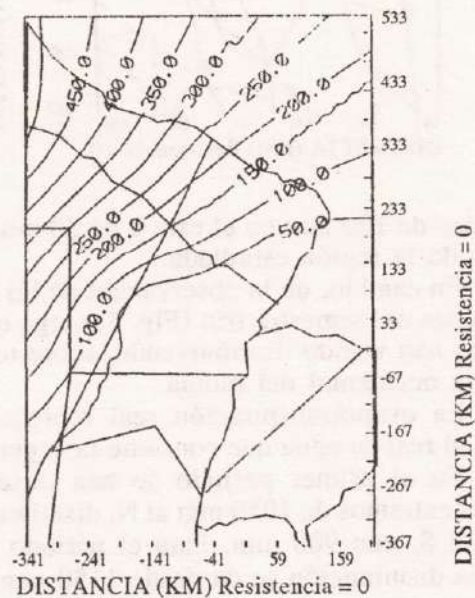
Analizando las precipitaciones del semestre cálido (Fig. 2), se puede decir que, han aumentado

Fig. 6 a

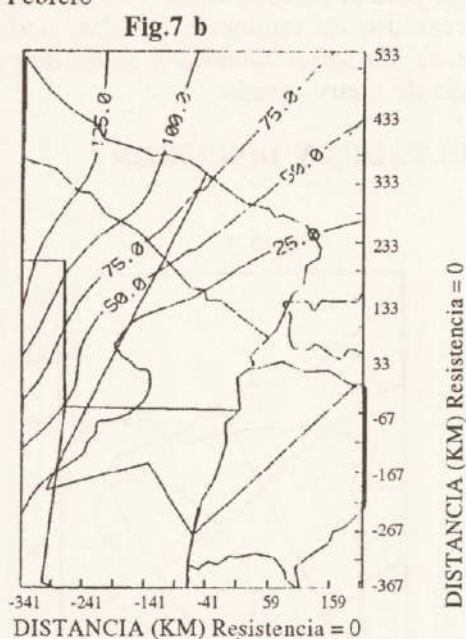
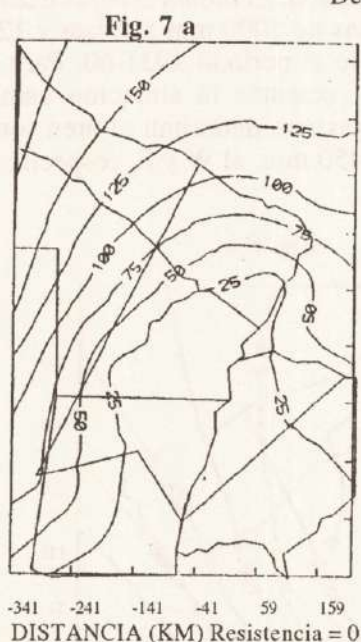


Deficiencias anuales

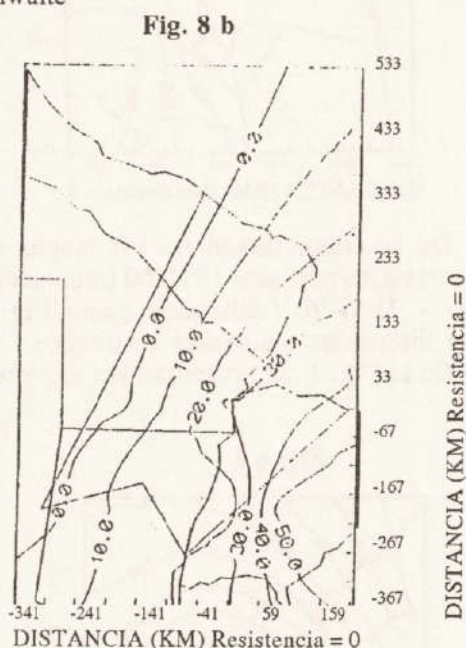
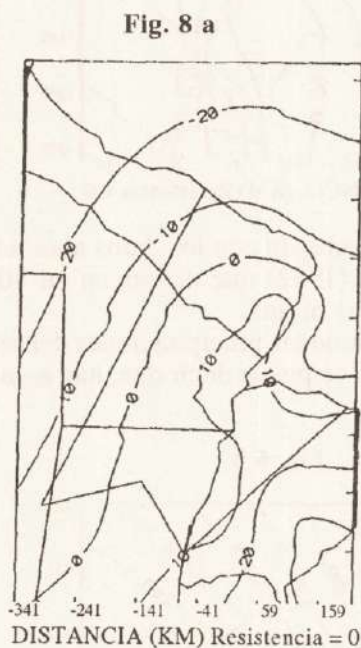
Fig. 6 b



## Deficit Diciembre + Enero + Febrero



## Indice hídrico de Thornthwaite



un orden de 100 mm en el este y de 50 mm en el centro de la región estudiada.

En cambio, de la observación de las precipitaciones del semestre frío (Fig. 3) surge que las mismas han venido disminuyendo, sobre todo en la parte occidental del bioma.

La evapotranspiración real representa la cantidad real de agua que consume la vegetación.

En el primer período se han observado valores extremos de 1050 mm al N, disminuyendo hacia el S, con 900 mm. Para el período 1961-1990 la disminución se da desde 1150 mm hasta

1050 mm, en el mismo sentido (Fig. 4).

En la Fig. 5 resulta notorio el corrimiento hacia el oeste de las isolíneas de excesos. Nótese la disminución de E a W desde los 150 mm a los 0 mm, para el primer período, y de 375 mm a 0 mm para el período más reciente. Por lo tanto, el aumento de los excesos se ha localizado en la provincias de Corrientes, E de Formosa y Chaco, y NE de Santa Fé.

Con respecto a las deficiencias anuales, las mismas han disminuído al entrar a las últimas décadas, más húmedas ya que es notorio el

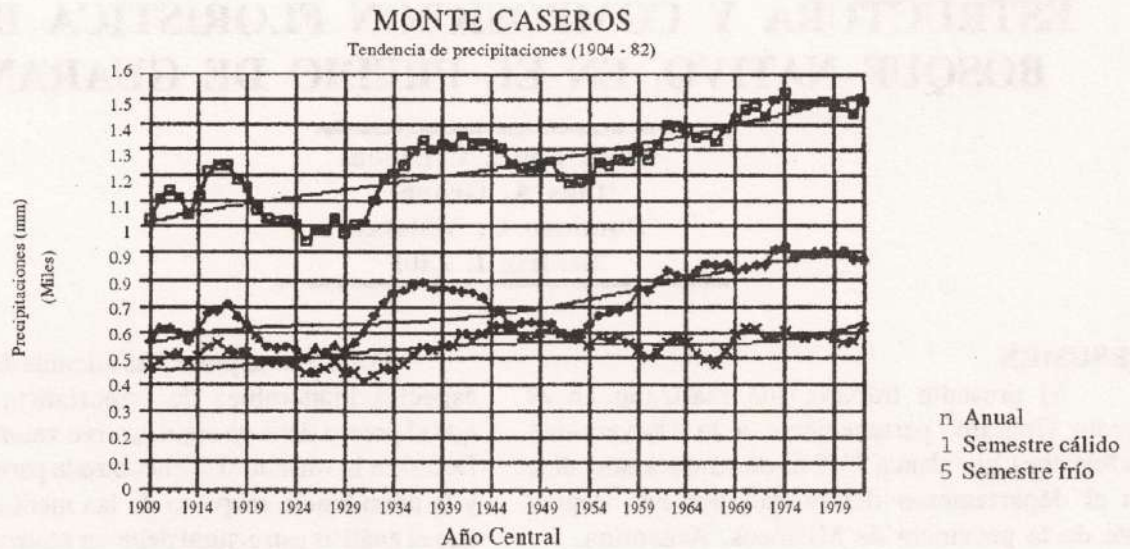


Fig. 9

desplazamiento de las isóneas de 50 mm a mayores. (Fig. 6).

La suma de las deficiencias del trimestre más cálido (Fig. 7) también se han desplazado hacia el oeste del país, determinando menores deficiencias en verano, sobre todo en el W del bioma.

La faja norte y occidental del bioma que presentaba un índice hídrico de Thornthwaite negativo se ha reducido bastante.

En el Este, los valores de 20 han sido reemplazados por valores de 40, hecho que está confirmando el aumento de las precipitaciones (Fig. 8).

Finalmente, en la Fig. 9 se puede observar en la localidad de Monte Caseros el aumento significativo de las precipitaciones de las últimas décadas. En la misma se observan los promedios móviles y las tendencias ajustadas a una función de cuarto grado.

Se aprecia que, si bien se ha incrementado el valor anual, dicho aumento se debió al aporte del semestre cálido.

### CONCLUSIONES

- Con esta metodología se logró la comparación, desde el punto de vista hidrológico, de dos ciclos climáticos, uno anterior más seco y otro posterior más húmedo, del bioma bajo estudio.
- Es posible que el bioma se halla extendido hacia el oeste, siguiendo el patrón de distribución del clima, produciendo un impacto positivo de origen natural, como consecuencia del corrimiento del índice hídrico de Thornthwaite  $> 0$ , que limita la zona de clima subhúmedo-húmedo.
- Un aspecto favorable de esta forma de estudio,

de índole cuantitativa, para definir los límites de un bioma, es que permite a otros científicos cuestionar la validez de algunos límites, que deben estar sujetos a pruebas y revisión a medida que aparecen nuevos datos.

- Sin embargo, a pesar de que el establecimiento de límites climáticos cuantitativos puede ser considerado como un aspecto recomendable, existe el peligro de dar una falsa impresión de precisión frente a un fitogeógrafo, ya que este posible cambio de límite del bioma debería ser corroborado in situ.

### BIBLIOGRAFIA

- \* Atlas Total de la República Argentina. 1982. Centro Editor de América Latina.
- \* Forte Lay, J.A. y Falasca, S.L.. 1991. Aspectos agro-hidrológicos y bioclimáticos de la región sub-húmeda-húmeda y húmeda oriental de la Argentina. Anales del Centro Argentino de Meteorólogos. CONGREGMET VI.
- \* Patton, C.P.; Alexander, C.S. y Kramer, F.L.. 1983. Curso de la Geografía Física. Vicens Universidad. Barcelona. España.
- \* Servicio Meteorológico Nacional. 1972, 1981, 1986, 1992. Estadística Climatológica 1931-60; 1961-1970; 1971-1980; 1981-1990.
- \* Thornthwaite, C.W.. 1948. An approach toward a rational classification of climate. Geographical Review.
- \* Thornthwaite, C.W. and Mather, J.R. 1955. The water balance. Drexel Institute of Technology. Publication in Climatology. Vol 8 N°1. Centerton. New Jersey.U.S.A.

## ESTRUCTURA Y COMPOSICION FLORISTICA DEL BOSQUE NATIVO, EN EL PREDIO DE GUARANI.

<sup>1</sup>Lidia López Cristóbal

<sup>1</sup>Luis A. Grance

<sup>1</sup>Domingo C. Maiocco

<sup>1</sup>Beatriz I. Eibl

### RESUMEN

El presente trabajo, fue realizado en el predio Guaraní, perteneciente a la Universidad de Misiones, que abarca 5342 ha de bosques naturales, en el departamento del mismo nombre, centro este de la provincia de Misiones, Argentina.

En él se analizó la composición florística y la estructura del área mencionada. La información se obtuvo de 34 parcelas de media hectárea cada una, superficie algo mayor que el área mínima de este bosque. Se censaron especie y diámetro a la altura del pecho de árboles con más de 10 cm de diámetro a la altura del pecho. Con estos datos se halló la densidad absoluta y relativa, la frecuencia absoluta y relativa, la dominancia absoluta y relativa y el índice de valor de importancia. Además se analizó la diversidad específica por medio del Cociente de mezcla CM.

Se encontró una gran biodiversidad, 89 especies con un CM de 1: 3,54, pertenecientes a 30 familias, las más representadas fueron: Leguminosas, Lauraceas y Euforbiaceas. La dominancia absoluta del total de especies es de 23,7 metros cuadrados por hectárea y la densidad absoluta del total de especies es de 315 árboles por hectárea.

Las especies con mayor IVI (índice de valor de importancia) son: *Ocotea puberula* «Laurel guaica», *Ocotea dyospirifolia* «Laurel ayuí», *Prunus subcoriácea* «Persiguero», *Lonchocarpus leucanthus* «Rabo itá», *Nectandra saligna* «Laurel negro», *Ateleia glazioviana* «Timbó blanco», *Parapiptadenia rígida* «Anchico colorado».

Por hallarse presentes además de éstas otras especies maderables de importancia, se infiere que el predio tiene un significativo valor económico. Debido a la variabilidad encontrada para la densidad y la abundancia respecto de las medias se deduce que el análisis estructural debe ser realizado teniendo en cuenta las variaciones topográficas y edafológicas.

**Palabras claves:** comunidad, estructura, composición florística, importancia ecológica.

### SUMMARY

This present study was carried out at the Guaraní Forest Reserve, owned by the UNaM. This Reserve has a surface of 5342 ha of natural forest, and it is located in the center-east of the composition of the flora, and the structure of the mentioned area. The information that we obtained, here, the province of Misiones-Argentina.

We analysed, here, the composition of the flora, and the structure of the mentioned area. The information that we obtained came from 34 plots of 1/2 ha each, a larger surface than the minimum area of this forest. We counted species, and dbh (10 cm dbh) with these data we found the absolute and relative density, the absolute and relative frequency and the absolute and relative basal area, and the index of the value of importance. Besides, we analysed the specific diversity by means of the quotient of mixture (QM).

We found a great biodiversity, 89 species with a QM of 1:3,54 belonging to 30 families, the ones that appeared most were: Leguminosae, Laureceae, and Euforbiaceae. The absolute basal area of all the species is of 23,7m<sup>2</sup> per ha and the absolute density of all the species of 315 trees per ha.

The species with greater I.V.I (Index of value of importance) are: *Ocotea puberula* "Laurel guaica", *Ocotea dyospirifolia* "Laurel

ayuf", *Prunus subcoriácea* "Persiguero", *Lonchocarpus leucanthus* "Rabo itá", *Nectandra saligna* "Laurel negro", *Ateleia glazioviana* "Timbó blanco", *Parapiptadenia rígida* "Anchico colorado".

As we found other species of commercial importance, we infer that the land has a significant economic value. Due to the variability found according to the density and the abundance with respect to the mean, we deduce that the structural analysis must be done taking into account the topographic and soil variations.

**Key words:** Community, structure, flora composition, ecologic importance.

## INTRODUCCION

El predio Guaraní cuenta con 5342 hectáreas, ubicadas sobre la franja longitudinal central o de las sierras centrales, caracterizándose por su topografía de tipo ondulada con algunas zonas de valles centrales. Su altura s.n.m. se sitúa en torno de los 400 m. ( Plan de ordenación forestal, documento interno del Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales - ISIF ).

Esta región estuvo originariamente cubierta por bosques subtropicales, constituidos por diferentes estratos, que alojan una gran biodiversidad, caracterizados por árboles, arbustos, bambúseas, helechos, enredaderas y epifitas.

El área de estudio ha sido conservada prácticamente en su estado original, estimándose que posee un 50 % de zonas productivas con un volumen aprovechable medio de 37 m<sup>3</sup>/ha (Grance y Maiocco, 1.993). Existen algunos pequeños sectores que han sido aprovechados por poblaciones indígenas que habitan en el predio, y que actualmente se encuentran en diferentes grados de recuperación.

Hasta el momento no existe un estudio detallado de los componentes del estrato arbóreo, salvo nóminas parciales de especies presentes en la región. Cabrera (1.976), en su descripción fitogeográfica de las selvas mixtas, da un listado para una amplia región. Otras listas más recientes y que se refieren con mayor detalle al área de estudio corresponden al plan de ordenación forestal anteriormente citado y al proyecto: Reserva de la Biósfera «YABOTI» (Peticarari, 1992).

El objetivo del presente trabajo es realizar un estudio sobre la composición florística y la estructura del estrato arbóreo, para poder inferir

acerca de la madurez de la masa y su importancia económica.

## MATERIALES Y METODOS

### Area de estudio

El predio « Guaraní » ocupa la Fracción B del Municipio El Soberbio, Colonia Aristóbulo del Valle, Departamento Guaraní. Se encuentra comprendida entre dos límites naturales, al noreste el arroyo Paraíso y al suroeste el arroyo Soberbio. Al noroeste y al suroeste, linda con propiedades del Estado Provincial, las cuales poseen similares superficies de bosques nativos y con buen estado de conservación.

La topografía de tipo ondulada, con zonas de grandes pendientes definen los complejos de suelos denominados 6A, 6B, 9, 3 y 7. (C.A.R.T.A año 1962).

Según Köpen está clasificado como de clima húmedo, constantemente húmedo subtropical; según Thornthwaite como tipo climático hídrico húmedo con pequeña a nula deficiencia de agua y tipo climático térmico como mesotermal con una concentración estival de la evapotranspiración potencial inferior al 48%. La precipitación media es de 1500 mm anuales. La temperatura media promedio es de 27,7 °C, la temperatura máxima promedio de 25 °C y la mínima promedio de 12,2 °C ( Palavecino y Maiocco, 1.995).

El área de estudio conserva la vegetación original de bosque subtropical, casi en su totalidad, presentándose dos excepciones. La primera corresponde a zonas aprovechadas por la población indígena existente, con el sistema de rosado con fuego para realizar agricultura de subsistencia y luego abandonarlo al perder fertilidad, dirigiéndose a otra zona cercana. Como consecuencia de este aprovechamiento, quedan superficies pequeñas en diferente estado de recuperación. La superficie total afectada no sería mayor de 200 ha. La segunda zona alterada es aquella que fue aprovechada por la Facultad de Ciencias Forestales, perteneciente a la Universidad de Misiones, bajo el plan de Ordenación Forestal Cuartel Guaraní I. Esta superficie corresponde a 1000 ha.

En la década del 70, se construyó la Ruta Provincial número 15, siendo ésta la única vía de acceso al área de estudio. Sobre una pequeña franja a los lados de la misma, se efectuó un aprovechamiento selectivo de las especies *Cedrela fissilis* «cedro» y *Myrocarpus frondosus* «incienso».

## METODOLOGIA

Para el estudio de la composición florística y la estructura del bosque nativo en Guaraní, se determinó en primer lugar el área mínima, obteniéndose para las diferentes zonas, valores comprendidos entre 2000 y 4000 metros cuadrados.

El análisis de la información se realizó sobre 34 parcelas de 5000 metros cuadrados, distribuidas uniformemente en la superficie, de modo tal que abarquen toda la gama de variaciones fisiográficas. Para el área intervenida bajo Plan de Ordenación, la toma de datos se efectuó en forma previa, no fueron tomados datos de las zonas aprovechadas por la población indígena ni sobre la franja contigua a la ruta provincial n° 15.

En el presente trabajo se analiza la vegetación arbórea superior a 10 cm. de D.A.P., en parcelas rectangulares de 20 por 250 metros.

Con la información obtenida se estimaron la densidad absoluta y relativa por especie y total, la frecuencia absoluta y relativa por especie, la abundancia absoluta y relativa por especie y total. Los datos de frecuencia dominancia y densidad relativos, fueron utilizados para hallar el IVI (índice de valor de importancia) por especie.

Se analizó la biodiversidad por medio de el Cociente de mixtura CM que es el cociente entre el número de especies y el número de árboles.

La identificación de las especies fue hecha *in situ*, por personal de la cátedra de Dendrología de nuestra Facultad.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Las especies arbóreas halladas en el predio Guaraní, se adjuntan en la Tabla I.

Fueron encontradas 89 especies, pertenecientes a 30 familias botánicas diferentes, siendo las más representadas: Leguminosas (56,7%), luego Lauráceas (20,0%), Euforbiáceas, Rutáceas y Mirtáceas (16,7%), Sapindáceas, Borragináceas y Meliáceas (13,3%).

Los datos estructurales, se adjuntan en la tabla II, la que se halla ordenada de mayor a menor IVI.

El CM (cociente de mezcla) promedio hallado para este bosque es de 1:3,54.

Las especies que tienen mayor I.V.I. son: *Ocotea puberula* «Laurel guaicá», *Ocotea dyospirifolia* «Laurel ayuí», *Prunus subcoriacea* «Persiguero», *Lonchocarpus leucanthus* «Rabo

itá», *Nectandra saligna* «Laurel negro» *Ateleia glazioviana* «Timbó blanco» *Parapiptadenia rígida* «Anchico colorado». Todas ellas se presentan distribuidas homogéneamente, con valores elevados tanto para el número de individuos como para el área basimétrica.

Otras especies como el *Sebastiana brasiliensis* «Lechero» y *Cupania vernalis* «Camboatá colorado» se hallan distribuidas homogéneamente en superficie, pero con reducido área basal.

Luego del *Ocotea puberula* «Laurel Guaicá», el *Ocotea dyospirifolia* «Laurel ayuí» es el que presenta el mayor valor de área basimétrica y un elevado número de individuos por hectárea pero su distribución no es regular en el área de estudio.

Un caso singular es el de la *Apuleia leiocarpa* «Grapia», con un alto valor de dominancia, pero baja frecuencia y densidad, por hallarse ésta frecuentemente en manchones más o menos puros, con una distribución diamétrica ubicada sobre los 50 cm.

Una especie con alta densidad por hectárea pero bajo IVI es la *Rapanea sp* «Resinoso», que también fue hallado formando manchones puros de árboles que no superan los 40 cm. de D.A.P.

En general, se ha observado que algunas especies como el *Ocotea puberula* «Laurel Guaicá», *Balfourodendron riedelianun* «Guatambú», *Apuleia leiocarpa* «Grapia», *Prunus subcoriacea* «Persiguero» y *Rapanea sp* «Resinoso» se presentan de manera repetida formando manchones.

Considerando que las especies que presentan mayores valores de abundancia, son especies características de avanzados estadios sucesionales, se infiere que la comunidad estudiada es madura.

El valor medio de dominancia absoluta es de 23,7 metros cuadrados por hectárea, con una variación comprendida entre los 18 y 32 metros cuadrados por hectárea.

La densidad promedio es de 315 árboles por hectárea, adoptando los siguientes valores extremos: 186 y 417 árboles por hectárea.

De acuerdo a los datos obtenidos, las especies con alto índice de valor de importancia, que a su vez poseen importancia económica, son: *Cedrela fissilis* «Cedro», *Balfourodendron riedelianun* «Guatambú», *Ocotea puberula* «Laurel guaicá», *Parapiptadenia rígida* «Anchico colorado», *Apuleia leiocarpa* «Grapia», *Ocotea dyospirifolia* «Laurel ayuí», *Luhea divaricata* «Sota caballo» y *Patagonula americana* «Guayubira».

## CONCLUSIONES

- El estrato arbóreo del bosque de Guaraní presenta una gran diversidad específica.
- Las especies maderables presentes, le confieren a este predio un significativo valor económico potencial.
- La variabilidad encontrada para el número de árboles y área basal respecto a las medias, indica que el análisis estructural debe ser realizado, teniendo en cuenta las variaciones topográficas y edafológicas, por depender de ello el tipo de bosque presente.

## BIBLIOGRAFIA

- \* Cabrera, A. Regiones Fitogeográficas Argentinas. En: **Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería**. Ed. ACME S.A.C.I. Buenos Aires. 1976.
- \* Dimitri, M. Las áreas Argentinas de Bosques espontáneos. En: **Arboles Forestales Argentinos**. Ed. Librart. 1.972.
- \* Durlo, Cardoso Marchiori y Longhi. A Composicao e Estrutura da Mata Secundaria no valle do rio Jacui. en: **Ciencia e Natura** (4). p:129-139. 1992.
- \* Grance, Luis y Maiocco Domingo C. Comparación de dos criterios de entresaca en el bosque Subtropical Misionero. en: **VII Jornadas Técnicas Ecosistemas Forestales Nativos: Uso Manejo y Conservación**. Eldorado, Misiones. p:284-299. 1.993.
- \* Longhi, Durlo y Cardoso Marchiori. A Vegetacao da Mata Riberinha no curso Medio do Rio Jacui. En: **Ciencia e Natura** (4). p: 151-161. 1992.
- \* Palavecino, J; Maiocco D. 1.995. Levantamiento del Medio Físico del área de investigación forestal Guaraní. Yvyrareta. Número 6. Pg. 50 a 62.
- \* Pereira de Carvalho, Joao Olegário. Analisis Estructural da Regeneracao Natural em Floresta Tropical Densa na Regiao do Tapajós no Estado do Pará. **Tesis de Pós-Graduacao de Maestrado**. Curitiba. 1992.
- \* Perticarari, C. **Proyecto «Yabotí» un área preservada de Biósfera**. 1.992.
- \* **Plan de Ordenación Forestal**. Cuartel Guaraní I. Documento interno del Instituto Subtropical de Investigación Forestal ( I.S.I.F.). 1.989. ■

TABLE I: LISTADO DE LA COMPOSICION FLORISTICA

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE VULGAR	ESPECIES
Anonaceas	<i>Rollinia emarginata</i>	Araticu	AR
Aposinaceas	<i>Aspidosperma australe</i>	Guatambu amarillo	GA
Aquifoliaceas	<i>Ilex paraguariensis</i>	Yerba	YB
Aquifoliaceas	<i>Ilex brevicuspis</i>	Caona	CN
Araliaceas	<i>Didymopanax morototoni</i>	Cacheta	AG
Araliaceas	<i>Dendropanax cuneata</i>	Ombu-ra	OR
Araliaceas	<i>Pentapanax warmingiana</i>	Sabugero	S
Bignoneaceas	<i>Jacaranda micranta</i>	Caroba	CR
Bignoneaceas	<i>Tabebuia alba</i>	Lapacho amarillo	LPA
Bignoneaceas	<i>Tabebuia ipe</i>	Lapacho negro	LP
Bombacaceas	<i>Chorisia speciosa</i>	Samohu	SH
Borraginaceas	<i>Patagonula americana</i>	Guayubira	GB
Borraginaceas	<i>Cordia trichotoma</i>	Peteribi	PV
Borraginaceas	<i>Cordia sp.</i>	Fruto bolita	FL
Borraginaceas	<i>Cordia sp.</i>	Colita	FG
Caricaceas	<i>Jacaratia dodecaphylla</i>	Yacaratia	YC
Euforbiaceas	<i>Sapium haematosperum</i>	Kurupi	KU
Euforbiaceas	<i>Actinostemon concolor</i>	Larangeira	LR
Euforbiaceas	<i>Sebastiania brasiliensis</i>	Lechero	LE

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE VULGAR	ESPECIES
Euforbiaceas	<i>Alchornea irucurana</i>	Mora blanca	MB
Euforbiaceas	<i>Sebastiania Brasiliensis</i>	Blanquillo	BQ
Fitolacaceas	<i>Phytolaca dioica</i>	Ombu	
Flacourtiaceas	<i>Casearia silvestris</i>	Guazatumba	GZ
Flacourtiaceas	<i>Casearia sp.</i>	Burro caa	BC
Gutíferas	<i>Rheedia brasiliensis</i>	Pacuri	PI
Lauracea	<i>Ocotea dyospirifolia</i>	Laurel ayui	LY
Lauraceas	<i>Ocotea puberula</i>	Laurel Guaica	LG
Lauraceas	<i>Ocotea sp</i>	Laurel batalla	LT
Lauraceas	<i>Nectandra saligna</i>	Laurel negro	LN
Lauraceas	<i>Ocotea pulchela</i>	Laurel alayana	LC1
Lauraceas	<i>Nectandra lanceolata</i>	Laurel amarillo	LA
Leguminosa	<i>Erythrina falcata</i>	Seibo	SB
Leguminosa	<i>Parapiptademia rigida</i>	Anchico colorado	AC
Leguminosas	<i>Machaerium sp.</i>	Isapuy-para	ISP
Leguminosas	<i>Lonchocarpus nitidus</i>	Rabo aba	RA
Leguminosas	<i>Gleditsia amorphoides</i>	Espina de corona	EC
Leguminosas	<i>Apuleia leiocarpa</i>	Grapia	GR
Leguminosas	<i>Dalbergia sp.</i>	Isapuy	IS
Leguminosas	<i>Inga sp.</i>	Ingá	IN
Leguminosas	<i>Holocalix Balansae</i>	Alecrin	AL
Leguminosas	<i>Enterolobium contortisilicum</i>	Timbó	T
Leguminosas	<i>Bauhinia candicans</i>	Pata de buey	PY
Leguminosas	<i>Ateleia glazioviana</i>	Timbo blanco	TB
Leguminosas	<i>Albizia hassleri</i>	Anchico blanco	AB
Leguminosas	<i>Myrocarpus frondosus</i>	Incienso	I
Leguminosas	<i>Inga affinis</i>	Inga guazú	IG
Leguminosas	<i>Lonchocarpus leucanthus</i>	Rabo ita	RI
Leguminosas	<i>Lonchocarpus muelhbergianus</i>	Rabo molle	RM
Loganeaceas	<i>Strychnos brasiliensis</i>	Espolon de gallo	EG
Malvaceas	<i>Bastardiopsis densiflora</i>	Loro blanco	LB
Meliaceas	<i>Trichilia hieronimi</i>	Catiguá	CG
Meliaceas	<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro	C
Meliaceas	<i>Cabralea canjerana</i>	Cancharana	CA
Meliaceas	<i>Trichilia catigua</i>	Catiguá	CT
Mirsinaceas	<i>Rapanea sp</i>	Canelon colorado	RP
Mirsinaceas	<i>Rapanea sp</i>	Canelon resinoso	RS
Mirsinaceas	<i>Rapanea sp</i>	Pororooca	PR
Mirtaceas	<i>Britoa guazumaefolia</i>	Siete capotes	ST
Mirtaceas	<i>Eugenia baiporoiti</i>	Ibaporoiti	IB
Mirtaceas	<i>Eugenia pyriformis</i>	Ubajai	UB
Mirtaceas	<i>Campomanesia xantocarpa</i>	Guabira	GU
Mirtaceas	<i>Eugenia involucrata</i>	Cerella	LL
Moraceas	<i>Clorophora tinctoria</i>	Mora amarilla	MA

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE VULGAR	ESPECIES
Moraceas	<i>Sorocea irilifolia</i>	Ñandipá	NP
Palmaceas	<i>Arecastrum romanzofianum</i>	Pindó	PD
Poligonaceas	<i>Ruprechtia laxiflora</i>	Marmelero	M
Rosaceas	<i>Prunus subcoriacea</i>	Persiguero	PG
Rutaceas	<i>Fagara hiemalis</i>	Mamica de cadela	MC
Rutaceas	<i>Balfourodendron riedelianum</i>	Guatamb· blanco	G
Rutaceas	<i>Fagara rhoifolia</i>	Tembetary	TY
Rutaceas	<i>Helietta apiculata</i>	Ibira obi	IO
Rutaceas	<i>Philocarpus pinnatifolius</i>	Jaborandi	JB
Sapindaceas	<i>Cupania vernalis</i>	Camboata colorado	CC
Sapindaceas	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	Maria preta	MP
Sapindaceas	<i>Allophylus edulis</i>	Kokú	K
Sapindaceas	<i>Matayba eleagnoides</i>	Camboata blanco	CB
Sapotaceas	<i>Chrysophyllum gonocarpus</i>	Aguay	AY
Sapotaceas	<i>Chrysophyllum marginatum</i>	Vasuriña	VS
Simarubaceas	<i>Picramnia crenata</i>	Palo amargo	PA
Solanaceas	<i>Solanum verbasifolium</i>	Fumo bravo	FB
Styracaceas	<i>Styrax leprosus</i>	Carne de vaca	CV
Tiliaceas	<i>Luhea divaricata</i>	Sota caballo	SC
Ulmaceas	<i>Celtis tala</i>	Tala	TL
Verbenaceas	<i>Vitex cimosa</i>	Tarumá	TR
A determinar		Palo de capuera	PC
A determinar		Bola de venado	BV
A determinar		Quiebra machado	QM
A determinar			ND
A determinar			NDI
A determinar			NDA

TABLA II: VALORES ESTRUCTURALES

ESPECIES	FREC. ABS.	FREC. RELAT.	DENS. ABS.	DENS. RELAT.	DOMIN. RELAT.	DOMIN. RELAT.	IVI
LG	91.176	2.889	15.063	4.773	2.586	10.919	18.58
LY	64.706	2.050	16.417	5.202	1.924	8.126	15.38
PG	76.471	2.423	24.376	7.724	0.837	3.535	13.68
RI	97.059	3.075	15.682	4.969	1.290	5.446	13.49
LN	88.235	2.796	12.907	4.090	1.224	5.168	12.05
TB	70.588	2.237	16.725	5.299	1.014	4.282	11.82
AC	85.294	2.703	5.866	1.859	1.691	7.140	11.70
MP	82.353	2.610	10.740	3.403	0.898	3.792	9.80
G	64.706	2.050	10.480	3.321	0.889	3.754	9.12
ND	79.412	2.516	13.384	4.241	0.472	1.993	8.75
GR	47.059	1.491	5.265	1.668	1.198	5.058	8.22
GB	76.471	2.423	3.692	1.170	0.997	4.209	7.80

CB	73.529	2.330	7.601	2.408	0.595	2.515	7.25
LA	76.471	2.423	6.601	2.092	0.574	2.424	6.94
SC	70.588	2.237	4.740	1.502	0.719	3.037	6.78
CC	79.412	2.516	7.288	2.309	0.361	1.523	6.35
RS	17.647	0.559	13.250	4.198	0.308	1.300	6.06
C	76.471	2.423	4.313	1.367	0.452	1.910	5.70
LE	82.353	2.610	7.066	2.239	0.142	0.599	5.45
YB	55.882	1.771	5.813	1.842	0.392	1.655	5.27
IS	67.647	2.144	4.677	1.482	0.319	1.347	4.97
PD	35.294	1.118	8.083	2.561	0.252	1.066	4.75
RP	29.412	0.932	9.333	2.957	0.176	0.741	4.63
IO	61.765	1.957	4.417	1.399	0.259	1.096	4.45
SB	58.824	1.864	2.725	0.863	0.323	1.363	4.09
AL	52.941	1.678	2.447	0.775	0.254	1.074	3.53
BQ	50.000	1.584	3.694	1.171	0.172	0.728	3.48
K	55.882	1.771	3.821	1.211	0.116	0.490	3.47
I	55.882	1.771	1.957	0.620	0.247	1.041	3.43
TR	50.000	1.584	2.146	0.680	0.272	1.149	3.41
GZ	58.824	1.864	2.871	0.910	0.096	0.407	3.18
VS	55.882	1.771	2.674	0.847	0.131	0.554	3.17
GU	55.882	1.771	2.500	0.792	0.106	0.449	3.01
AR	41.176	1.305	4.270	1.353	0.078	0.331	2.99
MC	50.000	1.584	2.795	0.886	0.060	0.254	2.72
M	41.176	1.305	1.154	0.366	0.218	0.921	2.59
FB	35.294	1.118	3.068	0.972	0.086	0.362	2.45
CN	26.471	0.839	3.295	1.044	0.126	0.533	2.42
CV	35.294	1.118	1.937	0.614	0.131	0.552	2.28
PC	17.647	0.559	4.500	1.426	0.069	0.290	2.27
AY	32.353	1.025	2.230	0.707	0.092	0.387	2.12
PV	38.235	1.212	1.482	0.470	0.097	0.409	2.09
QM	23.529	0.746	3.041	0.964	0.084	0.356	2.07
JB	32.353	1.025	2.624	0.831	0.034	0.143	2.00
CT	20.588	0.652	2.692	0.853	0.059	0.251	1.76
AG	20.588	0.652	1.136	0.360	0.165	0.695	1.71
O	32.353	1.025	0.596	0.189	0.091	0.386	1.60
RM	32.353	1.025	1.086	0.344	0.054	0.227	1.60
NDI	26.471	0.839	1.833	0.581	0.040	0.167	1.59
IB	20.588	0.652	1.919	0.608	0.075	0.318	1.58
ISP	29.412	0.932	0.884	0.280	0.086	0.364	1.58
GA	35.294	1.118	0.785	0.249	0.028	0.118	1.49
LB	20.588	0.652	0.684	0.217	0.146	0.615	1.48

ESPECIES	FREC. ABS.	FREC. RELAT.	DENS. ABS.	DENS. RELAT.	DOMIN. RELAT.	DOMIN. RELAT.	IVI
PA	26.471	0.839	1.119	0.354	0.030	0.126	1.32
CG	23.529	0.746	1.351	0.428	0.018	0.076	1.25
LR	23.529	0.746	1.351	0.428	0.016	0.069	1.24
EG	23.529	0.746	0.778	0.246	0.032	0.135	1.13
BV	17.647	0.559	1.333	0.422	0.028	0.116	1.10
AB	23.529	0.746	0.636	0.202	0.033	0.140	1.09
KU	23.529	0.746	0.836	0.265	0.017	0.073	1.08
CR	11.765	0.373	0.753	0.238	0.070	0.295	0.91
EC	17.647	0.559	0.477	0.151	0.039	0.167	0.88
TL	17.647	0.559	0.467	0.148	0.009	0.036	0.74
TY	17.647	0.559	0.285	0.090	0.020	0.083	0.73
LPA	14.706	0.466	0.343	0.109	0.028	0.117	0.69
CA	11.765	0.373	0.409	0.130	0.031	0.130	0.63
UB	14.706	0.466	0.351	0.111	0.009	0.040	0.62
OR	11.765	0.373	0.583	0.185	0.013	0.053	0.61
FL	11.765	0.373	0.500	0.158	0.015	0.062	0.59
LL	11.765	0.373	0.336	0.106	0.007	0.031	0.51
SH	11.765	0.373	0.159	0.050	0.011	0.048	0.47
PY	8.824	0.280	0.333	0.106	0.005	0.022	0.41
LC1	2.941	0.093	0.167	0.053	0.059	0.248	0.39
ST	8.824	0.280	0.235	0.074	0.008	0.034	0.39
PR	5.882	0.186	0.500	0.158	0.007	0.029	0.37
RA	8.824	0.280	0.152	0.048	0.007	0.031	0.36
LT	5.882	0.186	0.051	0.016	0.013	0.055	0.26
MB	5.882	0.186	0.167	0.053	0.004	0.015	0.25
S	2.941	0.093	0.227	0.072	0.019	0.081	0.25
NDA	5.882	0.186	0.083	0.026	0.001	0.006	0.22
BC	2.941	0.093	0.167	0.053	0.006	0.026	0.17
FG	2.941	0.093	0.167	0.053	0.004	0.016	0.16
T	2.941	0.093	0.167	0.053	0.003	0.012	0.16
IN	2.941	0.093	0.167	0.053	0.002	0.010	0.16
YC	2.941	0.093	0.083	0.026	0.003	0.015	0.13
NP	2.941	0.093	0.083	0.026	0.001	0.006	0.13
IG	2.941	0.093	0.025	0.008	0.003	0.012	0.11
LP	2.941	0.093	0.025	0.008	0.003	0.012	0.11
PI	2.941	0.093	0.051	0.016	0.001	0.003	0.11
MA	2.941	0.093	0.051	0.016	0.001	0.003	0.11
TOTAL	3155.882	100.000	315.593	100.000	23.680	100.000	300.00

## FICHA TECNICA ARBOLES DE MISIONES

### *Cedrela fissilis* Vellozo

\* Héctor M. Garland

\* Helga Vogel

\* Alicia V. Bohren

\* Luis A. Grance

\* José Cabral

Sin: *Cedrela tubiflora* Bertoni  
*Cedrela brasiliensis* ADR. Jussieu  
N.V.: "Cedro"; "cedro colorado"; "cedro misionero", "cedro rosado", "yapora-izf", "igary".  
Familia: Meliaceae

#### ASPECTOS DENDROLOGICOS

Especie con una amplia distribución geográfica, se extiende desde Costa Rica hasta el noreste de Argentina. En nuestro país se restringe a la Selva Misionera en el distrito de las Selvas Mixtas, donde su frecuencia varía entre 1,76 y 6,88 ejemplares por hectárea. Prefiere los suelos profundos, húmedos bien drenados y con textura franco-arenosa a arcillosa. Árbol de temperamento heliófilo, lo que lo ubica en el estrato arbóreo superior.

De porte mediano a grande, alcanza hasta 30 m de altura total; el diámetro normal medio varía entre 27,09 y 42,07 cm (máximo 120 cm) y la altura media de fuste entre los 4,82 y 7,55m (máxima de 15 m). (Garland M. y M. Parussini, 1990). Posee hábito de copa alta y follaje caduco. (Foto 1).

En estado de **plántula** presenta cotiledones epigeos, opuestos, peciolados. Lámina cotiledonar de forma elíptica, discolor, de consistencia membranosa, superficie lisa y glabra; ápice redondeado, base ligeramente auriculada a plana, borde liso y entero. Primer par de hojas compuestas, pinadas (trifolioladas), opuestas, pecioladas, con ráquis canaliculado y pubescente; láminas de los folíolos elíptico lanceoladas, discolor, de consistencia membranosa y superficie ligeramente rugosa; el folíolo terminal presenta uno o más dientes a partir del tercio basal. Segundo par de hojas compuestas, imparipinadas, alternas, pecioladas, triyugadas, con el folíolo terminal de mayor tamaño que los laterales. El hipocótilo es recto, de sección circular y pubescente. El sistema radicular consta inicialmente de un eje principal, desarrollándose posteriormente numerosas ramificaciones secundarias.

Al estado de **renuevo** presenta una ramificación tardía, adoptando el fuste una forma esbelta y libre de ramas. Presenta ramos engrosados y rígidos; con nudos bien demarcados y entrenudos cortos; totalmente cubiertos por una pubescencia



Foto1 *Cedrela fissilis* Vellozo. Vista general del árbol. Foto Ing. Beatriz I. Eibl.

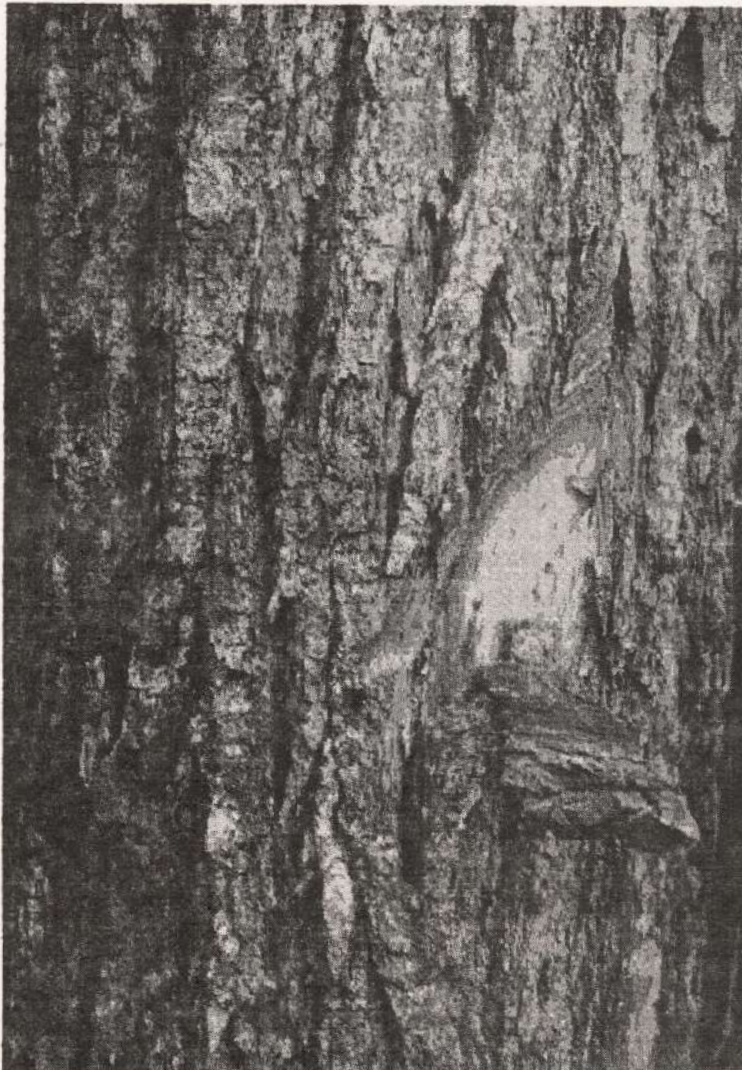


Foto 3: *Cedrela fissilis* Vellozo. diseño de corteza agrietado.  
Foto Ing. H. M Gartland

ferrugínea notable. Las cicatrices foliares son obdeltoides, otras veces semicirculares, acorazonadas o anchamente semilunares, de superficie plana a ligeramente cóncava con los ratos líbero-leñosos notablemente demarcados. La yema apical es terminal y se encuentra protegida por los primordios foliares; las axilares son solitarias, globosas, peruladas y con abundante tomento ferrugíneo. Médula de forma circular, blanquecina, homogénea, de consistencia esponjosa y ubicación central. Los renuevos presentan corteza áspera por la concurrencia de lenticelas y cicatrices foliares. Estas lenticelas son elípticas, circulares y a veces reniformes, de color castaño-claro a castaño-rojizo, disposición vertical y abundante tejido de relleno; su distribución es difusa y la densidad media a baja.

En ejemplares adultos el fuste es recto a

tortuoso, de sección cilíndrica a ovalada; con base reforzada por raíces tabulares. La corteza es persistente, de coloración pardo-grisácea, el ritidoma presenta generalmente un diseño agrietado, con grietas longitudinales (Foto 2); en otros casos presentan escamas rectangulares longitudinales, (Foto 3). La estructura interna es laminar muy característica, y la textura fibrosa.

En estado adulto el árbol presenta una copa de forma orbicular a irregular; con sus hojas agrupadas en las proximidades del ápice de las ramificaciones, adoptando una estructura del tipo en aglomerados; la ramificación es ascendente y dicotómica y de follaje denso. Las hojas son compuestas pinadas, con (8) 12-15 (21) yugas, pecíolo de (5) 7-9 (15) cm de longitud, ráquis de (15) 40-60 (72) cm de largo, alternas. Folíolos opuestos o subopuestos, sésiles o subsésiles, de (5) 9-13 (19) cm de largo y (2) 3-4 (5) cm de ancho; aovado-lanceolados o elíptico-lanceolados, a veces falcados; subsimétricos o inequiláteros; enteros, de base asimétrica (aguda de un lado y obtusa del otro), ápice agudo o acuminado; Láminas foliares con la cara superior glabra y brillante, y el envés cubierto de pelos, predominando éstos en el margen y bordes de nervaduras, por lo, general presentan domacios en las axilas de los nervios secundarios.

Inflorescencia en panículas laterales o subterminales, con brácteas caducas; ráquis densamente pubescente. Flores unisexuales, pero con presencia de vestigios muy desarrollados del sexo opuesto. Pedicelos densamente tomentosos de 1-2 mm de longitud. Cáliz formado por 5 sépalos soldados en la base, estos superficial y regular o irregularmente dentados, con dientes obtusos o apiculados, a veces con 1 o 2 hendiduras longitudinales, densamente pubescente. Pétalos 5, libres, imbricados, oblongos a elíptico-oblongos, carnosos, densamente tomentosos, de color blanco-verdoso hasta rosados o rojizos. Estambres 5, libres; adnatos en la base a un delgado ginóforo, anteras en las flores masculinas más conspicuas que en las flores femeninas. Ovario de las flores femeninas globoso u ovoide, glabro, 5-locular, cada lóculo con 8-12 óvulos, en las flores masculinas es delgado, con lóculos desarrollados pero óvulos muy pequeños.

El fruto es una cápsula septífraga piriforme, leñosa, de 6-7,5 cm de longitud x 2,5-4 cm de



Foto 4: *Cedrela fissilis* Vellozo. Diseño de corteza escamosa.  
Foto :Ing. Constantino Zaderenko

diámetro, 5-valvar; superficie de coloración pardo-oscuro, áspera con lenticelas ocráceas muy notables; placenta central acanalada, leñosa que se extiende hasta el ápice de la cápsula.

El Cedro presenta semillas aladas, de forma elíptica o cultriforme, alcanzando 15-45 mm de longitud x 3-12 mm de ancho con el ala membranoso.

#### CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA

Albura de color blanco-amarillenta a rosada. El duramen es de color castaño rojizo. Presenta un diseño rayado originado por los elementos constitutivos del leño: el tejido fibroso es liso en contraposición al vascular, además la demarcación de los anillos origina un suave diseño angular. La madera posee textura mediana a gruesa, grano oblícuo, brillo dorado en las caras longitudinales, olor agradable muy característico. Es liviana a moderadamente pesada. Tiene retractibilidad lineal y volumétrica baja, y excelente estabilidad dimensional. Posee moderada resistencia al ataque de organismos xilófagos.

Los anillos de crecimiento son bien demarcados debido a la porosidad semicircular del leño.

Los poros son solitarios o múltiples radiales cortos de 2 y 3. Los vasos presentan placas de perforación simple. El parénquima es apotraqueal en bandas y difuso, también paratraqueal.

**USOS:** El cedro es utilizado en mueblería, carpintería, confeccionándose también chapas para placas y compensados. Se aplica para marcos, estanterías, molduras, muebles finos, instrumentos musicales, revestimientos, etc. También se utiliza la corteza que posee propiedades medicinales (astringente, febrífugo).

#### PROPIEDADES FISICAS

(madera con 15 % de humedad):

Densidad (Kg/cm <sup>2</sup> ):	0,550
Contracciones (%):	
Tangencial (T):	6,2
Radial (R):	4,1
Volumétrica (V):	11,6
Relación T/R:	1,5

#### PROPIEDADES MECANICAS

(madera con 15 % de humedad):

Flexión (Kg/cm <sup>2</sup> ): Módulo de rotura:	720
Módulo de elasticidad:	91000

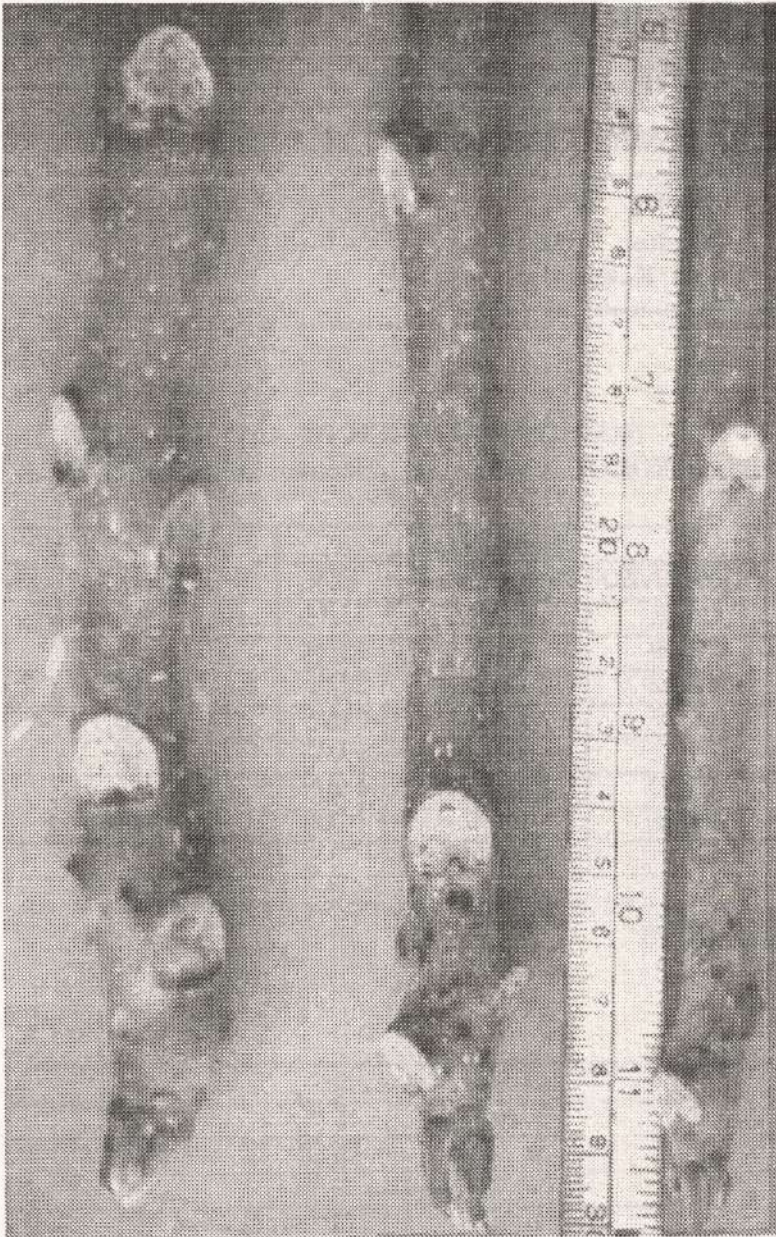


Foto 2: *Cedrela fissilis* Vellozo. Rámulo de renuevo. Foto Ing. Héctor M. Gartland

<u>Compresión axial (Kg/cm<sup>2</sup>):</u>	
Módulo de rotura:	440
Módulo de elasticidad:	100000
<u>Dureza (Kg/cm<sup>2</sup>):</u> Normal a las fibras:	360

## BIBLIOGRAFIA

- \* DIMITRI, J. M. 1973. Libro del Arbol. Celulosa Argentina.
- \* FONTQUER. 1977. Diccionario de Botánica. Edit. Labor.

\* GARTLAND, H. M.; BOHREN, A. V.; MUÑOZ, D. y OTTENWELLER, G. 1991. Descripción y reconocimiento de las principales especies forestales de la Selva Misionera en el estado de plántula. Revista YVYRARETA. Año 2. Nro. 2. I.S.I.F. Facultad de Cs. Forestales Eldorado Misiones. U. Na. M.

\* GARTLAND, H. M. y PARUSSINI, M. 1990. Caracterización dendrométrica de treinta especies forestales de Misiones (primera entrega). Revista YVYRARETA. Año 1. Nro. 1. I.S.I.F. Facultad de Cs. Forestales Eldorado Misiones. U. Na. M.

\* GARTLAND, H. M. y SALAZAR, W. 1992. Descripción y reconocimiento de las principales especies forestales de la Selva Misionera en el estado de Renuevo. Revista YVYRARETA. Año 3. Nro. 3. I.S.I.F. Facultad de Cs. Forestales Eldorado Misiones. U. Na. M. p: 117 - 129.

\* JIMENEZ SAA, J. H. 1967. La identificación de los árboles tropicales utilizando características del tronco y de la corteza. Turrialba. Costa Rica.

\* PARODI, Lorenzo. 1978. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Editorial ACME S.A.C.I. Bs. As.

\* TINTO, J. 1980. Manual para el estacionamiento de Maderas Misioneras. Consejo Federal de Inversiones.

\* TOTORELLI, Lucas A. 1956. Maderas y Bosques Argentinos. Editorial ACME S.A.C.I. Bs. As.

\* ROTH, I. 1981. Structural patterns of Tropical barks. Handbuch der Pflanzenanatomie. Enciclopedia of Plant anatomy. Traité D'Anatomie Vegetale. Band IX. Teil 3. Berlin.

\* COZZO, D. 1975. Arboles forestales, Maderas y Silvicultura de la Argentina. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo II. Fascículo 16 - 1. Edit. Acme. Bs. As.

\* KLEIN, R. 1984. Meliáceas. Flora Ilustrada Catarinense. Itajaí, Brasil.

\* PENNINGTON, T. D. 1981., FLORA NEOTROPICA, Monograph N° 28: 361-366 ■

## FICHA TECNICA ARBOLES DE MISIONES: *Cedrella fissilis* Vellozo

\* Beatriz Eibl

\* Fidelina Silva

\* Alicia Bobadilla

### FENOLOGIA

**ESPECIE: NOMBRE COMUN:** Cedro

**NOMBRE CIENTIFICO:** *Cedrela fissilis*

**CUADRO:** Fechas promedio de las FASES FENOLOGICAS en sus diferentes MOMENTOS

FASE FENOLOGICA	MOMENTO			NUMERO DE DIAS DE LA FASE
	COMIENZO	PLENITUD	FIN	
BROTACION	30/08	04/10	15/11	77
FLORACION	23/09	21/10	17/11	55
CAMBIO COLOR DEL FOLLAJE	29/02	12/04	23/05	93
CAIDA DEL FOLLAJE	07/03	23/04	29/05	83
CRECIMIENTO DEL FRUTO	13/12	06/02	19/03	96
MADURACION DEL FRUTO	25/02	24/03	14/05	78
CAIDA DEL FRUTO	12/05	29/06	16/08	91
DESCANSO sin FOLLAJE	12/12 al 10/02			

FUENTE: Proyecto «Fenología de Especies Forestales Nativas», EIBL, B.; SILVA, F.; BOBADILLA, A.; OTTENWELLER, G.; ISIF. Fac. Cs. Ftales. UNaM- Eldorado- Misiones- R.A. Período 1984/91

### SEMILLAS Y FRUTOS

TIPO DE FRUTO	cápsula dehiscente
FECHA DE COSECHA	mayo/julio
ACONDICIONAMIENTO DE LA SEMILLA	se separan facilmente las semillas del fruto
TRATAMIENTO PREGERMINATIVO	sin tratamiento
CONDICIONES DE GERMINACION	almacigos a media sombra
SUSTRATO DEL ALMACIGO	1/3 arena + 1/3 materia orgánica + 1/3 arcilla
PORCENTAJE DE GERMINACION	60%
NUMERO DE DIAS DEL ENSAYO	30 días
NUMERO DE DIAS PARA EL INICIO DE LA GERMINACION	10 días
NUMERO DE FRUTOS PROMEDIO POR Kg.	76
NUMERO DE SEMILLAS PROMEDIO POR Kg.	35.500
NUMERO DE SEMILLAS PROMEDIO POR FRUTO	52
PESO PROMEDIO DE LA SEMILLA EN gr.	0,03
PESO PROMEDIO DEL FRUTO EN gr.	13.2
ALMACENAMIENTO-VIABILIDAD	semilla recalcitrante

FUENTE: Eibl, B.; y col. Ensayos de germinación y análisis cuantitativo en semillas de especies forestales nativas de Misiones. R.A. YVYRARETA, nº5. 1994. pp.33-48.

## CULTIVO *IN VITRO* DE GUATAMBÚ BLANCO (*Balfourodendron riedelianum*) y CEDRO MISIONERO (*Cedrela fissilis*).

Niella, S. P.<sup>1</sup>  
A. M. Noguera<sup>2</sup>  
J. L. Vera<sup>3</sup>  
F. O. Niella<sup>1</sup>

### RESUMEN

Los bosques tropicales representan un gran potencial como fuente de madera para la industria y para leña; sin embargo, la destrucción de los mismos es causa de preocupación. La necesidad de conservación de germoplasma *ex situ* es urgente, debido a los problemas de regeneración que los mismos sufren *in situ*, ya sea por la pobre producción de semillas, baja viabilidad semillas y plantulas y/o esterilidad, o por las presiones sociales. El desarrollo de protocolos de micropropagación de especies forestales tropicales, no solo revisten importancia para la conservación de los mismos, pero también, permitirían acelerar los programas de mejoramiento genético, brindando una ganancia genética significativa en un corto período de tiempo.

El objetivo del presente trabajo fue iniciar el desenvolvimiento de un protocolo para la micropropagación de dos especies nativas, Guatambú y Cedro, y organogenesis a partir de segmentos de hojas. Dos medios de cultivos fueron ensayados: MS y WPM, suplementados con diferentes concentraciones de BAP y ANA. Fue posible obtener material rejuvenecido para el establecimiento *in vitro*, sumergiendo en agua las ramas de arboles adultos, para inducir a la brotación en laboratorio. El establecimiento *in vitro* de guatambú se obtuvo en medio de MS suplementado con 0.5 mg/l de BAP y 0.03 mg/l de ANA. En el establecimiento de Cedro no se observaron diferencias significativas entre los medios utilizados. Se indujo a la formación de callos y raíces a partir del cultivo de segmentos de hojas.

**Palabras claves:** *Balfourodendron*

*riedelianum*, *Cedrela fissilis*, Organogenesis, Cultivo de tejidos.

### ABSTRACT

The tropical forests represents a great potential as a source of timber for the industry and fuel wood. However, the depletion of those forests is a cause of concern. The needs for a program of *ex situ* germplasm conservation is urgent, since its regeneration in the wild is endangered due to regeneration problems like poor seed set, poor viability of seed and seedlings or sterility, and social pressure. The development of micropropagation protocols for tropical species is not only important from the point of view of conservation, but also to bring about quicker short-term tree improvement by capturing the existing genetic variation.

The goal of this research was to develop a micropropagation protocol for two native species, guatambu and cedro, and to induce organogenesis from leaf pieces culture *in vitro*. Two media were tested: MS and WPM, supplemented with different concentration of BAP and ANA. It was possible to obtain juvenile material from branches immersed in water in a laboratory environment. Guatambú was successfully established and multiplied *in vitro* in MS medium, supplemented with 0.5 mg/l BAP and 0.03 mg/l ANA. Cedro was also established with no significant differences between the treatments. Callus and root induction was observed on leaf pieces cultured *in vitro*.

**Key words:** *Balfourodendron riedelianum*, *Cedrela fissilis*, Organogenesis, Tissue culture.

### INTRODUCCIÓN

Los bosque tropicales son un recurso de alto valor potencial como fuente de madera de calidad, pulpa y/o leña. Sin embargo, la destrucción de los mismos es causa de preocupación. La continua disminución y/o fragmentación del hábitat natural de las especies en ecosistemas tropicales y

1 Investigador - Facultad de Ciencias Forestales - Universidad Nacional de Misiones

2 Docente - Facultad de Ciencias Forestales - Universidad Nacional de Misiones

3 Estudiante - Licenciatura en Genética - Universidad Nacional de Misiones

subtropicales, han reducido el tamaño de la población por debajo de los niveles necesario para que una regeneración natural exitosa asegure la sobrevivencia de la especie. Se comprometen así seriamente los programas de conservación *in-situ* en áreas protegidas. Es en este contexto, que la conservación ex-situ toma relevancia como componente necesaria en un programa de conservación de la biodiversidad (Heywood, 1992; Mattick et al., 1992).

La micropropagación de árboles selectos por sus características de forma, crecimiento rápido, calidad de la madera y resistencia a enfermedades, brinda una ganancia genética significativa en un corto período de tiempo. El desarrollo de un protocolo rápido de micropropagación tendría un impacto económico importante, y la ventaja de permitir la obtención de grandes cantidades de propágulos, comparado con los métodos convencionales de macropropagación (Mascarenhas y Muralidharan, 1993).

Experiencias desarrolladas en el cultivo de tejido de especies tropicales es limitado en comparación con los trabajos realizados con especies del bosque templado. Con respecto a trabajos realizados en cultivo de tejidos de especies de la provincia de Misiones, merece citarse el trabajo publicado por Angeloni et al., 1992, en cedro (*Cedrela tubiflora*).

El objetivo del presente trabajo fue desarrollar un protocolo que permita el establecimiento y multiplicación *in vitro* de dos especies nativas, y la inducción a organogenesis a partir de segmentos de hojas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Material vegetal

Las especies ensayadas fueron las siguientes: Guatambú blanco (*Balfourodendron riedelianum*) y Cedro misionero (*Cedrela fissilis*), utilizando material proveniente de árboles adultos rebrotados en laboratorio y plantas de tres años. Los explantos establecidos *in vitro* consistieron de segmentos uninodales proveniente de brotes nuevos y segmentos de hojas.

### Preparación del explanto

**Rebrote de árboles adultos:** Durante el mes de mayo se cortaron ramas laterales de la base de la copa de árboles localizados en el municipio de Eldorado, provincia de Misiones, las cuales se mantuvieron en bolsas de polietileno hasta su arribo al laboratorio. Las ramas fueron sumergidas en frascos con agua, previo corte fresco de las

bases, a temperatura ambiente, y 12 horas de luz incandescente. Dos veces por semanas se renovaba el agua de los frascos, y las ramas eran rociadas con benlate (450 mg/l). Al cabo de 15 días las ramas comenzaron a brotar y el agua fue cambiada por solución de Knop. Cuando los brotes alcanzaron tres cm de longitud, y por lo menos contenían dos yemas, fueron cortados y utilizados como explantos para el establecimiento *in vitro*.

### Rebrote a partir de plantas de tres años:

Plantas provenientes del vivero de la facultad de Ciencias Forestales de Eldorado, UNaM, fueron decapitadas para forzar de esa manera la inducción de brotes laterales. El material fue mantenido en laboratorio, a temperatura ambiente, y 12 horas de luz.

### Esterilización:

La siguiente metodología de esterilización se utilizó en forma estándar para todos los explantos: Inmediatamente de cortados, los brotes fueron puestos bajo agua corriente durante cinco minutos. Luego de defoliados y seccionados en segmentos de por lo menos dos yemas cada uno, los segmentos y hojas fueron sumergidos en etanol al 70 %, por un minuto, seguido de una inmersión en solución de lavandina comercial al 10 % con dos gotas de detergente comercial, durante cinco minutos, con agitación. Los explantos así esterilizados fueron llevados a la cámara de flujo laminar y enjuagados tres veces con agua destilada estéril, dos minutos cada enjuague, seguido de una segunda inmersión en lavandina al 5 % por cinco minutos y tres enjuagues con agua estéril.

### Medios de cultivo

Los medios de cultivos ensayados fueron los siguientes: Murashige and Skoog (MS) (Murashige y Skoog, 1962) y Woody Plant Medium (WPM) (McCown y Sellmer, 1987), suplementados con 2.5 % de sacarosa, 0.8 % de agar, pH al 5.8 +/- 0.05. En el cultivo de segmentos nodales las siguientes combinaciones y concentraciones de BAP (Benzylamino purina) y ANA (Acido naftaleno acético) fueron ensayadas: 0.3, 0.5, y 0.8 mg/l BAP y 0.03 y 0.05 ANA. Para el cultivo de segmentos de hojas se ensayaron las siguientes concentraciones y combinaciones de BAP y ANA: 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, y 2.5 mg/l de BAP y 0.1, 0.2, y 0.5 mg/l de ANA.

### Cultivo

Los segmentos nodales estériles, fueron

seccionados en segmentos conteniendo una sola yema, e inmediatamente cultivados en los medios de cultivos arriba mencionados. Se usaron tubos de cultivos de 2.5 cm de diámetro y 11 cm de alto de base plana, tapados con doble capa de resinite y cultivados a 27 °C +/- 2 °C de temperatura, y un fotoperíodo de 16 horas de luz fluorescente. Todos los tratamientos fueron repetidos cinco veces.

Los subcultivos fueron llevados a cabo en MS, suplementados con 0.5 mg/l de BAP y 0.05 mg/l de ANA, suplementados en algunos casos con carbón activado al 1 %.

El cultivo de hojas se llevo a cabo de la siguiente manera: hojas provenientes de los rebrotes de plantas de tres años en laboratorio fueron seccionadas en segmentos de aproximadamente 0.5 cm, pertenecientes a la base, centro y ápice de la hoja, cultivándose en frascos conteniendo 50 ml de medio de cultivo, con su cara abaxial o adaxial indistintamente en contacto con el medio. Los cultivos se mantuvieron a la luz, con un fotoperíodo de 16 horas de luz fluorescente, a 27 °C +/- 2°C (Rocha S. P., 1991).

## RESULTADOS

### Guatambú Blanco (*Balfourodendron riedelianum*)

#### Segmentos nodales

##### a) Establecimiento

El porcentaje de contaminación de los explantos provenientes de rebrote de rama fue de un 30 %, indicando que la metodología de esterilización debe ser optimizada. Mientras que los porcentajes bajos de contaminación (5%), observados para el material proveniente del rebrote de plantas de tres años, indican que la metodología de esterilización utilizada, fue la apropiada.

Los resultados obtenidos como respuesta a los medios de cultivos, indican que el mejor desarrollo del explanto y producción de brotes se obtuvo en los explantos cultivados en medio de MS, suplementado con 0.5 mg/l de BAP y 0.03 mg/l de ANA, con un promedio de dos brotes por explantos, después de tres semanas de establecidos.

##### b) Subcultivos

Los brotes obtenidos *in vitro* fueron subcultivados al medio MS con las mismas concentraciones de BAP y ANA. Las observaciones obtenidas al cabo de un mes de subcultivados indicaron una tasa de multiplicación de dos brotes por explantos, observándose también, que las hojas que permanecían en contacto con el medio, formaban callos verdes y vigorosos. También fue posible observar problemas de vitrificación en un 20 %

de los explantos. Cuando los explantos fueron subcultivados a un medio de la misma composición que el anterior pero suplementado con carbón activado al 1 %, se observó una disminución en la vitrificación y elongación de los brotes, en un promedio de 3 cm al cabo de cinco semanas, mientras que los explantos subcultivados a medio sin carbón activado, formaron callos y no elongaron. Después de seis meses del establecimiento se obtuvo una tasa de regeneración baja (10%), los explantos fueron subcultivados cuatro veces, elongaron un promedio de 5 cm. Actualmente se esta desarrollando un protocolo para multiplicación y enraizamiento.

#### Cultivo de hojas

Se observó formación de callos en todos los tratamientos ensayados, excepto en el tratamiento donde la concentración de BAP y ANA fue 5 mg/l y 0.5 mg/l respectivamente. La mayor producción de callos se observó cuando la concentración de BAP fue de 2.5 mg/l

### Cedro misionero (*Cedrela fissilis*)

#### Segmentos nodales

##### a) Establecimiento

El porcentaje de contaminación observado en el material proveniente de rebrote de ramas fue de un 80 %, lo cual indica que la metodología de esterilización debe ser optimizada. Mientras que para el material proveniente del rebrote de plantas de tres años, el 12 % de contaminación observada indica que la metodología de esterilización utilizada fue apropiada. Los resultados obtenidos como respuesta a los medios de cultivos, indican que no existen diferencias significativas con los medios ensayados, MS y WPM.

##### b) Subcultivos

En el primer subcultivo se observaron diferencias en la respuesta del explanto a las distintas concentraciones de BAP utilizadas. Se observó formación de callos en los subcultivos en medio suplementado con 0.1 mg/l de BAP. Al cabo de cuatro meses y tres subcultivos los explantos elongaron 3 cm en promedio, pero fueron perdiéndose debido a la formación de callos o amarronamiento.

#### Cultivo de hojas

Después de 25 días del cultivo, los segmentos de hojas presentaron formación de raíces adventicias en las nervaduras de las mismas. Los segmentos pertenecientes a la región central de la hoja formaron una mayor proporción de callos y raíces. Con

respecto a la concentración y combinación de BAP y ANA, aquellos cultivos en los cuales la relación de BAP/ANA era 10/1 respectivamente (1.0 mg/l BAP/0.1 mg/l ANA; 2.0 mg/l BAP/0.2 mg/l ANA) presentaron un mayor desarrollo de callos. Cuando los valores de la relación BAP/ANA se alejaban de 10/1, ya sea aumentando o disminuyendo, la formación de callos y raíces disminuyó.

### DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos demuestran la factibilidad de establecer *in vitro* material joven y adulto de guatambú y cedro. La inducción de brotes a partir de ramas sumergidas en agua en laboratorio probó ser una técnica apropiada para obtener material rejuvenecido para el establecimiento *in vitro*. Las ramas fueron cosechadas solamente en el mes de mayo y junio, siendo necesario entonces, continuar las observaciones en los sucesivos meses para determinar la época óptima que permita obtener la mayor producción de brotes por rama.

En guatambú fue factible determinar el medio de cultivo óptimo para el establecimiento de explantos provenientes de rebrote de ramas o plantas de dos y tres años. Si bien la tasa de regeneración fue baja, los explantos sobrevivieron seis subcultivos y elongaron cinco centímetros. Fue posible la inducción de callos a partir de segmentos de hojas, los cuales se mantuvieron verdes por más de ocho semanas. Resulta alentador las observaciones obtenidas indirectamente del cultivo *in vitro* de segmentos nodales cuyas hojas en contacto con el medio de cultivo formaron callos verde oscuro, con nódulos. Esto nos indica que la factibilidad de inducir brotes se incrementa (posiblemente por tratarse de material más rejuvenecido y proveniente de un microambiente especial). En la actualidad, se realizan en nuestro laboratorio ensayos para el desenvolvimiento de un protocolo de multiplicación y enraizamiento.

La formación de raíces en el cultivo de segmento de hojas de Cedro, permiten especular sobre la existencia de altas concentraciones de auxinas endógenas.

De lo observado en esta serie de experimentos, se puede concluir que:

1. La metodología de sumergir ramas en agua para la obtención de brotes nuevos para cultivo *in vitro* es apropiada.
2. El establecimiento *in vitro* de guatambú es posible en medio MS, suplementado con 0.5

- m/l de BAP y 0.03 mg/l de ANA y en cedro ambos medios, MS o WPM pueden ser utilizados.
3. La metodología de esterilización debe ser optimizada.
4. La presencia de carbón activado en el medio de cultivo es importante, para permitir la elongación de los brotes de guatambú obtenidos *in vitro*.
5. Es posible la inducción de callos a partir del cultivo de segmentos de hojas de guatambú y de callos y raíces en cedro. Es necesario continuar con los estudios tendiente a la inducción de brotes adventicios.

### BIBLIOGRAFÍA

- \* Angeloni, P. N., L.A. Mroginski, H. Y. Rey, E. A. Flachslund y M. C. Inda. 1992. Establecimiento *in vitro* de especies de los géneros *Gleditsia*, *Prosopis*, *Toona* y *Cedrela*. FACENA 9: 135-150. Facultad de Ciencias Exactas Y Naturales y Agrimensura, Corrientes, Argentina.
- \* Heywood, V. H. 1992. Efforts to conserve tropical plants-A global perspective. En: Conservation of plant genes-DNA banking and *in vitro* biotechnology. Adams y Adams eds. Academic Press, Inc. San Diego, New York, Boston, London, Tokio, Toronto.
- \* Mascarenhas, A. F. y E. M. Muralidharan. 1993. Clonal Forestry with Tropical Hardwoods. En: Clonal Forestry II, Conservation and Application. Pp.: 169-187 Ed. M. R. Ahuja y W. J. Libby. Springer-Verlag. Berlin.
- \* Mattick, J. S., E. M. Ablett, y D. L. Edmonson. 1992. The gene library preservation and analysis of genetic diversity in Australia. En: Conservation of plant genes-DNA banking and *in vitro* biotechnology. Adams y Adams eds. Academic Press, Inc. San Diego, New York, Boston, London, Tokio, Toronto.
- \* Mc Cown, B. y J. Sellmer. 1987. General media and vessels suitable for woody plant culture. En: Cell and Tissue Culture in Forestry. Vol. 1: General Principles and Biotechnology. Pp.: 4-16. Ed.: J. Bonga y D. Durzan. Martinus Nijhoff Publishers. Boston-Lancster.
- \* Murashige, T. y F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. Phys. Plant. 15: 473-497.
- \* Rocha, S. P. 1991. Micropropagation and *Agrobacterium* Transformation of Willow (*Salix lucida* Muhl.). Tesis de Maestría, College of Environmental Science and Forestry, State University of New York, Syracuse, NY, USA.

## RELACIÓN ENTRE ÁREA BASAL ARBÓREA Y PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO EN UN BOSQUE TROPICAL SECUNDARIO DE 10 AÑOS DE EDAD

Florencia Montagnini<sup>1</sup>

Eugenio González<sup>2</sup>

Freddy Sancho<sup>3</sup>

### RESUMEN

El área basal arbórea y las propiedades químicas del suelo fueron medidas en tres sitios de bosque tropical secundario de 10 años de edad en las tierras bajas húmedas de la zona Atlántica de Costa Rica. El total del área basal arbórea varió entre 4.34 m<sup>2</sup>/ha en un sitio con extensa cubierta de pasto y con *Alchornea costaricensis* como el árbol más abundante, y 24.7 m<sup>2</sup>/ha en áreas más densamente pobladas de árboles, dominadas por *Pentaclethra macroloba*. Otras especies consideradas como árboles emergentes de los bosques de la región, tales como *Stryphnodendron microstachyum* y *Hyeronima alchorneoides*, también estuvieron presentes en los sitios con mayor área basal. El Ca intercambiable del suelo, el pH, y el P y el Cu extraíble fueron mayores en el sitio con menor área basal, mientras que la materia orgánica del suelo y el N total fueron mayores en los sitios con más árboles. Cuando submuestras del suelo bajo pasto y bajo árboles fueron comparadas, el N total del suelo resultó mayor en lugares poblados con árboles, y el P extraíble mayor en áreas cubiertas por pasto, sin diferencias estadísticamente significativas en otros parámetros. Hubieron correlaciones positivas y estadísticamente significativas entre el área basal total y la materia orgánica del suelo, el N total, y la acidez intercambiable, con coeficientes de correlación entre 0.33 y 0.52, mientras que hubo una correlación significativa pero negativa entre área basal y P y K. Estos resultados son útiles para la comprensión del desarrollo futuro del bosque o para tomar decisiones sobre el manejo de tales áreas.

**Palabras clave:** bosque secundario, trópicos húmedos, materia orgánica del suelo, Costa Rica,

*Pentaclethra macroloba*, *Stryphnodendron microstachyum*.

### ABSTRACT

Tree basal area and soil chemical properties were measured in three sites of 10-year-old tropical secondary forest in the Atlantic humid lowlands of Costa Rica. Total tree basal area ranged from 4.34 m<sup>2</sup>/ha in a site with extensive grass cover and with *Alchornea costaricensis* as the most abundant tree, to 24.7 m<sup>2</sup>/ha in more dense areas dominated by *Pentaclethra macroloba*. Other species which are considered emergent trees of the forests of the region such as *Stryphnodendron microstachyum* and *Hyeronima alchorneoides* were also present in the sites of highest basal area. Soil exchangeable Ca, pH, extractable P and Cu were higher in the site with lower basal area, while soil organic matter and total N were higher in the sites with more trees. When subsamples from under grass and under trees were compared, soil total N was higher under patches of trees, and soil extractable P was higher in areas covered with grass, with no statistically significant differences among the other parameters. There were positive and statistically significant correlations between total tree basal area, and soil organic matter, total N, and acidity, with correlation coefficients ranging from 0.33 to 0.52, while there was a significant but negative correlation between basal area and P and K. These findings are useful as a tool in assessing future forest development or management of such areas.

**Key words:** secondary forest, humid tropics, soil organic matter, Costa Rica, *Pentaclethra macroloba*, *Stryphnodendron microstachyum*

### INTRODUCCIÓN

Simultáneamente con la actual deforestación y conversión mundial de los bosques tropicales, aproximadamente 5 millones de hectáreas de bosques secundarios son generados cada año (Lugo 1988). Aproximadamente el 60% del área de bosques secundarios en América Latina se origina de la conversión de bosques vírgenes, mientras que en

<sup>1</sup>Universidad de Yale, Escuela Forestal y de Estudios del Medio Ambiente, 370 Prospect, New Haven, CT 06511, USA; <sup>2</sup>Departamento de Ciencia Forestal, Universidad de Texas A&M, College Station, TX 77843-2135, USA; <sup>3</sup>Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica

Asia y Africa, un 72-76% proviene de la tala de bosques (Brown & Lugo 1990). La estructura, diversidad y funciones de los bosques secundarios son variables, dependiendo de la fertilidad del sitio, el uso previo de la tierra y la distancia a las fuentes de semillas (Nepstad et al. 1990; Finegan 1992). Los bosques secundarios pueden representar refugios para la fauna y flora nativa, y constituyen una manera de restaurar la productividad de tierras abandonadas (Wadsworth 1987). Se necesita más información sobre las relaciones entre los usos previos de la tierra y la diversidad y productividad de bosques secundarios, y su potencial de manejo en sitios degradados (Finegan 1992; del Amo & Ramos 1993).

Generalmente es aceptado que la productividad de bosques es limitada por la disponibilidad de nutrientes del suelo, aunque hasta ahora se ha encontrado poca correlación entre la composición química del suelo y la estatura del bosque natural (Proctor 1992). Sin embargo, la mayoría de los estudios relacionando la biomasa forestal y los nutrientes del suelo, se refieren a bosques tropicales maduros y no a la vegetación joven secundaria con tasas de crecimiento relativamente mayores. Cuando un bosque secundario reemplaza a un cultivo o pasto, la rápida tasa de producción de biomasa vegetal y las menores temperaturas del suelo bajo el dosel del bosque aumentan las contribuciones de materia orgánica al suelo. El tiempo necesario para la restauración de la materia orgánica del suelo después del abandono de la agricultura o el pastoreo depende de la velocidad con la que se establezca el barbecho del bosque secundario. Esta velocidad, a su vez, depende de la precipitación, las condiciones físicas y químicas del suelo, la topografía y la erosión. Típicamente, la mayoría de las áreas tropicales húmedas requieren períodos de barbecho de 5 a 15 años para que los suelos recuperen niveles de materia orgánica similares a los del bosque original (Van Wambeke 1992). Debido a que la recuperación de la materia orgánica del suelo depende del desarrollo de la vegetación en el sitio abandonado, la evaluación de la cobertura arbórea, tal como la medición del área basal, podría dar una indicación de las condiciones de los nutrientes del suelo en el área en un período dado en el desarrollo de la sucesión.

Desde 1990 hemos conducido estudios sobre alternativas para la rehabilitación de bosques y suelos en la Estación Biológica La Selva de la Organización para Estudios Tropicales (OET) en la zona Atlántica de tierras bajas húmedas en Costa Rica. Como parte de un estudio sobre el uso de árboles nativos para la rehabilitación de

bosques y suelos en pastos abandonados, en 1991-92 un sitio de aproximadamente 10 ha fue escogido para plantaciones experimentales futuras en el Anexo La Guaria de La Selva (Montagnini 1992; Montagnini et al. 1993). Antes de limpiar el área para las plantaciones, la vegetación existente fue inventoriada para evaluar las condiciones del bosque secundario, y el suelo fue muestreado como parte de la caracterización del sitio. En este manuscrito reportamos la relación entre el área basal arbórea y los macronutrientes del suelo para la nueva vegetación secundaria, 10 años después del abandono del pastoreo intensivo, y sin ninguna otra intervención humana. Los resultados deberían ser útiles en la caracterización de bosques secundarios en situaciones ecológicas similares, para ayudar en la evaluación del desarrollo futuro del bosque o en el manejo de tales áreas.

#### Sitio Experimental

El sitio experimental está localizado en la porción norte del Anexo La Guaria, Estación Biológica La Selva de la OET (10°26'N, 86°59'O, altitud media 50 metros, temperatura media anual 24°C, precipitación anual 4000 mm, con máxima en julio y mínima en marzo) (Reportes climatológicos de la Estación Biológica La Selva). El Anexo La Guaria, de 120 ha, fue comprado por OET en 1981 para servir de zona de amortiguamiento para la reserva forestal y para conducir estudios experimentales sobre suelos y plantaciones arbóreas. El área donde se realizó este estudio fue talado a principios de los años 50 para la extracción de maderas comerciales (*Cedrela*, *Cordia*, *Hyeronima*, *Hymenolobium*, *Lecythis*, *Zanthoxylum*, fueron los géneros principales escogidos para la extracción). Después de la extracción de madera, el área fue despejada y se cultivó arroz por dos o tres años, pero esta actividad altamente mecanizada fue abandonada por razones financieras. Los campos de arroz fueron levemente quemados y sembrados con pasto: *Cynodom nlenfuensis* (Pasto estrella, una especie nativa), y las exóticas *Pennisetum maximum* (pasto de Guinea), *Pennisetum purpureum*, *Brachiaria* spp. y *Melinis minutiflora* (calinguero, San Juan) fueron los pastos principales usados para el ganado de carne y de leche. La cría de ganado duró aproximadamente 20 años, hasta que la hacienda fue vendida a la OET (Pierce 1992). Este patrón de uso de la tierra era típico en la región en ese entonces: el corte selectivo dirigido a las maderas más valiosas, seguido por la tala rasa para un período breve (2-3 años) de agricultura intensiva, cría de ganado, y abandono del pastoreo a causa de una producción deficiente y bajos precios de la carne (Montagnini 1994).

Al momento de realizarse el presente estudio, el sitio experimental tenía áreas de pasto así como áreas con helechos y pasto, y porciones de bosque secundario. No se llevó a cabo ningún tipo de manejo u otra intervención en el sitio después del abandono del pastoreo. El área experimental se encuentra en un terreno plano y uniforme. Los suelos son Fluventic Dystropepts derivados de aluviones volcánicos; son profundos, bien drenados, libres de piedras, con contenido de materia orgánica baja o media (2.5-4.5%), textura moderadamente pesada, y generalmente ácidos (pH in  $H_2O$  <5.0) e infértiles (Sancho & Mata 1987).

## MÉTODOS

### a- *Inventario de la vegetación*

Un inventario de la vegetación fue llevado a cabo en los tres sitios escogidos para plantaciones experimentales futuras. Cada sitio de plantación era 96 m x 256 m (24,576m<sup>2</sup>) subdividido en cuatro bloques, y con seis parcelas de 32 m x 32 m cada una. Para el muestreo de la vegetación y el suelo, cada una de las 24 parcelas marcadas para cada plantación fue usada como una unidad de muestra. Todos los árboles y arbustos en cada parcela fueron identificados y contados, y el diámetro a la altura del pecho (dap) fue medido en todos los troncos mayores de 2 cm dap. Aunque se tienen los datos para cada parcela y bloque, por brevedad sólo se presentan el número total de individuos y el área basal por especie en m<sup>2</sup>/ha en cada uno de los tres sitios experimentales.

### b- *Fertilidad del suelo*

Las muestras compuestas fueron tomadas en cada una de las seis parcelas en cada bloque de cada sitio. Las muestras fueron tomadas con un barreno tipo holandés a 0-15, 15-30 y 30-60 cm de profundidad. Los suelos fueron muestreados durante la estación lluviosa de 1991. Los promedios de los resultados de las seis parcelas en cada bloque fueron calculados para obtener promedios por bloque para cada factor de suelo analizado. Seguidamente, los datos de los cuatro bloques de cada sitio fueron usados para comparar los tres sitios en un análisis de la variancia, usando Intervalos de Confianza para pruebas de promedios ( $p < 0.05$ ).

El Sitio 1 tenía una gran proporción cubierta con varias especies de pastos y helechos, así como también partes de bosque secundario, mayormente con *Pentaclethra maculosa*. Los datos correspondientes a las áreas de pasto y bosque del Sitio 1 fueron tratados independientemente en un análisis de variancia para una comparación de los parámetros de la fertilidad del suelo entre los dos tipos de vegetación.

El análisis químico fue realizado en el

Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, siguiendo métodos estándar actualmente utilizados por laboratorios de suelos en el país. El pH fue medido en una mezcla 1:2.5 de suelo:agua deionizada. El Ca y Mg fueron extraídos con una solución 1N KCl, mientras que el P, K y los micronutrientes fueron extraídos con una solución Olsen modificada (Díaz-Romeu & Hunter 1978). Los cationes fueron medidos usando un Espectrofotómetro de Absorción Atómica. El P fue medido colorimétricamente después de reacción con ácido  $(NH_4)_2MoO_4$  y  $SnCl_2$ , usando un espectrofotómetro. La materia orgánica fue medida por la técnica de Walkley-Black (Allison 1975) y el N total fue medido usando una técnica semi-Micro-Kjeldahl (Bremner & Mulvaney 1982). El análisis de la variancia y las pruebas de Intervalos de Confianza fueron llevados a cabo para comparar los promedios de cada parámetro y la profundidad de suelo ( $n=4$ ) entre sitios.

Un análisis de regresión simple fue usado para correlacionar el área basal total con cada parámetro del suelo, usando los datos de suelos de las parcelas individuales y el área basal de todas las parcelas de los tres sitios. Los parámetros de suelo utilizados en este análisis incluyeron materia orgánica, el N total, P, Ca, Mg, y K extraíbles, la acidez intercambiable y el pH. Los micronutrientes Cu, Fe, Mn y Zn fueron excluidos porque no se esperaba que mostraran correlaciones significativas con la cubierta vegetativa. Para las correlaciones, los valores de pH fueron transformados a concentraciones de iones de  $H^+$ . Ambas regresiones, lineal y exponencial, fueron calculadas. El análisis fue hecho usando los datos originales y las transformaciones logarítmicas. Los datos de la profundidad de suelo de 0-15 cm fueron usadas porque las diferencias más significativas en los parámetros de suelo entre sitios fueron encontradas a esa profundidad del suelo.

## RESULTADOS

### a- *Vegetación original*

El Sitio 1 tenía menos árboles que los Sitios 2 y 3 (Tablas 1, 2, 3). El total del área basal fue 4.34, 16.4 y 24.7 m<sup>2</sup>/ha, y el número de individuos arbóreos totalizó 22, 149 y 139/ha en los Sitios 1, 2 y 3, respectivamente. Los pastos eran una mezcla de especies nativas, que generalmente crecen en bosques despejados, y algunas especies introducidas, las cuales habían sido sembradas para mejorar la calidad del pasto nativo (Pierce 1992). Entre las especies nativas estaban *Cynodon* spp. (pasto estrella) y *Paspalum fasciculatum* (gamalote); el gamalote no es preferido por el ganado. Entre los pastos exóticos, estaban *Brachiaria* spp., *Melinis minutiflora* (calinguero,

San Juan), y *Panicum maximum* (pasto Guinea). También en manchones y mezclados con los pastos, habían dos especies de helechos: *Nephrolepis viscerata* (Polypodiaceae) (helecho serrucho o Boston), e *Hylepis repens*. Aunque menos abundante, las mismas mezclas de hierbas y helechos estuvieron presentes en las áreas despejadas de los Sitios 2 y 3.

En el Sitio 1, *Alchornea costaricensis* (fosforillo) fue el árbol más abundante con 52.8% del total del área basal y 37.0% de los individuos (Tabla 1). La mayoría de los individuos eran de estatura baja (<15 m), con doseles redondos y copas abiertas. *Pentaclethra macroloba* siguió con 32.9% del total del área basal y 31.7% del número de individuos.

En contraste, en los Sitios 2 y 3 *P. macroloba* fue más prevalente, con la mayor proporción del área basal y número de individuos, y *A. costaricensis* mucho menos abundante, con <2% del total del área basal (Tablas 2 y 3). En el Sitio 2, entre los más abundantes estaba también *Ficus* spp. (Tabla 2). Sin embargo, otras especies consideradas como emergentes o árboles de dosel del bosque natural (i.e. *Hyeronima alchorneoides*) también estuvieron presentes con valores >2% del total del área basal (Tabla 2). Otras especies maderables fueron menos abundantes, cada una con <2% del total del área basal: *Cedrela odorata*, *Dipteryx panamensis* y *Zanthoxylum panamensis* (Tabla 2). La presencia de especies como *Bactris gasipaes* (pejibaye), *Psidium guajava* (guava) y *Elaeis guianensis* (palma de aceite) (Tabla 2) evidenció la ocupación humana relativamente reciente en el área. En particular, *Gliricidia sepium*, aunque en proporciones bajas (3.3% del área basal y 4.9% del total del número de individuos medidos), es frecuentemente usado en cercas vivas en la región.

El Sitio 3 tuvo la mayor área basal, pero menor número de individuos que el Sitio 2 (Tabla 3). La composición de especies era similar a la del Sitio 2, con otras especies emergentes en los bosques de la región, tales como *Stryphnodendron microstachyum* y *Dipteryx panamensis*. Sólo cuatro árboles de tamaño comercial fueron extraídos en el momento de la limpieza del sitio para el establecimiento de las plantaciones experimentales: un *Cordia alliodora* del Sitio 1, un *Cedrela odorata* del Sitio 2, y un *Cedrela odorata* y un *Carapa guianensis* del Sitio 3.

#### b- Fertilidad del suelo

El Ca intercambiable del suelo y el pH fueron más altos en el Sitio 1 que en los Sitios 2 y 3 en las profundidades examinadas, mientras que la materia orgánica fue mayor en los Sitios 2 y 3 ( $p < 0.05$ ). El P y Cu extraíble fueron mayores

en el Sitio 1 que en los Sitios 2 y 3 a 0-15 y 15-30 cm de profundidad (Tabla 4). No hubo diferencias estadísticamente significativas en el Mg, K, acidez, Fe y Mn intercambiable. El Zn fue mayor en el Sitio 3 a 30-60 cm de profundidad solamente. Aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ), el N total tendió a ser mayor en los Sitios 2 y 3 que en el Sitio 1.

En el Sitio 1, el N total en el suelo fue mayor en áreas bajo árboles, y el P extraíble del suelo fue mayor en las áreas cubiertas con pasto y/o helechos a 0-15 cm de profundidad (Tabla 5). No hubieron diferencias estadísticamente significativas en cationes, pH, materia orgánica, Cu, Fe, Mn y Zn entre los suelos bajo pasto y/o helechos y árboles a ninguna de las profundidades estudiadas.

El análisis de regresión de parámetros para el total del área basal arbóreo y la fertilidad del suelo para los tres sitios demostró que había correlaciones positivas y estadísticamente significativas entre el total del área basal arbóreo y la materia orgánica del suelo, el N total, y la acidez, con coeficientes de correlación entre 0.33 y 0.52 (Tabla 6). Estos resultados fueron obtenidos calculando regresiones lineares, usando valores no-transformados de los parámetros utilizados: los coeficientes de correlación disminuyeron cuando las regresiones exponenciales o las transformaciones logarítmicas de los datos fueron usados para el análisis. Hubo una relación negativa, pero estadísticamente significativa entre el área basal y el P y K extraíble. No hubieron correlaciones estadísticamente significativas entre el área basal y el Ca, Mg o las concentraciones de iones de  $H^+$  del suelo (Tabla 6).

## DISCUSIÓN

### *Desarrollo futuro del bosque en sitios de crecimiento secundario*

Esta discusión está basada en los resultados del muestreo de árboles maduros, ya que no se tomó información sobre las clases de tamaño menores (plantones y árboles jóvenes) que determinan el potencial de regeneración futura de un sitio. Los Sitios 2 y 3, con mayor área basal, mayor número de árboles, y mayor materia orgánica y N en el suelo, aparentemente ofrecían más alternativas que el Sitio 1 con respecto al desarrollo futuro de los árboles, ya sea natural o manejado. La especie más abundante, *Pentaclethra macroloba*, es dominante en el bosque natural de La Selva, y es comúnmente encontrada tanto en bosques primarios como en secundarios en la región Atlántica de Costa Rica (Hartshorn 1983; Peralta et al. 1987; Finegan & Sabogal 1988). Esta especie también fue la más abundante en un bosque talado en

regeneración de 5 años cerca de La Selva (González & Chaves 1993). La mayoría de los árboles de *P. macroloba* en los Sitios 2 y 3 eran muy delgados, encontrándose en alta densidad alrededor de árboles adultos padres que no habían sido talados durante el corte selectivo del bosque. El número mayor de árboles encontrado en los Sitios 2 y 3 en comparación con el Sitio 1 es probablemente el resultado de la proximidad de una quebrada relativamente profunda. De acuerdo con mapas aéreos de 1981, justo cuando la OET compró La Guaría (archivos de La Selva), el Sitio 1 estaba cubierto con pasto y árboles esparcidos, mientras que el Sitio 2 tenía una cerca de árboles, muchos de los cuales podrían haber sobrevivido o servido como fuentes de semillas después del abandono del pastoreo. En general, los Sitios 2 y 3 tenían una alta abundancia de arbustos y árboles de corta vida e intolerantes a la sombra (especies pioneras, como por ejemplo, *Apeiba* spp., *Cecropia* spp., *Hampea* spp., *Miconia* spp.), lo cual es característico en las etapas tempranas de la sucesión vegetal de bosques neotropicales (Budowski 1965; Denslow 1980; Swaine & Whitmore 1988). La intervención silvicultural para facilitar a los individuos preferidos en esta fase de la sucesión no es recomendable, porque los tratamientos podrían revertir el proceso de sucesión al incrementar el nivel de luz que favorece al crecimiento del pasto (Finegan 1992). En esta temprana etapa, las alternativas para ayudar el proceso de regeneración podría incluir técnicas de regeneración artificial, es decir, enriquecimiento con plántones arbóreos de especies nativas, ya sea en líneas o en áreas de claros del bosque secundario (Weaver 1987; Ramos & del Amo 1992).

En contraste, el Sitio 1 con su distancia relativamente mayor a fuentes de semillas, su cubierta de pasto y helechos extensa, el bajo número de especies arbóreas y la menor área basal demostró menos potencial para el desarrollo rápido del bosque secundario. En este tipo de situación, para ayudar a los procesos de rehabilitación de bosques y suelos, una alternativa potencial involucra la reforestación con especies arbóreas nativas, de crecimiento rápido, adaptadas a la alta luminosidad y a suelos relativamente infértiles. Los árboles de crecimiento rápido con alta capacidad para el reciclaje de nutrientes pueden mejorar la fertilidad del suelo en muchas regiones húmedas tropicales (Sánchez et al. 1985; Lugo 1988; Montagnini & Sancho 1990a, b). Aparte del rol potencial en la restauración de la productividad del sitio, las plantaciones arbóreas pueden acelerar el proceso de regeneración en ciertos sitios: por ejemplo, los árboles pueden servir como hábitat para aves y estimular la regeneración natural de

las especies locales (Parrotta 1992).

#### *Correlación entre las propiedades químicas del suelo y el área basal arbórea*

El rango de valores de los parámetros del suelo para los tres sitios de este estudio fue comparable a los encontrados en otro sitio en el Anexo La Guaría de La Selva con un patrón del uso de la tierra similar (Montagnini & Sancho 1990a, b), excepto que el pH tendía a ser más bajo en este estudio (4.1-5.2) que en el otro sitio (5.3-5.5) a profundidades del suelo de 0-15 cm. Además, las diferencias en los parámetros del suelo entre las áreas de pasto y árboles del Sitio 1 (Tabla 5) fueron comparables a los hallados en las áreas de pasto abandonado y bosque en regeneración del otro sitio en La Guaría (Montagnini & Sancho 1990a, b). En otra comparación de suelos bajo bosques y pastos en el mismo sitio (Asbjornsen & Montagnini 1994), el pH fue menor bajo árboles que bajo pasto o helecho, pero no hubo diferencias significativas entre tipos de vegetación en los otros parámetros estudiados.

El Sitio 1, con la menor área basal (Tablas 1, 2 y 3) también tenía menos materia orgánica que los Sitios 2 y 3 (Tabla 4). En los Sitios 2 y 3, la dominancia por *Pentaclethra macroloba*, un árbol leguminoso fijador de nitrógeno (Nichols & Rodríguez 1990), puede que contribuya, aunque sea parcialmente, a una mayor materia orgánica y a la tendencia a mayor N encontrado en estos sitios. El Sitio 1 tenía más P que los Sitios 2 y 3. Esta tendencia es similar a la encontrada por Montagnini & Sancho (1990a,b): menos P bajo árboles que bajo pastos. La alta demanda por P por árboles leguminosos (*Pentaclethra macroloba*) para la fijación de nitrógeno podría explicar el bajo nivel de P extraíble del suelo.

Los resultados del análisis de regresión demostraron correlaciones estadísticamente significativas entre el área basal arbórea y la materia orgánica del suelo, el N total, la acidez intercambiable y el P extraíble. Aunque los coeficientes de correlación fueron relativamente bajos (0.3-0.5), dado que las cantidades de nutrientes en el suelo en un sitio particular son el resultado de muchos factores interactivos (tales como el clima, el material parental, la topografía, la vegetación), es llamativo que hasta un 30-50% de un efecto en particular pueda ser atribuido a un factor individual, la vegetación (área basal). Se reconoce que las correlaciones no demuestran relaciones de causa y efecto; es decir que una mayor área basal puede ser encontrada en suelos más ricos porque la mayor fertilidad del suelo probablemente favoreció el crecimiento arbóreo, o, de manera contraria, que las condiciones mejoradas del suelo pueden

ser encontradas en áreas de mayor cubierta arbórea a causa de los efectos beneficiosos de los árboles sobre los suelos. El patrón de distribución espacial de árboles encontrado aquí aparenta estar muy relacionado con la proximidad de otros árboles que fueron dejados en pie al momento del corte del sitio y que aparentemente sirvieron como fuentes de semillas, como explicamos anteriormente. Probablemente una imagen más clara de los efectos de los árboles en regeneración sobre los factores del suelo puede ser obtenida en una situación donde un corte o limpieza completa (tala rasa) es seguido por la regeneración natural arbórea. En tales situaciones, las medidas de área basal arbórea podrían ser una herramienta útil para la evaluación de las alternativas de desarrollo del bosque.

#### AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue llevado a cabo en el marco de un proyecto de Investigaciones Ecológicas de la Fundación A. W. Mellon (USA) de la Universidad de Yale, Escuela Forestal y Estudios del Medio Ambiente. Por su colaboración, queremos agradecer a G. Vega, Estación Biológica La Selva; al personal del Laboratorio de Suelos, Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica; y a B. Auer (Universidad de Yale, Escuela Forestal y Estudios del Medio Ambiente) por el análisis de datos.

#### BIBLIOGRAFIA

- \* Allison, L.E. 1975. Organic carbon. In: Black, C.A. (ed.) *Methods of Soil Analysis, Part 2*, pp. 1367-1378. Amer. Soc. Agron., Inc., Madison, Wisconsin.
- \* Amo, R. S. del & Ramos, P.J. 1993. Use and management of secondary vegetation in a humid-tropical area. *Agrofor. Sys.* 21: 27-42.
- Asbjornsen, H. & Montagnini, F. 1994. Vesicular-arbuscular mycorrhizal inoculum potential affects the growth of *Stryphnodendron excelsum* seedlings in a Costa Rican humid tropical lowland. *Mycorrhiza*. In press.
- \* Bremner, J.M. & Mulvaney, C.S. 1982. Nitrogen-total. In: Page, A.L., Miller, R.H. & Keeney, R.R. (eds.) *Methods of Soil Analysis, Part 2, 2nd. ed.*, pp. 595-624. Amer. Soc. Agron., Inc., Madison, Wisconsin.
- \* Brown, S. & Lugo, A.E. 1990. Tropical secondary forests. *J. Trop. Ecol.* 6:1-32.
- \* Budowski, G. 1965. Distribution of tropical American trees in the light of successional processes. *Turrialba* 15: 40-42.
- \* Denslow, J. S. 1980. Gap partitioning among tropical forest trees. *Biotrop.* 12 (Suppl): 47-55.
- \* Díaz-Romeu, R. & Hunter, A. 1978. *Método para el muestro de suelos, análisis químico de suelos y tejido vegetal e investigación en invernaderos*, pp. 9-11 and 15-27. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- \* Finegan, B. 1992. The management potential of neotropical secondary lowland rain forest. *For. Ecol. Manage.* 47: 295-321.
- \* Finegan, B. & Sabogal, C. 1988. El desarrollo de sistemas de producción sostenible en bosques tropicales húmedos de bajura: un estudio de caso en Costa Rica. *El Chasqui* (Costa Rica) 17:3-24.
- \* González, E. & Chaves, E. 1993. Estructura y composición de un bosque húmedo tropical explotado en la región norte de Costa Rica. *Yvyrareta* (Argentina) 5:
- \* Hartshorn, G. S. 1983. Plants. In: D. Janzen (ed.) *Costa Rican Natural History*. pp. 158-183. Univ. of Chicago Press. Chicago.
- \* Lugo, A.E. 1988. The future of the forest. Ecosystem rehabilitation in the tropics. *Environ.* 30(7):17-20 and 41-45.
- \* Montagnini, F. & Sancho, F. 1990a. Influencia de seis especies de árboles nativos sobre la fertilidad del suelo en una plantación experimental en la llanura del Atlántico de Costa Rica. *Yvyrareta* (Argentina) 1(1):29-49.
- \* Montagnini, F. & Sancho, F. 1990b. Impacts of native trees on tropical soils: a study in the Atlantic lowlands of Costa Rica. *Ambio* 19(8): 386-390.
- \* Montagnini, F. 1992. Mixed-tree plantations with native trees: land-use systems for economic returns and soil restoration. Experiments in Costa Rica and Argentina. *Agrofor. Today* 4(3):4-6.
- \* Montagnini, F. 1994. Agricultural systems in the La Selva Region. In: McDade, L.A., Bawa, K., Hespenheide, H.A. & Hartshorn, G.S. (eds.) *La Selva: Ecology and Natural History of a Neotropical Rainforest*, pp. 307-316. University of Chicago Press, Chicago.
- \* Montagnini, F., Sancho, F., González, E. & Moulart, A. 1993. El uso de especies maderables nativas en plantaciones mixtas para la reforestación de terrenos degradados: resultados preliminares de experiencias en la llanura del Atlántico de Costa Rica. *VII Jornadas Técnicas: Ecosistemas Forestales Nativos: Uso, Manejo y Conservación*. 10-12 Nov. 1993. pp. 190-210. Univ. Nac. Misiones, Fac. Cs. Forestales. Eldorado, Misiones, Argentina.
- \* Nepstad, D., Uhl, C. & Serrao, E.A. 1990. Surmounting barriers to forest regeneration in abandoned, highly degraded pastures: A case study from Paragominas, Pará, Brazil. In: Anderson,

A.B. (ed.) *Alternatives to deforestation: steps towards sustainable utilization of the Amazon rain forest*, pp. 215-229. Columbia Univ. Press. New York.

\* Nichols, D. & Rodríguez, E. 1990. Costa Rican nitrogen fixing trees with possibilities for greater use. *Nitr. Fix. Tree Res. Rep.* 8:30-31.

\* Parrotta, J. A. 1992. The role of plantation forests in rehabilitating degraded tropical ecosystems. *Agric., Ecos. and Environ.* 41:115-133.

\* Peralta, R., Hartshorn, G.S., Lieberman, D. & Lieberman, M. 1987. Reseña de estudios a largo plazo sobre composición florística y dinámica del bosque tropical en La Selva, Costa Rica. In: Clark, D.A., Dirzo, R. & Fetcher, N. (eds.) *Ecología y ecofisiología de plantas en los bosques mesoamericanos*. Rev. Biol. Trop. 35 (Suppl. 1): 23-40.

\* Pierce, S.M. 1992. *La Selva Biological Station history: Colonization/land use/ deforestation of Sarapiquí, Costa Rica*. M.S. Thesis. Colorado State Univ., Ft. Collins, 321 pp.

\* Proctor, J. 1992. Soils and mineral nutrients: what do we know, and what do we need to know, for wise rain forest management? In: Miller, F.R. & Adam K.L. (eds.) *Wise management of tropical forests*, pp. 27-35. Oxford Forestry Institute, Univ. of Oxford, Oxford.

\* Ramos, J.M. & del Amo, S. 1992. Enrichment planting in a tropical secondary forest in Veracruz, Mexico. *For. Ecol. and Manage.* 54: 289-304.

\* Sánchez, P.A., Palm, C.A., Davey, C.B., Szott, L.T. & Russell, E.C. 1985. Tree crops as soil improvers in the humid tropics? In: Cannell, M.G.R. & Jackson, J.E. (eds.) *Attributes of trees as crop plants*, pp. 327-350. Inst. of Terr. Ecol., Nat. Environ. Res. Council, Abbots Ripton, Huntingdon, England.

\* Sancho, F. & Mata, R. 1987. *Estudio detallado de suelos*. Estación Biológica La Selva. Organización para Estudios Tropicales, San José, Costa Rica. 162 pp.

\* Swaine, M.D. & Whitmore, T.C. 1988. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. *Vegetatio* 75: 81-86.

\* Wadsworth, F.H. 1987. A time for secondary forestry in tropical America. In: Figueroa, J.C., Wadsworth, F.H. & Branham, S. (eds.) *Management of the forests of tropical America: Prospects and technologies*, pp. 189-197. Inst. of Trop. For., USDA Forest Service, San Juan, Puerto Rico.

\* Van Wambeke, A. 1992. Vegetation, soil organic matter, and crops. In: Van Wambeke, A. (ed.) *Soils of the tropics. Properties and appraisal*. pp. 69-95. McGraw-Hill. New York.

\* Weaver, P. L. 1987. Enrichment planting in tropical America. In: Figueroa, J.C., Wadsworth, F.H. & Branham, S. (eds.) *Management of the forests of tropical America: Prospects and technologies*, pp. 259-278. Inst. of Trop. For., USDA Forest Service, San Juan, Puerto Rico. ■

**Tabla 1.** Inventario de vegetación en un bosque secundario de 10 años en La Selva, Costa Rica: Sitio 1, Mayo 1991.

Especies arbóreas	Area Basal		Número de individuos	
	m <sup>2</sup> /ha	Relativa(%)	Totales/ha	Relativa(%)
<u>&gt;2% del área basal total:</u>				
<i>Alchornea costaricensis</i>	2.28	52.84	8.14	36.90
<i>Cecropia obtusifolia</i>	0.21	4.75	0.41	1.85
<i>Nectandra membranacea</i>	0.16	3.65	0.82	3.69
<i>Pentaclethra macroloba</i>	1.43	32.99	7.00	31.71
<u>&lt;2% del área basal total:</u>				
<i>Apeiba membranacea</i>	0.01	0.29	0.41	1.85
<i>Cordia bicolor</i>	0.05	1.16	0.41	1.85
<i>Dipteryx panamensis</i>	0.01	0.29	0.41	1.85
<i>Gliricidia sepium</i>	0.04	0.81	0.82	3.69
<i>Hampea appendiculata</i>	0.01	0.17	0.41	1.85
<i>Psidium guajava</i>	0.04	0.98	2.04	9.24
<i>Pterocarpus spp.</i>	0.04	0.81	0.41	1.85
<i>Vitex cooperi</i>	0.06	1.33	0.82	3.69
Totales	4.34	100.00	22.1	100.00

Tabla 2. Inventario de vegetación en un bosque secundario de 10 años en la La Selva, Costa Rica: Sitio 2, Julio 1991.

Especies arbóreas	Area Basal		Número de individuos	
	m <sup>2</sup> /ha	Relativa(%)	Totales/ha	Relativa(%)
<u>&gt;2% del área basal total:</u>				
<i>Cordia alliodora</i>	0.65	3.94	12.21	8.19
<i>Ficus spp.</i>	0.96	5.83	4.07	2.73
<i>Guarea spp.</i>	0.33	2.00	0.41	0.28
<i>Gliricidia sepium</i>	0.55	3.34	7.32	4.91
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	0.46	2.79	0.41	0.28
<i>Nectandra membranacea</i>	0.50	3.03	7.33	4.92
<i>Pentaclethra macroloba</i>	9.43	58.29	65.10	43.70
<u>&lt;2% del área basal total:</u>				
<i>Alchornea costaricensis</i>	0.11	0.67	2.85	1.91
<i>Andira inermis</i>	0.05	0.30	0.82	0.55
<i>Apeiba membranacea</i>	0.42	2.55	2.44	1.64
<i>Bactris gasipaes</i>	0.05	0.34	2.04	1.37
<i>Brosimum alicastrum</i>	0.02	0.09	0.82	0.56
<i>Casearea arborea</i>	0.05	0.30	0.82	0.55
<i>Cassia fruticosa</i>	0.03	0.18	1.22	0.82
<i>Cecropia obtusifolia</i>	0.07	0.42	3.26	2.19
<i>Cedrela odorata</i>	0.36	2.19	2.85	1.91
<i>Clusia spp.</i>	0.13	0.79	1.22	0.82
<i>Cordia bicolor</i>	0.02	0.12	0.41	0.28
<i>Dendropanax arboreus</i>	0.15	0.91	0.41	0.28
<i>Dipteryx panamensis</i>	0.23	1.39	0.82	0.55
<i>Genipa americana</i>	0.03	0.18	0.41	0.28
<i>Hampea appendiculata</i>	0.02	0.12	0.41	0.28
<i>Inga spp.</i>	0.01	0.06	0.41	0.28
<i>Laetia procera</i>	0.09	0.55	0.41	0.28
<i>Luehea semanii</i>	0.16	0.97	1.63	1.09
<i>Miconia affinis</i>	0.14	0.85	5.70	3.82
<i>Neea psychotroides</i>	0.02	0.12	0.41	0.28
<i>Piper spp.</i>	0.01	0.06	0.41	0.28
<i>Pithecellobium macrademium</i>	0.03	0.18	0.41	0.28
<i>Protium glabrum</i>	0.01	0.06	0.41	0.28
<i>Psidium guajava</i>	0.08	0.49	3.66	2.46
<i>Pterocarpus spp.</i>	0.17	1.03	2.44	1.64
<i>Rollinia microsepala</i>	0.16	0.97	1.22	0.82
<i>Simarouba amara</i>	0.19	1.15	2.44	1.64
<i>Socratea durissima</i>	0.01	0.06	0.41	0.28
<i>Tabebuia guayacan</i>	0.09	0.59	0.41	0.28
<i>Trema spp.</i>	0.02	0.12	0.82	0.55
<i>Especie desconocida 1</i>	0.16	0.97	0.82	0.55
<i>Especie desconocida 2</i>	0.01	0.06	0.41	0.28
<i>Virola sebifera</i>	0.02	0.12	0.25	0.28
<i>Vismia panamensis</i>	0.31	1.90	6.92	4.64
<i>Vitex cooperi</i>	0.09	0.55	1.22	0.82
<i>Zanthoxylum panamensis</i>	0.07	0.42	0.82	0.55
<b>Totales</b>	<b>16.45</b>	<b>100.00</b>	<b>149.03</b>	<b>100.00</b>

Tabla 3. Inventario de vegetación en un bosque secundario de 10 años en La Selva, Costa Rica: Sitio 3, Julio 1991.

Especies arbóreas	Área Basal		Número de individuos	
	m <sup>2</sup> /ha	Relativa (%)	Totales/ha	Relativa(%)
<u>&gt;2% del área basal total:</u>				
<i>Andira inermis</i>	0.54	2.17	3.26	2.25
<i>Casearia arborea</i>	1.90	7.69	4.07	2.82
<i>Ficus spp.</i>	0.90	3.62	2.44	1.69
<i>Miconia affinis</i>	0.66	2.65	9.77	6.76
<i>Nectandra membranacea</i>	0.98	3.95	8.14	5.64
<i>Pentaclethra macroloba</i>	12.93	52.29	48.42	33.53
<i>Pithecellobium macrademium</i>	0.65	2.63	0.82	0.56
<i>Stryphnodendron microstachyum</i>	0.88	3.56	0.41	0.28
<u>&lt;2% del área basal total:</u>				
<i>Alchornea costaricensis</i>	0.48	1.95	2.79	1.93
<i>Apeiba membranacea</i>	0.32	1.27	5.29	3.66
<i>Bactris gasipaes</i>	0.30	1.22	0.41	0.28
<i>Cassia fruticosa</i>	0.01	0.03	0.41	0.28
<i>Cecropia obtusifolia</i>	0.09	0.36	2.04	1.41
<i>Cedrela odorata</i>	0.18	0.74	0.41	0.28
<i>Clusia spp.</i>	0.10	0.41	2.44	1.69
<i>Cordia alliodora</i>	0.42	1.69	7.33	5.07
<i>Cupania spp.</i>	0.33	1.33	2.44	1.69
<i>Dendropanax arboreus</i>	0.33	1.31	0.41	0.28
<i>Dipteryx panamensis</i>	0.01	0.05	1.63	1.13
<i>Elaeis guianensis</i>	0.08	0.32	0.41	0.28
<i>Genipa americana</i>	0.01	0.05	0.41	0.28
<i>Gliricidia sepium</i>	0.02	0.06	0.41	0.28
<i>Guatteria invicta (diospirioides)</i>	0.08	0.31	0.41	0.28
<i>Guarea spp.</i>	0.13	0.51	0.41	0.28
<i>Hampea appendiculata</i>	0.02	0.06	0.41	0.28
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	0.49	1.97	0.41	0.28
<i>Hura crepitans</i>	0.02	0.08	0.82	0.56
<i>Hymenolobium mesoamericana</i>	0.10	0.40	0.41	0.28
<i>Inga spp.</i>	0.27	1.07	0.82	0.56
<i>Laetia procera</i>	0.09	0.34	1.63	0.13
<i>Lonchocarpus spp.</i>	0.19	0.77	0.82	0.56
<i>Luehea semanii</i>	0.16	0.63	8.14	5.64
<i>Neea psychotroides</i>	0.04	0.14	1.22	0.84
<i>Pachira aquatica</i>	0.04	0.17	0.41	0.28
<i>Protium glabrum</i>	0.01	0.05	0.41	0.28
<i>Psidium guajava</i>	0.31	1.26	6.51	4.51
<i>Pterocarpus spp.</i>	0.15	0.62	3.26	2.26
<i>Rollinia microsepala</i>	0.05	0.18	2.04	1.41
<i>Simarouba amara</i>	0.21	0.84	3.26	2.26
<i>Spondias radlkoferi</i>	0.06	0.22	1.22	0.85
<i>Especie desconocida 1 (Ficus)</i>	0.07	0.29	0.82	0.56
<i>Especie desconocida 2 (Solanaceae)</i>	0.01	0.04	0.41	0.28
<i>Especie desc. 3 (arborescent fern)</i>	0.01	0.01	0.41	0.28
<i>Virola sebifera</i>	0.01	0.05	0.41	0.28
<i>Vismia panamensis</i>	0.07	0.26	4.48	3.10
<i>Vitex cooperi</i>	0.03	0.10	0.82	0.56
<b>Totales</b>	<b>24.73</b>	<b>100.00</b>	<b>138.82</b>	<b>100.00</b>

Tabla 4. Características químicas de los suelos en los Sitios 1, 2 y 3: Ca, Mg, K, acidez intercambiable, pH, materia orgánica (MO), N total, P extraíble y micronutrientes.

Sitio	Prof. (cm)	Ca (cmol+.1-1)	Mg (cmol+.1-1)	K	Acidez	pH	MO	N (%)	P	Cu (mg.kg-1)	Fe	Mn	Zn
1	0-15	1.29a	0.36a	0.16a	1.14b	4.9a	5.21b	0.23b	8.9a	39.0a	1749a	47.8a	3.80a
	15-30	1.12a	0.30a	0.13a	1.14a	5.0a	3.36b	0.16a	7.6a	38.7a	1260a	41.3a	2.76a
	30-60	1.12a	0.17a	0.09a	1.01a	5.0a	2.69b	0.12a	6.0a	32.5a	585a	35.0a	2.70b
2	0-15	0.81b	0.47a	0.18a	1.40ab	4.5b	5.66ab	0.26ab	5.9b	33.5b	1382a	89.9a	3.70a
	15-30	0.66b	0.27a	0.13a	1.27a	4.6b	3.20b	0.17a	5.8b	31.6b	936a	67.9a	2.24a
	30-60	0.59b	0.21a	0.11a	1.12a	4.7b	2.15b	0.10a	4.8a	33.6a	461a	55.7a	2.55b
3	0-15	1.03ab	0.47a	0.15a	1.19a	4.4b	6.30a	0.28a	3.3c	32.5b	1504a	88.2a	2.92a
	15-30	0.87ab	0.27a	0.11a	1.70a	4.4b	4.35a	0.17a	2.7b	30.7b	1004a	65a	2.24a
	30-60	0.89ab	0.23a	0.09a	1.44a	4.5b	3.58a	0.13a	2.1b	30.1a	597a	55a	5.08a

Las diferencias entre promedios son estadísticamente significativas cuando son seguidas por letras diferentes ( $P < 0.05$ ).

Tabla 5. Características químicas de los suelos bajo áreas arboladas y de pasto en el Sitio 1: Ca, Mg, K, acidez intercambiable, capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE), pH, materia orgánica (MO), N total, P extraíble y micronutrientes en los suelos muestreados en Mayo 1991.

Tipo de Veget.	Prof. (cm)	Ca (cmol+.1-1)	Mg (cmol+.1-1)	K	Acidez	CICE	pH	MO (%)	N	P	Cu (mg . kg <sup>-1</sup> )	Fe	Mn	Zn
Arboles														
	0-15	1.35a	0.35a	0.14a	1.22a	3.06a	4.8a	5.58a	0.278a	5.87b	38.0a	1688.7a	55.5a	3.20a
	15-30	1.12a	0.27a	0.10a	1.02a	2.52a	4.9a	3.81a	0.183a	4.10a	39.0a	1120.0a	43.2	2.10a
	30-60	1.05a	0.12a	0.07a	0.85a	2.10a	5.0a	2.51a	0.158a	2.55b	36.5a	529.7a	41.7a	2.10a
Pasto														
	0-15	1.20a	0.35a	0.16a	1.00a	2.71a	4.9a	4.50a	0.218b	10.27a	38.7a	1773.0a	49.0a	3.95a
	15-30	1.12a	0.27a	0.14a	1.05a	2.59a	5.0a	3.18a	0.163a	8.00a	37.2a	1275.7a	46.7a	2.85a
	30-60	1.15a	0.17a	0.10a	0.92a	2.37a	5.4a	2.21a	0.098a	6.67a	31.0a	579.2a	38.2a	2.77a

Las diferencias entre promedios son estadísticamente significativas cuando son seguidas por letras diferentes ( $P < 0.05$ ).

Tabla 6. Análisis de correlación entre área basal arbórea y propiedades del suelo superficial, n=56.

Propiedad del suelo	Coefficiente de correlación	R <sup>2</sup>	P <
Materia orgánica	0.52	0.27	0.00004
N	0.32	0.10	0.015
P	-0.33	0.11	0.013
Ca	-0.18	0.03	0.179
Mg	-0.033	0.001	0.809
K	-0.32	0.10	0.017
Acidez	0.45	0.20	0.0005
Iones H+	-0.002	0.0	0.986

## METODOLOGIA PARA LA EVALUACION SOCIOECONOMICA DE LOS COMPONENTES DE UN RELATORIO DE IMPACTO AMBIENTAL (*RIMA*)

Hosokawa, R.T.(\*)

Eibl, B.I(\*\*)

### RESUMEN

El relatorio de Impacto en el Medio Ambiente (*RIMA*), adquiere importancia desde que exige, para la toma de decisiones, contar con los conocimientos comprobados de los postulados que rigen la universalidad de la naturaleza. Es importante no despreciar la realidad de que el macroambiente es la sumatoria de los microambientes y de que sean exigidas metodologías de evaluación cuantitativa. En general es más fácil cuantificar el efecto, que evaluar cada una de las infinitas causas. La polución ambiental, la eutrofización de los lagos, la producción de clorofluorcarbonos y su efecto sobre la capa de ozono y la producción de dióxido de carbono, son algunos de los procesos estudiados, que mostraron un crecimiento en forma exponencial. El riesgo en relación al uso indiscriminado del ambiente, crece exponencialmente y con esto también la responsabilidad de la política - social y económica del ser humano, por lo tanto hay una necesidad urgente de administrar los servicios de la naturaleza libre de emociones.

**Palabras clave:** \*relatorio de impacto ambiental \*función de riesgos \*postulados de macro/microambiente \*evaluación socioeconómica ambiental

### SUMMARY

The report of the impact in the environment gets importance since it needs to count with the proved knowledge of the postulates that rule the universality of nature, for the taking of decisions. It's important not to neglect the reality that the macroenvironment is the summing up of the microenvironments and that methodologies of quantitative evaluation are needed. In general it is easier to estimate the effect rather than to evaluate each one of the infinite causes. Air pollution,

eutrophication of lakes, the production of chlorofluorocarbons and their effects on the ozone layer, and the production of carbon dioxide are some of the studied processes that showed a growth in an exponential way. The risk in relation to the indiscriminate use of the environment, grows exponentially and with this the responsibility of social and economic politics of the human beings. Therefore there is an urgent necessity to administer the services of nature without emotions.

**Key words:** \*report of the impact in the environment, \*function of risks, \*postulates of macro/microenvironments, \* environmental socio economic evaluation

### INTRODUCCION

Con su aprobación legal, como pasaporte para interferir en el sistema ambiental, el Relatorio de Impacto en el Medio Ambiente (*RIMA*) adquiere carácter de incommensurable frente al simple existir de la vida, principalmente porque permite acceso a decisiones, cuyas consecuencias se proyectan en un horizonte temporal prácticamente intangible por el hombre.

Siendo así, vale la pena resaltar algunos aspectos cuanto al *RIMA*:

- a) Que sean exigidos conocimientos comprobados de leyes que rigen la universalidad de la naturaleza, para evitar la emisión de conclusiones precipitadas que pueden comprometer la capacidad auto-regenerativa de la naturaleza.
- b) Nunca despreciar el postulado de que el macroambiente es la sumatoria de los microambientes. El desrespeto a este postulado fatalmente conducirá, más tarde o más temprano a la biosfera, hacia una degeneración irreversible.
- c) Que sean exigidas y juzgadas, caso por caso, metodologías (estudio de métodos) de evaluación cuantitativa consistente, como pre-requisito para la ejecución y elaboración de un *RIMA*.

Con la intención de complementar conocimientos que permitan la busca de decisiones o alternativas realistas y equilibradas sobre el uso del medio ambiente, se pretende con el presente trabajo dilucidar los aspectos antes enumerados.

(\*)Profesor titular de la Universidad Federal de Paraná - UFPr - Curitiba - Brasil (\*\*)Profesor adjunto de la Facultad de Ciencias Forestales-UNaM-Misiones-R.A.

## REVISION DE LITERATURAS

### Leyes que rigen la universalidad de la naturaleza

En 1968, el «Club de Roma» evaluó la «difícil situación de la humanidad» (FORRESTER, 1972). Sobre este título, se procuró comprender la totalidad de los problemas de la actualidad y del futuro, como explosión demográfica, crisis ambiental y escasez de materia prima y energía.

El mismo Club de Roma estimuló a los autores FORRESTER (1971); MEADOWS (1972); MESAROVIC & PESTEL (1974) y GABOR et alii (1976) a investigar un «Modelo-Mundial» que permitiese el desarrollo de «principios» regentes de las futuras expectativas de la humanidad. En este contexto caben grandes méritos también a BASLER (1973, 1974), por la tentativa de comprender la crisis ambiental con aplicación de modelos econométricos, como funciones exponenciales, potenciales y logarítmicas, así como cálculos diferenciales e integrales. De la misma forma trabajó BRAUBECK (1973).

La difícil aplicación de los instrumentos antes mencionados a la crisis ambiental es generada, por un lado, por la falta de datos de las investigaciones científicas en física, química biología, ciencia forestal, ecología paisajística, pedología, limnología, etc., y por otro lado, por la sistemática falta de estudios inter-relacionados que permitan la comprensión global.

Hace aproximadamente 4,5 billones de años surgió la Tierra y cerca de 3 billones de años la vida. Según OSCHÉ (1977), fueron identificados cerca de 1,5 millones de animales y 400.000 plantas de esa época.

Estas cifras son difíciles de procesar por la mente humana en términos de escala, tanto que la economía tradicional no despertó el interés en valorizar las inversiones que la naturaleza capitalizó a lo largo del tiempo.

Como consecuencia, cita KAPP (1971) que el hombre considera la riqueza ambiental como propiedad privada para el consumo inmediato, sin preocuparse por su valor real, y MEYER-ABICH (1972, 1973) dice: «la economía tecnificada se movimenta en la espaciosa Tierra como un negocio de «self-service» sin caja».

Consecuencias visibles y actuales de este comportamiento se caracterizan lentamente en: eutrofización de los lagos, eliminación progresiva de las capas de ozono, agotamiento del stock de materias primas, asfixia de la atmósfera a través del gas carbónico, consumo progresivo de las energías, etc. A la crisis ambiental se suma aún, el crecimiento demográfico exponencial (EHRlich, EHRlich, HOLDREN, 1975) y el correspondiente decrecimiento del espacio biosférico per cápita.

Hace 7.000 años antes de Cristo existían

cerca de 15 km<sup>2</sup> de espacio superficial per cápita. Actualmente esta cifra se reduce a 0.04 km<sup>2</sup> (BASLER, 1973, (1974). De la misma forma, la superficie agriculturable de la Tierra es aproximadamente de 3,2 billones de hectáreas. Con el aumento de la población, aumenta también la superficie ocupada por ciudades, industrias, caminos. Esto significa que las superficies agriculturables también decrecen exponencialmente (MEADOWS, 1972).

Según GRUHL (1975), el hombre continúa administrando la guerra depredadora contra la Tierra. La naturaleza violentada registra la extinción progresiva exponencial de los animales (empobrecimiento irreversible de la biosfera -UMWELT 2000, 1973); y en la época actual otro componente crece en forma exponencial: la resistencia de los organismos nocivos contra los pesticidas, provocando su superpoblación (EGGER et al, 1974).

### Ley regente de la función de riesgo

MEADOWS (1972) explicita que la polución ambiental crece exponencialmente. La eutrofización de los lagos (NEUMANN, 1976; ELSTER, 1977), la producción de clorofluorometano (CFM) con marcado efecto en la reducción de la camada de ozono (JUNGE, 1975; GUESTEN, 1976; FLOHN, 1977), la producción de dióxido de carbono (MEADOWS, 1972) y la producción y consumo de energía (GABOR et al, 1976) son algunos procesos estudiados que mostraron crecimiento de forma exponencial. Practicamente todo elemento nocivo, cuando medido dentro de cierto intervalo de tiempo, ha demostrado crecimiento exponencial, o sea, el riesgo crece exponencialmente y con esto crece de la misma forma la responsabilidad de la política-económica.

### POSTULADO DE MACRO/MICROAMBIENTE

La comprensión de las leyes y principios que rigen el universo es más tangible cuando se analiza de lo general para lo particular (método deductivo) que de lo particular para lo general (método inductivo). Es más fácil cuantificar el efecto que evaluar cada una de las infinitas causas. Por ejemplo, en la estimación de la capacidad productiva del suelo, es más práctico medir lo que fué producido que cuantificar todos los factores físico-químicos y biológicos que contribuyeron para la producción. Entretanto, no siempre esto es viable en la naturaleza, ya que en el caso de evaluaciones de riesgo, una vez ocurrida la degradación, no se puede revertir el proceso.

El postulado macro/microambiente determina el uso tanto del método inductivo como del deductivo en las evaluaciones ambientales. En otras palabras, las leyes que rigen el macroambiente también gobiernan el microambiente.

En términos de naturaleza, no se puede permitir la mentalidad de desvincular el micro del macroambiente. Por ejemplo, pensar que el monóxido de carbono expelido por un automóvil es poco significativo y por eso mismo, no intentar regular el motor para tornarlo menos poluente.

No se debe olvidar jamás que el macroambiente es la sumatoria de los microambientes y que los efectos nocivos a los mismos, cuando se sobrepasa el límite de la capacidad autorregenerativa, son acumulativos.

En el análisis de microambiente, se deben estudiar exhaustivamente también los aspectos macro. Cuando se evalúa regionalmente o localmente las alteraciones de agua, aire, suelo o paisaje, se debe hacerlo dentro de contextos globales, como explosión demográfica, agotamiento de materia prima, disminución del espacio vital, agotamiento del suelo.

**METODO DE INVESTIGACION SOCIO-ECONOMICA DE LOS COMPONENTES DE UN RIMA**

Para la evaluación socioeconómica de los componentes de un *RIMA*, deben ser considerados los beneficios directos (tanto de productos como de actividades) y los beneficios indirectos, en contrapartida a costos y riesgos.

Las rentas y los costos (productos y actividades) a lo largo del tiempo y espacio, son fácilmente cuantificables, porque sus principios y leyes están abundantemente ilustrados en la economía tradicional. Con un poco de criterio de investigación se pueden realizar las evaluaciones.

Diffícil se torna cuantificar los beneficios indirectos y riesgos de los comportamientos de un *RIMA*. Es evidente que no existe una receta universal para todos los casos, con todo, se pueden delinear pasos e instrumentos necesarios para minimizar las subjetividades.

Preguntas como las formuladas a seguir, son frecuentes dudas de un investigador:

- a) Cómo formular hipótesis?
- b) Qué tesis debe ser lograda?
- c) Qué parámetros deben ser considerados y cómo medirlos?
- d) Cuáles algoritmos son necesarios y cómo investigar para comprender el mecanismo entre e intra-funcional del sistema socioeconómico con la calidad del ambiente?
- e) Cómo optimizar la solución o alternativa?

**Formulación de hipótesis**

En terminos de análisis socioeconómico de los componentes de un *RIMA*, la formulación de hipótesis pasa necesariamente por la teoría de cuantificación del beneficio indirecto a lo largo del tiempo y el espacio.

Se considera Y como una función de producción de beneficio indirecto a lo largo del tiempo por unidad de espacio, entonces se puede formular la siguiente hipótesis:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \left( \int_{t=0}^{t=\infty} \Delta y dt \right) \rightarrow k$$

t= tiempo  
y= función de producción de beneficio indirecto  
k= asíntota, o sea, debido a la cantidad limitada de los factores de producción de beneficio indirecto (aire, agua, suelo, bosques), la producción máxima de este beneficio es expresada por la asíntota k cuando el tiempo tiende a infinito.

Se considera r como una función de producción de riesgo a lo largo del tiempo y unidad de espacio y considerando la ley que rige la función de riesgo, entonces se puede formular la siguiente hipótesis:

$$\int_{t=0}^{t=t1} \Delta r \frac{dt}{dt}$$

donde:  
t= tiempo  
t1= límite de saturación de riesgo  
r= función de producción de riesgo

**Tesis**

En principio, cuando se contraponen el beneficio y el riesgo (función diferencial Z), la tesis deseada es que la diferencia entre los mismos sea máxima, o sea:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \left( \int_{t=0}^{t=\infty} \Delta y dt \right)_t - \int_{t=0}^{t=t1} \Delta r dt \rightarrow \text{maxima}$$

La tesis será alcanzada cuando:

- a) la segunda derivada de la función diferencial Z (entre beneficio y riesgo) fuera negativa;
- b) cuando fuera determinado, a través de la primera derivada, el momento en que la diferencia entre beneficio y riesgo sea máxima.

O sea:

$$Z = f (y1 - r1)$$

donde:

$$y1 = \lim_{t \rightarrow \infty} \left( \int_{t=0}^{t=\infty} \Delta y dt \right)_t \quad r1 = \int_{t=0}^{t=t1} \Delta r dt$$

donde:

$$\frac{dz}{dt} < 0 \quad \text{y} \quad \frac{dz'}{dt} = (y1 - r1) dt = 0$$

tm → diferencia máxima entre beneficio y riesgo  
tm: momento en que ocurre el valor máximo de la función diferencial Z.

**Definición de parametros y su medición**

La definición de parámetros más significativos es una consecuencia del análisis a través del postulado macro/microambiente frente al problema consi-

derado.

El procedimiento de medición de los parámetros definidos puede ser explicado por el fluxograma de la Figura 1)

Notese que existe la posibilidad de combinar diversos tipos de mediciones con diversos medios de mediciones. Su correspondiente cálculo estadístico puede ser hecho conforme el Cuadro 1)

**Algoritmos necesarios para la cuantificación y mecanismo entre e intrafuncional del sistema**

Puede encontrarse en las literaturas, por ejemplo, de: PRODAN(1969 a,b,g; 1970, 1976); PABST(1966,1969 a,b; 1970); KRAHL (1976 a,b); HOLLAENDER (1979).

**Solución de alternativas**

En principio, la tesis debe demostrar la solución y alternativas que a veces no son las deseadas por el investigador, pero que resguardan a la naturaleza.

**CONCLUSION**

A través de todos los estudios e investigaciones científicas ya realizadas, quedó demostrado que el riesgo en relación al uso indiscriminado del medio ambiente crece en forma exponencial. Esto significa que existe un límite, después del cual la naturaleza sucumbirá fatalmente. Sería una catástrofe para la humanidad. Hay una necesidad incontestable de conocer y administrar racionalmente los servicios de la naturaleza, libre de emociones.

También es necesario

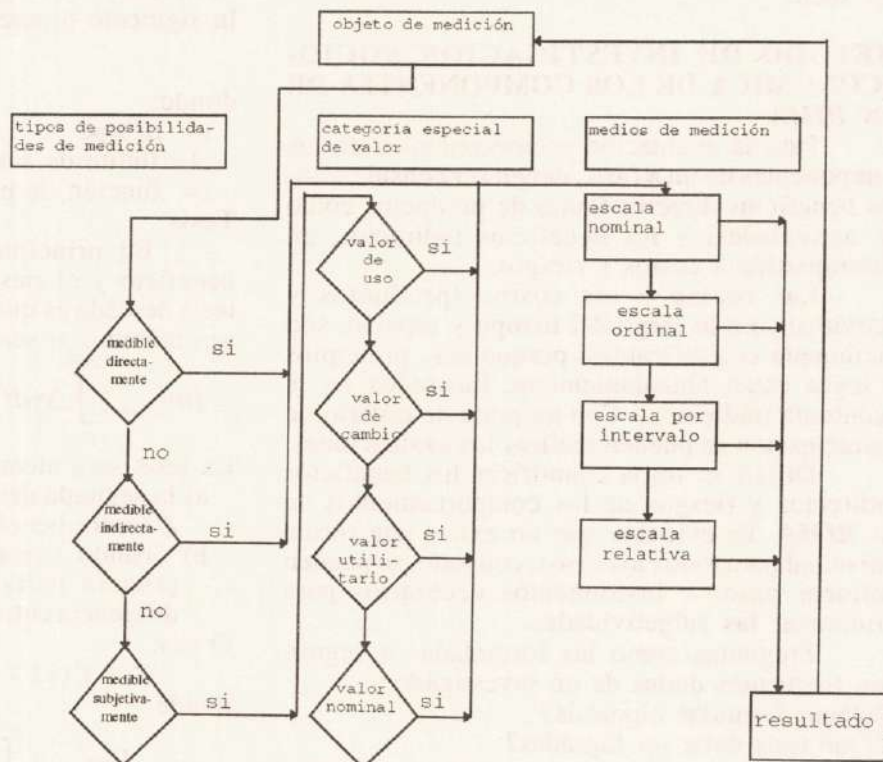
eliminar el vicio de que no se puede cuantificar los beneficios indirectos. Permanecer en este postulado es lo mismo que negar valores a las infinitas funciones de la naturaleza. Es deplorable, mas el hombre siente la importancia del objeto o actividad solamente cuando es contrastado con un bien palpable, preferencialmente en cifras monetarias.

Finalmente, es urgente concientizar al ser humano de que la responsabilidad social y política también crece en forma exponencial.

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

\* BASLER, E. 1973. Strategie des Fortschritte - Umweltbelastung, Lebensraumverknappung und Zukunftsforschung. Verlag Huber & Co. AG

**Figura 1) Procedimiento de medición**



**Cuadro 1) Cálculo estadístico**

Tipo de operación estadística \ Escala	Nominal	Ordinal	Intervalo	Relativa
Valor central	Valor más frecuente	Mediana	Media aritmética	Media geométrica y armónica
Dispersión	Información	Percentil Cuartil	Desvio standart	Variación porcentual
Correlación	Correlación condicionada	Correlación de categoría	Coefficiente de correlación	
Test	Chi-cuadrado test de interacción	KOLMOGOROV SMIRNOV	Test T Test F	

Frauenfeld, Lizenzausgabe. BLV verlagsgesellschaft mbH. Muenchen.

\* BASLER,E; BIANCA,S. 1974. Zivilisation im Umbruch - Zur Erhaltung und Gestaltung des menschlichen Lebensraumes. Verlag HUBER Frauenfeld und Stuttgart.

\* BRAUENBECK,W. 1973. Die unheimliche Wachstumsformel. Paul LIST Verlag, Munchen.

\* EGGER,K.; REICHLING,J. 1974. Landwirtschaft - die Stabilisierung des Agraoekosystems als Kern einer Ueberlebensstrategie. In: H.SCHAEFFER, Folgen der Zivilisation -Therapie oder Untergang 3, Frankfurt/M.

\* EHRLICH,P; EHRLICH,A.H. 1972. Bevoelkerungswachstum und Umweltkrise - die Oekologie des Menschen, 1972. S.FISCHER Verlag, Frankfurt.

\* EHRLICH, P; EHRLICH, A.H.; HOLDREN,J.P. 1975. Humanoekologie, uebersetzt und bearbeitet von H.REMMERT, Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York.

\* ELSTER,H.J. 1977. Der Bodensee - Bedrohung und Sanierungsmoglichkeiten eines Oekosystems. Naturwissenschaften 64, S.207-215.

\* FLOHN,H. Stehen wir vor einer Klima - Katastrophe? UMSCHAU in Wissenschaft und Technik, H.17.

\* FORRESTER,J.W. 1971 (dt.1972). Der teuflische Regelkreis - Das Globalmodell der Menschheitskrise. Deutsche Verlags-Anstalt Stuttgart.

\* GABOR,D.; COLOMBO,U.A. 1976. Das Ende der Verschwendung - Zur materiellen Lage der Menschheit - Ein Tatsachenbericht an den Club of Rome. Deutsche Verlags - Anstalt Stuttgart.

\* GRUHL,H. 1975. Ein Planet wird gepluendert - Die Sreckensbilanz unserer Politik. S.FISCHER Verlag Frankfurt/M.

\* GUESTEN, H. 1976. So durchloechern wir die Atmosphaere. Bild der Wissenschaft.

\* HOLLAENDER, Chr. 1978. Methoden und exemplarische Untersuchungen zur Ermittlung von Wededichte und anderen Kennzahlen ueber Landschaftserschliessung und belastung. Mittlg. Arbeitskreis fuer Forstl. Biometrie,.

\* JUNGE, Chr.1975. Das Kohlendioxid und seine Zunahme, Promet-Meteorologische Fortbildung, H.2.

\* KAPP,K.W. 1971. Umweltgefahrdung, Nationaloekonomie und Forstwissenschaft. FORSTARCHIV, 42. Jg.

\* KRAHL,W. 1976 b. Bodenverknappung in Verdichtungsgebieten von Baden - Wurttenberg. FORSTARCHIV, 47. Jg.

\* KRAHL, W.1976 a.Richtwerte fuer die Freiraumplanung. Mitt.d.Abt. Biometrie der Universitaet

Freiburg.

\* MEADOWS, D.1972. Die Grenzen des Wachstums - Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit. Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart,

\* MESAROVIC,M; PESTEL,E.1974. Menschheit am Wendepunkt-2. Bericht an den Club of Rome zur Weltlage. Deutsche Verlags - Anstalt, Stuttgart.

\* MEYER-ABICH,K.M.1972. Die Oekologische Grenze des Wirtschaftswachstums. UMSCHAU. im Wissenschaft und Technik, H. 20.

\* MEYER-ABICH,K.M.1973 a. Das gute an der Energiekrise. UMWELT, 4.

\* MEYER-ABICH,K.M. 1973 b. Die oekologische Grenze des herkoemmlichen Wirtschaftswachstums. In: H.von Nussbaum. Die Zukunft des Wachstums - Kritische Antworten zum "Bericht des Club of Rome". BERTELSMANN Universitaetsverlag, Duesseldorf.

\* NEUMANN,W. 1976. Wie steht es heute um den Bodensee? UMSCHAU in Wissenschaft und Technik,H. 19 p.

\* OSCHKE,G. 1977. Evolution,2. Aufl., HERDER, Freiburg. (Rheie:"studio visuell").

\* OSCHKE,G. 1977. Oekologie. HERDER, Freiburg. (Rheie:"studio visuell").

\* PABST,H.1966. Holz und Wohlfahrtswirkungen des Waldes sind Koppelprodukte, AFZ Nr.29,S. 495-496.

\* PABST,H. 1969. Walderholung als wirtschaftliches Problem, AFJZ, Nr.5,S. pp111-120.

\* PABST,H.1969. Zur Bewertung der Sozialfunktion des Waldes in Stadtnaeh. AFJZ, Nr.7,S. 158-163.

\* PABST,H.1970. persoenl.Mitt. ueber Kosten einer Flurbereinigung und Kosten v. Wasserbaumaassnahmen, Stand.

\* PRODAN,M. 1969. Zur Bewertung der Sozialfunktionen des Waldes (1): Der Waldwert nach der Sozial-und Ersatzkostentheorie. Holz-Zbl., Stuttgart, Nr.35.

\* PRODAN,M. 1969. Zur Bewertung der Sozialfunktionen des Waldes (2): Der Waldwert nach dem Prinzip des Nutzungseinganges. Holz-Zbl., Stuttgart, Nr.57.

\* PRODAN,M. 1969. Wirtschaftstheoretische Begrueudung der Waldwertschaetzung. Fo u. Ho-wirt. Nr.23.

\* PRODAN,M. 1970. Wirtschaftstheorie und Zielsetzung in der Forstwirtschaft. FORSTARCHIV, 41. Jg.,H.10.

\* PRODAN,M. 1976. Verpflichtung der Forstwirtschaft und der Forstwissenschaften. AFZ nr.3.

## FICHA TECNICA INSECTOS DE INTERES FORESTAL

### *Dirphia araucarie* (Jones 1908)

Cátedra de Plagas y Enfermedades F.C.F

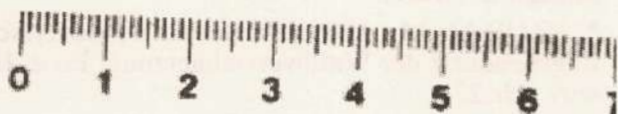
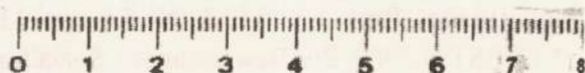
#### UBICACIÓN SISTEMÁTICA:

Orden:	Lepidóptera
Familia:	Saturnidae
Sub-familia:	Hemileucinae
Género:	Dirphia
Especie:	Dirphia araucarie

#### DESCRIPCIÓN DEL INSECTO:

**Larvas:** Su color es verde, con 4 hileras de cerdas amarillas ubi-cadas a lo largo del cuerpo; 10 líneas oscuras transversales dividen al mismo en 11 segmentos.

Tienen una longitud máxima de 8 a 10 cm y 1,2 a 1,5 cm de ancho.



**Pupas:** Son de forma cónica, de color castaño oscuro brillante, de 3,5 a 4,5 cm de largo por 1,5 a 2 cm de ancho. Se encuentran bajo la hojarasca del sotobosque en su mayor parte desnudas o protegidas por un débil capullo que ellas mismas construyen con hilos de seda y restos vegetales.

**Adulto:** Mariposa de hábitos nocturnos con una coloración castaño-rojizo y líneas blancas que se extienden oblicuamente por el margen interno; de 6,5 cm de envergadura alar, antenas pectinadas, cortas, de color amarillo.

#### DAÑOS:

Especie que ataca: "Pino paraná" - *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.

La planta de araucaria queda totalmente desfoliada porque generalmente existen en un mismo árbol gran cantidad de larvas que se alimentan día y noche, produciendo detención del crecimiento, amarillamiento generalizado de la copa y evidente declinamiento. Los árboles tardan en recuperarse de 2 a 3 años.

#### CONTROL:

En estado larval pulverizaciones con preparado bacteriológico "*Bacillus thuringiensis*".

En estado pupal aplicaciones al suelo con insecticidas de contacto (Sevín, por ejemplo).

Esta especie tiene gran cantidad de enemigos naturales que se pueden utilizar en el control biológico.

## EVOLUCION DE LA REGENERACION NATURAL EN DOS SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO Y BOSQUE NATIVO NO PERTURBADO EN LA PROVINCIA DE MISIONES - REPUBLICA ARGENTINA.

**Eibl, B.<sup>1</sup>**

**Montagnini, F.<sup>2</sup>**

**Woodward, Ch.<sup>3</sup>**

**Szczipanski, L.<sup>4</sup>**

**Rios, R.<sup>5</sup>**

### RESUMEN

La Provincia de Misiones cuenta con superficies cubiertas por bosques nativos en diferentes estados de degradación cuya recuperación aún no ha sido evaluada. En este trabajo se examina la regeneración de especies forestales nativas en un bosque aprovechado bajo dos sistemas de corta: diámetros mínimos de corta y espaciamiento uniforme, con respecto a la situación original. Se releva la regeneración en 5 clases de tamaños, desde su germinación hasta un máximo de 10 cm de diámetro a la altura del pecho (dap), utilizando parcelas permanentes de 5, 15 y 30 m<sup>2</sup>. Considerando el total de renuevos en todas las clases de tamaños y especies, se encontraron 22.266 renuevos/ha en el bosque que había sido sometido a corte basado en diámetros mínimos y 54.333 renuevos/ha bajo sistema de corte por espaciamiento uniforme, a los 3 años de la intervención. En un bosque sometido al sistema de diámetros mínimos de corte 30 años atrás, la cantidad de renuevos por ha fue de 49.999 renuevos/ha. En bosque nativo no explotado se hallaron 32.833 renuevos/ha. Estos resultados se comparan con otro muestreo más intensivo para sistema de corte por diámetros mínimos y bosque sin explotar, llegándose a valores similares. Se evaluó la cobertura de copas y el tipo de sotobosque en cada tratamiento. Las aperturas del dosel como resultado de los aprovechamientos no siempre benefician a la regeneración arbórea, ya que el aumento de la luminosidad favorece el predominio de bambúseas, las cuales a su vez compiten

fuertemente con los renovales. El tratamiento silvicultural a largo plazo tendiente a la regeneración de la masa arbórea debe contemplar el manejo del sotobosque.

**Palabras clave:** selva subtropical oriental, Misiones, sistemas de aprovechamiento, regeneración natural

### SUMMARY

A uniform spacing method of selective cutting was recently implemented in the 5,340 ha Guaraní Reserve, Misiones, Argentina, to maintain species diversity and enhance forest productivity. In this article we compare tree regeneration in forests cut by diameter limit and by uniform spacing. Five size classes were considered up to 10 cm d.b.h. (diameter at breast height) using 5, 15 and 30 m<sup>2</sup> plots. Three years after cutting, 22,266 seedlings/ha were found in the forest cut by diameter limits, 54,333 seedlings/ha in the forest cut by uniform spacing, and 32,833 seedlings/ha in undisturbed forest. In another forest cut by diameter limits 30 years ago, a total of 49,999 seedlings/ha were found. Similar trends were found for saplings of commercial value. The species composition of the understory was more heterogeneous in the forest cut by uniform spacing than by diameter limits. These results suggest that the uniform spacing method contributes to higher tree and understory species diversity.

**Key words:** eastern subtropical forest, Misiones, selective cutting systems, natural regeneration

### INTRODUCCION

La Selva Misionera es un bosque subtropical húmedo localizado en la Provincia de Misiones, Noreste de la República Argentina (25° lat.S, 45° long.O). Esta Provincia cubre una superficie de 30.000 km<sup>2</sup>, que representa aproximadamente el

*Trabajo presentado en el III CONGRESO LATINOAMERICANO DE ECOLOGIA . MERIDA. VENEZUELA. OCTUBRE 1995.*

(1,4 y 5)Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. Bertoní n°124, (3382)Eldorado, Misiones, Argentina. Tel(0054)751-31526/31766. (2y 3) Escuela Forestal y de Ciencias Ambientales. Universidad de YALE (EEUU) 370 Prospect street, New Haven, CT 06511.

1% de la superficie total del País (MARGALOT, 1985) sin embargo aproximadamente el 66% del abastecimiento de madera de aserrío y más del 85% de la madera compensada del país proviene de esta Provincia (IFONA 1985, POYRY 1988, Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables, 1993). La mayoría de esta producción proviene de plantaciones de *Pinus* spp., *Eucalyptus* spp. y *Melia azedarach*, pero el 29% de la madera aprovechada proviene de bosques nativos primarios o secundarios (FAHLER 1989, IFONA 1985, Ministerio de Ecología 1993). En la actualidad la Selva Subtropical Oriental en la Provincia de Misiones cubre una superficie total de 1 millón 100 mil hectáreas (casi el 50% de la superficie Provincial), pero esta superficie abarca tanto bosque en producción como bosques degradados y bosques no utilizables, protegidos en Parques Nacionales y Reservas Provinciales (Programa Mapa Forestal, 1985). En esta situación se plantea la necesidad de evaluar la posibilidad de incorporar áreas importantes de bosque nativo degradado al sistema de producción permanente.

En la década del 60 el gobierno Argentino inició un sistema de manejo de bosques nativos que prohibió la extracción de ciertas especies por debajo de un diámetro especificado (MANGIERI, 1965). Posteriormente, con un Plan de Ordenación se definió las cortas en función al criterio de los diámetros mínimos estipulados para cada especie, de acuerdo a lo establecido en el Decreto Nro. 1617/87 (Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables, 1987). Estos métodos no son los adecuados para las estructuras complejas de bosques tropicales o subtropicales que típicamente contienen una gran diversidad de especies. En estos casos existen pocos individuos de especies comerciales por hectárea, en mezcla íntima con otros sin valor comercial actual, y una gran proporción de individuos en clases diamétricas inferiores. Con el sistema de diámetro mínimo de corta, vigente aún en la actualidad, se extraen las especies comerciales según un diámetro mínimo establecido que oscila entre 40 y 55 cm de dap según las especies (Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables, 1987). Este sistema tiene una serie de efectos indeseables. Por ejemplo, se extraen todos los individuos adultos que servirían como semilleros para las generaciones futuras del bosque. Estas condiciones aparentemente favorecen el crecimiento de especies heliófilas invasoras tales como bambúseas en el sotobosque debido a la amplia apertura del dosel realizada

con la extracción, lo cual impediría la regeneración de especies arbóreas umbrófilas (DESCHAMPS 1987).

Los sistemas de manejos de bosques tropicales con aprovechamiento silvicultural requieren el seguimiento de la regeneración natural luego de la extracción de las especies de valor comercial. Esto permite determinar los tratamientos más adecuados para la masa remanente (refinamientos, control del sotobosque), para asegurar el crecimiento de los ejemplares para la siguiente rotación (BUSCHBACHER, 1990, DE GRAFF Y POELS, 1990, LAMPRECHT, 1990, SCHMIDT 1991, GONZALEZ Y CHAVEZ 1994). En la Provincia de Misiones se citan experiencias de evaluación y relevamiento de la regeneración natural para especies de importancia comercial (GOTZ, 1987, MARIOT, 1987). SCHULZ, 1967 propone que luego del aprovechamiento, se muestree la regeneración natural, se estimule la regeneración con manejo del sotobosque, y se realicen refinamientos con eliminación de árboles indeseables y una posterior entresaca para favorecer los renovales de importancia comercial. Asimismo EIBL, y col. (1993) mencionan la importancia de liberar el sotobosque para favorecer un buen desarrollo y mejorar el crecimiento de los renovales.

A los fines de investigar los efectos de diferentes sistemas de aprovechamiento, en 1991 la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones, realizó extracciones según diámetro mínimo de cortas, extrayendo 37 m<sup>3</sup>/ha, y según un criterio técnico de extracción selectiva por espaciado uniforme, extrayendo solamente 16 m<sup>3</sup>/ha, en la Reserva Forestal Guaraní (GRANCE Y MAIOCCO 1993). La ventaja del segundo método es la obtención de una reserva volumétrica en pie en condiciones de ser empleada a mediano plazo, a la vez de garantizar una buena distribución de árboles semilleros, así como menores daños a la masa remanente (GRANCE Y MAIOCCO 1993).

En el presente trabajo se caracterizaron los efectos de ambos tipos de aprovechamientos sobre la regeneración de especies nativas arbóreas de valor comercial con referencia a un bosque no explotado. El objetivo fue determinar el número de renovales, su distribución por clases de alturas e ingreso al diámetro a la altura del pecho (dap), así como establecer relaciones entre la evolución de los renuevos y factores tales como el grado de apertura del dosel y el tipo de vegetación del sotobosque.

#### SITIO EXPERIMENTAL

Los ensayos en estudio se encuentran instalados en la región de la Selva Subtropical Oriental (Provincia Paranaense) ubicada al Noreste de la Provincia de Misiones en la República Argentina. La Selva Misionera comprende la extensión más austral del bosque pluvial amazónico (PERTICARARI, 1992). El clima de la región corresponde al tipo Cfa, según Koppen, mesotérmico, constantemente húmedo y subtropical, con precipitaciones anuales de 1700 a 2400 mm, distribuidas en todos los meses del año. La temperatura media del mes más cálido (enero) es de 25°C con máximas de 39°C, y la temperatura media del mes más frío (julio) es de 14°C con mínimas absolutas de -6°C (EIBL y col., 1994).

El área demostrativa y experimental de Guaraní - Departamento Guaraní - Misiones, 26°15' lat.S; 54°15' long.O y 267 a 574 msnm, se encuentra situada al este de la provincia, cerca de la frontera con Brasil, entre las localidades de San Pedro y El Soberbio, y a 170 km de Eldorado. La Reserva fue establecida en 1975 cuando el Gobierno Provincial le cedió el área a la UNaM, (Universidad Nacional de Misiones) que a su vez delegó la administración a la Facultad de Ciencias Forestales. Debido a su composición florística y condiciones físicas, los bosques de la reserva son representativos de una gran parte de los bosques nativos de la provincia (UNaM 1992). La Facultad dedicó la Reserva como sitio experimental para el estudio de métodos de manejo y utilización del bosque de manera económicamente atractiva que al mismo tiempo mantengan la integridad del ecosistema. La mayor parte de la reserva permanece inexplorada, ya que sólo un 20% ha sido dedicada a uso experimental. Una pequeña población indígena (Guaraní) se encuentra aún viviendo en una porción de la reserva. Los indígenas utilizan métodos de cultivo tradicionales, los cuales luego de su abandono han dado lugar a campos en diferentes estados de sucesión natural.

Como referencia se comparó la regeneración en un bosque situado en Eldorado- Departamento Eldorado, 26°23' lat.S, 54°40' long.O y 160 msnm, de clima semejante al de Guaraní, en el cual se han realizado estudios de dinámica de la regeneración en parcelas permanentes (EIBL y col. 1993). En este sitio la explotación de las mejores especies de importancia comercial data la década de 1960.

En ambos sitios los suelos predominantes son Ultisoles, del gran grupo kandiidultes (US Soil Taxonomy), conocidos regionalmente como tierra colorada o suelo rojo profundo (LASE-

RRE, 1968/69). Son arcillosos, con predominancia de sesquióxidos y caolinita, ácidos (pH en agua 5 - 5.5, bien drenados, bien estructurados, profundos, con materia orgánica en superficie generalmente superior a 3% CIP (Capacidad de intercambio catiónico) entre 10 - 20 cmol/kg y porcentaje de saturación de bases mayores del 50%

## MATERIALES Y METODOS

Se instalaron parcelas permanentes en cuatro sitios con diferentes tratamientos silviculturales. **SITIO 1:** Reserva Guaraní, tratamiento de la masa por diámetros mínimos de cortas, aproximadamente 60 ha, realizado en 1990 (GRANCE y MAIOCCO, 1993); **SITIO 2:** Reserva Guaraní, cortas selectivas por espaciamiento uniforme, 100 ha, realizado en 1991 (GRANCE y MAIOCCO, 1993); **SITIO 3:** Reserva Guaraní, situación de bosque no perturbado, 100 ha; **SITIO 4:** Eldorado, diámetros mínimos de cortas, 4,5 ha, realizado en la década del 60 (EIBL y col., 1993). En todos los casos los aprovechamientos se realizaron extrayendo únicamente ejemplares de especies de importancia comercial (Tabla 1).

Al comenzar los estudios de la regeneración, en el SITIO 1, el área basal de la masa fue de 10 m<sup>2</sup>/ha, con 105 árboles/ha. En el SITIO 2 el área basal fue de 22 m<sup>2</sup>/ha con 280 árboles/ha. En el SITIO 3 el área basal fue de 28 m<sup>2</sup>/ha con 300 árboles/ha (GRANCE y MAIOCCO 1993). En el SITIO 4 el área basal fue de 21 m<sup>2</sup>/ha con 304 árboles/ha.

Las unidades de muestreo se establecieron como parcelas permanentes para estudios de regeneración a largo plazo sobre 2 (dos) hectáreas en cada sitio. Se utilizaron parcelas de 5 m<sup>2</sup> para la clase de renuevos más pequeñas (CLASE 1 <10 cm de altura), 15 m<sup>2</sup> para las clases intermedias (CLASE 2, de 10 a 49 cm de altura y CLASE 3 de 50 a 149 cm de altura) y 30 m<sup>2</sup> para las clases superiores (CLASE 4 de 150 a 299 cm de altura y CLASE 5 >300 cm de altura). Los ejemplares son considerados renuevos cuando el dap es inferior a los 10 cm. Estos tamaños de parcelas se escogieron a partir de experiencias anteriores en las cuales se comparó la variabilidad encontrada en el número de individuos para cada clase de altura de renuevos, en parcelas de diferentes tamaños (EIBL y col. 1993). Estos métodos son similares a los utilizados en estudios de regeneración natural de bosques aprovechados en los trópicos húmedos (SCHMITT y BARITEAU 1989, ASHTON 1990, GONZALEZ Y CHAVEZ, 1994).

Las parcelas se ubicaron al azar, con un total de 15, 14, 6 y 12 parcelas muestreadas para cada clase de renuevos, para los SITIOS 1, 2, 3 y 4, respectivamente. De los resultados de cada sitio se calculó el número de renuevos por ha. Así como la abundancia y frecuencia relativa para cada especie de importancia comercial. Los datos por parcela (renuevos por hectárea) se utilizaron para calcular promedios por sitio en un análisis de la varianza (LSD,  $P < 0.05$ ).

Se compararon los totales para todas las clases de tamaño, así como los renuevos de categorías comerciales, y en tercer lugar los renuevos de grupos comerciales de las clases de tamaño 4 y 5. El análisis se realizó comparando los cuatro sitios, así como contrastando solamente los dos sistemas de aprovechamiento (SITIOS 1 y 2).

Para los SITIOS 1 y 3 se realizaron relevamientos comparativos de la regeneración utilizando parcelas circulares de 5 m<sup>2</sup> y 25 m<sup>2</sup>. En este caso no se incluyen la clase 5 porque se enfocaba en los renuevos más jóvenes. Se establecieron 40 parcelas por sitio para cada clase de tamaño, ubicadas al azar a lo largo de ocho transectas en cada sitio. Las transectas fueron de 100 m de largo, con 20 m de separación entre ejes de transectas. En el SITIO 1 las parcelas se ubicaron en toda la extensión. En el SITIO 3, para obtener una mejor representación de las condiciones heterogéneas del bosque no perturbado, las transectas se ubicaron en tres áreas de bosque separadas de 1 a 3 km.

Los datos corresponden a relevamientos de la regeneración realizados en 1994-1995 a lo largo de todo el año. Los resultados se presentan para los totales de cantidades de renuevos por clase de tamaño, así como separados en tres categorías de valor comercial, y por especie.

También se tomaron datos de frecuencia del tipo de sotobosque (especies más abundantes) así como datos de cobertura de copas. La cobertura se define como abierta cuando la distancia entre copas es mayor al diámetro de las mismas, media si las copas no se tocan pero la distancia entre éstas es menor a su diámetro, y cerrada si las copas se tocan o entrecruzan.

## RESULTADOS

Regeneración de especies arbóreas en parcelas permanentes de Guaraní y Eldorado

En el SITIO 1 se encontró un número similar de renuevos en las clases de altura 1 y 2, mientras que para los otros tres sitios se halló la mayor

cantidad de renuevos en la clase de tamaño 2 (Fig. 1)(Tabla 2). En todos los casos la representación en las clases 4 y 5 fue relativamente escasa, entre un 1% y 4% del total de renuevos. Comparando el número total de renuevos de árboles forestales, para todas las clases de alturas tomadas en conjunto, en el SITIO 1 (diámetro mínimo de cortas) se encontraron menos de la mitad (22.266 renuevos/ha) que en el SITIO 2 (selección por espaciamiento uniforme), donde se halló un total de 54.333 renuevos/ha (Fig. 1). En el SITIO 3 (situación sin explotación) se encontró un valor intermedio de 32.833 renuevos/ha. Para el SITIO 4 (explotación en los años 1960 en Eldorado), el total fue similar al encontrado en el SITIO 2, con 49.999 renuevos/ha. En los totales por sitio, la diferencia entre SITIO 1 y SITIOS 2 y 4 fué estadísticamente significativa, mientras que el SITIO 3 se encuentra en una posición intermedia ( $P < 0.0183$ ). La diferencia entre los totales de los dos tipos de explotación (SITIOS 1 y 2), fué altamente significativa ( $P < 0.0005$ ). Cuando la comparación de los totales de renuevos por sitio, se realiza separando a las especies de acuerdo a su importancia comercial (A, B1 y B2) (Tabla 1), se observan algunas tendencias similares al caso anterior, con menos de la mitad de renuevos en el SITIO 1 (14.911 renuevos/ha) que en el SITIO 2 (32.357 renuevos/ha). En este caso el valor para el para el SITIO 3 fue aún menor que para el SITIO 1 (11.222 renuevos/ha), mientras que en el SITIO 4 se encontraron 16.833 renuevos/ha (Fig. 2)(Tabla 3). Con el análisis estadístico, comparando los cuatro sitios se diferencian significativamente el SITIO 2 de los SITIOS 1 y 3, no así del SITIO 4, ( $P < 0.0593$ ) (Tabla 5).

Dentro de los renuevos comerciales se consideraron separadamente aquellos ejemplares de altura superior a los 150 centímetros, que corresponden a la clase 4 y 5, con mayor posibilidad de llegar a árbol adulto. En este caso los datos indican 199 renuevos/ha, para el SITIO 1, 406 para el SITIO 2, 223 para el SITIO 3 y 392 para el SITIO 4 (Fig.3)(Tabla 4). Estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ). Sin embargo cuando se contrastan solamente los SITIOS 1 y 2 el SITIO 2 fué mayor pero a un nivel de probabilidad menor del 85% (Tabla 5).

Cuando se observa el número de renuevos por especie para el SITIO 1 (Tabla 6), en los grupos A y B1 aparecen cedro, guatambú, guaicá, cacheta y grapia. Las especies más abundantes para este Sitio fueron cedro (9.18%) y guatambú

blanco (9.18%) y la más frecuente grapia (100%) y guatambú blanco (80%). Mientras que en el SITIO 2 (Tabla 7), además de las anteriores se encontró incienso (Grupo A) y anchico colorado (Grupo B1). Las especies más abundantes para este Sitio fueron grapia (31.77%) y anchico colorado (7.27%) y las más frecuentes grapia (100%) y laurel guaicá (71%).

En el SITIO 3 (Tabla 8) se encontró guatambú, laurel guaicá, incienso (Grupo A) y anchico colorado y grapia en el grupo B1. En este Sitio no se encontró cedro ni cacheta, dos especies de importancia comercial que se registraron en SITIOS 1 y 2. La especie más abundante para este Sitio fue laurel negro (26.73%) esta última del grupo comercial B2 y las más frecuentes grapia (100%), laurel negro (100%) y guatambú blanco (50%).

En el SITIO 4 (Tabla 9) se encontró incienso, laurel guaicá, guatambú y cedro (Grupo A), y anchico colorado, grapia y caña fístola (Grupo B1), lo cual lo hace similar al SITIO 2. Para este Sitio las especies más abundantes fueron laurel guaicá (10.24%) y laurel amarillo (9.31%) esta última del grupo comercial B2 y las más frecuentes laurel amarillo (83%), cancharana (75%) esta última del grupo comercial B2, laurel guaicá (58%), incienso (50%), guatambú blanco (50%) y cedro (42%).

#### Regeneración de especies arbóreas en Guaraní: parcelas circulares

Los resultados obtenidos con parcelas circulares de 5 y 25 m<sup>2</sup> mostraron que para el SITIO 1 los totales generales de renuevos por ha para los tres grupos comerciales fueron similares a aquéllos encontrados en muestreos de parcelas permanentes rectangulares (estos valores no incluyen la Clase 5 de tamaño) (Tabla 10). Comparando los valores encontrados para la Clase 4 solamente, los totales para cada grupo también fueron similares a los encontrados con parcelas rectangulares. Tabla 12.

En el caso del SITIO 3 (Tabla 11) el número total de individuos para todas las clases y grupos de especies comerciales es similar para ambos métodos empleados.

#### Tipos de sotobosque y cobertura

En el SITIO 1, en todas las parcelas se encontraron bambúseas: *Bambusa guadua* Humb. & Bonpl. (tacuaruzú), *Chusquea ramosissima* Lind. (tacuarembó), *Guadua trinii* (Nees) Ruprecht. (yatebó), *Merostachys clauseni* Munro (tacuapí).

En el 73% de los casos se encontraron helechos arborescentes tales como *Alsophilla* spp., *Diksonia* spp. (Fig. 4)(Tabla 13). En el SITIO 2 la composición del sotobosque fue más heterogénea, también con predominio de bambúseas pero con presencia de latifoliadas, principalmente de arbustos tales como *Actinostemum concolor*, *Bahuinia* spp., *Piper* spp., *Solanum* spp., *Trichilia* spp. y enredaderas tales como *Bahuinia* spp. En el SITIO 3 únicamente se encontraron bambúseas y en el SITIO 4 se halló una distribución casi proporcional entre bambúseas, helechos, latifoliadas y enredaderas, como así también una pequeña proporción de pastos: *Eragrostis* spp., *Paspalum* spp., *Setaria* spp., *Sporobolus* spp., *Trichloris* spp., lo cual lo asemeja más al SITIO 2. (Fig. 4)(Tabla 13).

En cuanto a la frecuencia de los tipos de cobertura (Fig. 5)(Tabla 14) en el SITIO 1 predominaron parcelas abiertas y en segundo lugar cobertura media. En el SITIO 2 predominaron parcelas de cobertura cerrada, en menor proporción media y muy pocas parcelas abiertas. En el SITIO 3 predominaron las parcelas abiertas y se encontró una proporción similar de parcelas de cobertura media y cerrada. En el SITIO 4 predominó la cobertura media y en iguales proporciones la abierta y cerrada.

#### DISCUSION

La mayor abundancia de renovales en la Clase de tamaño 2 en todos los sitios estudiados (Fig. 1)(Tabla 2) se podría explicar por la diferente estacionalidad en la germinación de las especies más abundantes, lo cual produce un gran número de individuos de ciertas especies en un momento dado. Estos individuos al cabo de varios meses con su crecimiento pasan a la clase superior, siendo reemplazados en las clases inferiores por aquellos individuos que germinen en su momento. Esta característica se vio menos marcada en el Sitio 1 (Fig. 1), posiblemente debido a la mayor apertura del dosel provocado por la extracción de madera más intensa con el sistema de diámetros mínimos de corta. La mayor luminosidad estimularía una germinación masiva de semillas de la reserva del suelo. En esta situación pueden germinar gran cantidad de semillas de especies pioneras que se encontraban en la reserva del suelo en estado latente (BAZZAZ, 1990).

La menor cantidad de renovales en las Clases de tamaño 3, 4 y 5 (Fig. 1) se debería a la acción de depredadores de renovales, enfermedades,

competencia por luz, acción física del sotobosque y efectos microclimáticos, hecho común en bosques tropicales (CLARK & CLARK, 1984; LAMPRECHT, 1990, KHAN y TRIPAHI, 1991; MOLOFSKY y AUGSPURGER, 1992; BROWN, 1993). Asimismo muchas especies no pioneras pueden permanecer en estado latente sin crecer por 4 años o más, lo cual disminuiría su ingreso a las clases de tamaños superiores (CLARK & CLARK, 1992).

La similitud en la composición de especies en las áreas sometidas a los dos tipos de tratamiento silvicultural en Guaraní (SITIOS 1 y 2, Tabla 6 y 7) se atribuiría a que los renovales de esta etapa temprana aún corresponden a semillas remanentes de los árboles extraídos. La apertura del dosel con el aprovechamiento silvicultural estimularía al crecimiento de estos renovales. Es de esperar que a largo plazo en el Sitio 2 predominen las especies del Grupo A, en su mayoría umbrófilas en sus etapas iniciales (guatambú, incienso, guaicá). Esto sería una consecuencia tanto de las menores aperturas del dosel como de la selección de árboles semilleros previo al corte en el sistema por espaciamiento uniforme.

En el área de bosque no perturbado la regeneración arbórea fue menor que en los sitios que sufrieron tratamiento silvicultural. Este bosque presentaba claros y áreas pedregosas, lo cual puede explicar la menor abundancia de especies de alto valor comercial. Por otro lado la regeneración de la mayoría de las especies arbóreas, se vería favorecida por un aumento en la luminosidad. Así, el tratamiento silvicultural puede resultar en un aumento de renovales, sobre todo en las clases de tamaño inferiores, en relación al bosque no aprovechado, con cobertura más cerrada.

Comparando los cuatro sitios, los mayores valores de renovales por hectárea se encontraron en el tratamiento de cortas por espaciamiento uniforme, en el cual también se encontró el mayor número de renovales de altura superior a 150 centímetros, para todas las especies y también para las de importancia comercial. En algunos métodos de intervención de bosques con manejo de regeneración natural tales como el TSS (Tropical Shelterwood System) (BUSCHBACHER 1990, LAMPRECHT, 1990, SCHMIDT, 1991) y los Sistemas de Manejo Policíclicos (DE GRAAF y POELS, 1990), se espera que el número de renovales de importancia comercial en esta clase de tamaño sea aproximadamente 100 por hectárea para asegurar un aprovechamiento futuro. En relevamientos de

la regeneración natural luego de la aplicación del diámetro mínimo de cortas en un bosque de bajura del trópico húmedo de Costa Rica (GONZALEZ y CHAVEZ 1994) se han encontrado 247 renovales/ha de especies de importancia comercial para las clases de tamaño 4 y 5. Este valor es comparable al encontrado en el presente trabajo para la peor de las situaciones planteadas (200 renovales/ha para el tratamiento de diámetros mínimos, SITIO 1), a pesar de que el clima subtropical es menos favorable (heladas y sequías) y en consecuencia las tasas de crecimiento arbóreo son menores a las que se dan en el clima tropical. Los valores obtenidos en este trabajo utilizando sistema de espaciamiento uniforme (405 renovales por ha, SITIO 2) sugieren que se podrían esperar resultados aún mejores a mediano y largo plazo.

Según experiencias anteriores en la región (SCHULTZ, 1967, EIBL y col. 1993), se recomienda la conducción de la regeneración con limpieza del sotobosque. Asimismo, cuando el área basal del bosque remanente luego del aprovechamiento es próximo a los 10 m<sup>2</sup>/ha, la regeneración natural puede ser acompañada por técnicas de enriquecimiento para aumentar el volumen potencial extraíble a largo plazo. En el SITIO 1 en un proyecto posterior se instalaron fajas de enriquecimiento de 4 metros de ancho con eliminación del sotobosque. La regeneración natural en las fajas de enriquecimiento duplicó a la regeneración entre fajas donde no hubo limpieza, lo cual sugiere que la presencia del sotobosque es uno de los factores principales que impide el desarrollo de la regeneración por competencia (GRANCE y MAIOCCO, 1995).

Es interesante hacer notar que comparando el caso de aprovechamiento por diámetro mínimo de cortas en Eldorado (SITIO 4) con 30 años de regeneración, con el aprovechamiento por espaciamiento uniforme practicado en Guaraní (SITIO 2), en este último se llegó a los mismos niveles de regeneración en 2 años. Se debe señalar que estos son resultados preliminares, y que los relevamientos a largo plazo de las parcelas permanentes indicarán el destino de esta regeneración.

El método de aprovechamiento por espaciamiento uniforme aplica un criterio técnico de selección de árboles remanentes, teniendo en cuenta la cobertura de copas y la calidad de las especies. Estos resultados, a pesar de ser preliminares señalan la necesidad de explotar los bosques nativos aún existentes según este tipo de criterio, para garantizar

la permanencia del recurso.

#### AGRADECIMIENTOS:

Al estudiante Sr. Cristobal Thews y Sr. Federico Robledo, por colaborar en los relevamientos de los datos de campo. A Luis A. Grance y Domingo Maiocco por la permanente colaboración. Se agradece a Eugenio González la revisión del manuscrito. El apoyo financiero fue brindado por la Fundación A.W. Mellon, a través de un programa de investigación en ecología tropical de la Escuela Forestal y de Estudios Ambientales de la Universidad de Yale.

#### BIBLIOGRAFIA

- \* Ashton, P. M. S., Gunatilleke, C.V.S., and Gunatilleke, I.A.U.N., 1995. Seedling survival and growth of four Shorea species in a Sri Lankan rainforest. *Journal of Tropical Ecology*, **11**, 263-279.
- \* Bazzaz, F. A. 1990. Regeneration of tropical forests: physiological responses of pioneer and secondary species. In: Gomez-Pompa, A., Whitmore, T.C., and Hadley, M. (Eds.), *Rainforest Regeneration and Management*, MAB Series, UNESCO. Paris. pp.91-118.
- \* Brown, N. 1993. The implications of climate and gap microclimate for seedling growth conditions in a Bornean lowland rain forest. *Journal of Tropical Ecology*, **9**, 153-168.
- \* Buschbacher, R. J. 1990. Natural forest management in the humid tropics: Ecological, social, and economic considerations. *Ambio* **19**(5): 253-258.
- \* Clark, D. and Clark, D. 1984. Spacing dynamics of a tropical forest tree: evaluation of the Janzen-Connell model. *American Naturalist*, **124** (6): 769-709.
- \* Clark, D. and Clark, D. 1992. Life history diversity of canopy and emergent trees in a neotropical rain forest. *Ecological Monographs* **62**(3): 315-344.
- \* Deschamps, J. R. y Ferreira, M. O. 1987. Estudios sobre las comunidades postclimáticas de Misiones, I: Los campos abandonados o «capueras». En: Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales (ISIF) (Ed.) *IV Jornadas Técnicas: Bosques Nativos Degradados. Tomo II*. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Eldorado. Misiones. Argentina. pp.36-45.
- \* Eibl, B.; Szczipanski, L.; Rios, R & Vera, N. 1993. Regeneración de especies forestales nativas de la selva Misionera. En: Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales (ISIF) (Ed.) *VII Jornadas Técnicas: Bosque Nativo: uso, manejo y conservación*. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Eldorado. Misiones. Argentina. pp.100-122.
- \* Eibl, B.; Silva, F.; Bobadilla, A.; Weber, E & Gonseski, D. 1994. *Boletín Meteorológico Aeródromo Eldorado. Período 1985/1994*. Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales (Ed.). Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Eldorado, Misiones, Argentina.
- \* Fahler, J. C. 1989. Estado actual de la tecnología y manejo de las forestaciones en el NE Argentino. *IV Jornadas Forestales de Entre Ríos (Argentina)*, **3**, 1-23.
- \* Finegan, B. and Sabogal, C. 1988. El desarrollo de sistemas de producción sostenible en bosques tropicales húmedos de bajura: un estudio de caso en Costa Rica. *El Chasqui (Costa Rica)* **17**:3-24.
- \* Gonzalez, E. and Chavez, E. 1994. Estructura y composición de un bosque húmedo tropical explotado en la región norte de Costa Rica. *Yvyraretá (Argentina)* **5**, 57-69.
- \* Gotz, I. 1987. Estudio de la masa de un bosque nativo de Misiones. Espesura, área basimétrica y volúmenes. Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales (ISIF) (Ed.) *IV Jornadas Técnicas: Bosques Nativos Degradados. Tomo II*. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Eldorado. Misiones. p.46-61.
- \* Graaf, N. R. and Poels, R. L. H. 1990. The Celos management system: A polycyclic method for sustained timber production in South American rain forest. En: Anderson, A.B. (Ed.) *Alternatives to Deforestation: Steps Toward Sustainable Use of the Amazon Rain Forest*. Columbia University Press. New York. pp.116-127.
- \* Grance, L & Maiocco, D. 1993. Comparación de dos criterios de entresaca en el bosque subtropical Misionero. En: Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales (Ed.) *VII Jornadas Técnicas sobre Bosque Nativo: uso, manejo y conservación*. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Eldorado. Misiones. Argentina. pp.284-299.
- \* Grance, L. y Maiocco, D. 1995. Enriquecimiento del bosque nativo con *Bastardiopsis densiflora* (Hook et Arn) Hassl, cortas de mejora y estímulo a la regeneración natural *Yvyraretá (Argentina)*. N° 6 (en imprenta).

- \* IFONA (Instituto Forestal Nacional). 1985. **Anuario de Estadística Forestal**. Buenos Aires, Argentina.
- \* Khan, M. L. and Tripahi, R. S. 1991. Seedling survival and growth of early and late successional tree species as affected by insect herbivory and pathogen attack in sub-tropical humid forest stands of North-east India *Acta Oecologica* 12: 569-579.
- \* Lamprecht, H. 1990. *Silvicultura en los Trópicos*. GTZ. Eschborn. pp.129-133.
- \* Laserre, S.R. 1980. Los suelos de Misiones y su capacidad de uso para plantaciones de coníferas. *Asociación de Plantadores Forestales de Misiones. Boletín n°10*. Posadas. Misiones. Argentina. pp..
- \* Mangieri, H.R. 1965. Reconstitución de los bosques misioneros y características biológicas de las principales especies. En: *Primeras Jornadas de trabajo del Centro de Estudios del Bosque Subtropical (CEBS)*. Eldorado - Misiones. Argentina. pp.141-145.
- \* Margalot, J. A. 1985. *Geografía de Misiones*. Industria Gráfica del Libro. Buenos Aires. 236 pp.
- \* Mariot, V. 1987. Estudios de la regeneración natural en bosques subtropicales explotados con diversos estados de degradación. En: Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales (Ed.). *IV Jornadas Técnicas: Bosques Nativos Degradados. Tomo I*. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Eldorado. Misiones. p.126-146.
- \* Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables. 1987. Diámetros mínimos de corta. Decreto 1617/87. 2 pp. Posadas, Misiones, Argentina.
- \* Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables. 1993. Censo de la Industria de transformación mecánica de la madera de la Provincia de Misiones, Septiembre 1992- Julio 1993. Posadas, Misiones, Argentina.
- \* Molofsky, J. and Augspurger, C. K. 1992. The effect of leaf litter on early seedling establishment in a tropical forest. *Ecology* 73(1): 68-77.
- \* Perticarari, C. A. 1992. Proyecto de creación de una reserva de la biosfera en la Provincia de Misiones. Proyecto Yabotí.
- \* Poyry, J. 1988. Plan Indicativo de Desarrollo Forestal para Misiones, Corrientes y Entre Ríos. Tomo 1. Helsinki.
- \* Programa Mapa Forestal. 1985. Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables/ Universidad Nacional de Misiones. Misiones, Argentina. 19 pp.
- \* Schmidt, R. C. 1991. Tropical rain forest management: A status report. pp. 181-207 in: A. Gomez-Pompa, T. C. Whitmore and M. Hadley (eds.), Rain forest regeneration and management. Man and the Biosphere Series. UNESCO Press. Paris.
- \* Schmitt, L. and Bariteau, M. 1989. Gestion de L'écosystème forestier guyanais. Etude de la croissance et de la régénération naturelle. Dispositif de paracou. *Revue Bois et Forêts des Tropiques* 220:3-23.
- \* Shultz, J.P. 1967. La regeneración natural de la selva mesofítica tropical de Surinam después de su aprovechamiento. *Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación*. Bol.n°23, Mérida, Venezuela. p.3 - 27.
- \* Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. 1992. Centro Forestal Guaraní.

Tabla 1. Listado de especies comerciales según clasificación por precios vigente en 1995 (Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables, Provincia de Misiones).

Nombre común	Nombre científico	Familia
Grupo A		
Cedro	<i>Cedrela fissilis</i> Vell	Meliaceae
Peteribí	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.)Johnst	Borraginaceae
Incienso	<i>Myocarpus frondosus</i> Fr.Allem	Leguminosae (Papilionoidea)
Guatambú blanco	<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engler)Engler	Rutaceae
Cacheta	<i>Didimopanax morototoni</i> (Aubl.)Dec.&Planch	Araliaceae
Laurel guaica	<i>Ocotea puberula</i> (Nees et Mart.)Nees	Lauraceae
Sabuquero	<i>Pentapanax warmingiana</i> (March)Harnis	Araliaceae
Grupo B1		
Cañafstola	<i>Peltophorum dubium</i> (Sprengel)Taub	Leguminosae (Caesalpinoidea)
Grapia	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel)MacBride	Leguminosae (Papilionodea)

Nombre común	Nombre científico	Familia
Anchico colorado	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.)Brenan	Leguminosae (Mimosoidea)
Timbó	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell)Morang	Leguminosae (Mimosoidea)
Grupo B2		
Laurel amarillo	<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	Lauraceae
Laurel ayuf	<i>Ocotea diospirifolia</i> (Meissn.)Mez.Emend.Hassl	Lauraceae
Laurel negro	<i>Nectandra saligna</i> Nees.et Mart	Lauraceae
Seibo	<i>Erythrina falcata</i>	Leguminosae (Papilionoidea)
Mora amarilla	<i>Chlorophora tinctoria</i> (L.)Gaudich	Moraceae
Carne de vaca	<i>Styrax leprosus</i> Hook et Arn	Styracaceae
Rabo molle	<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassl.	Leguminosae (Papilionoidea)
Persiguero	<i>Prunus subcoriacea</i> (Chod.et Hassl.)Koehn	Rosaceae
Marmelero	<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meissn	Poligonaceae
Cancharana	<i>Cabralea canjerana</i> C.D.C	Meliaceae
Azota caballo	<i>Luehea divaricata</i> Mart	Tiliaceae
Loro blanco	<i>Bastardiopsis densiflora</i> (Hook et Arn.)Hass	Malvaceae
Rabo itá	<i>Lonchocarpus leucanthus</i> Burk	Leguminosae (Papilionoidea)
Guayubira	<i>Patagonula americana</i> Linné	Boraginaceae

**TABLA 2:** Renuevos por hectárea por clases de altura para todas las especies según sitio

CLASE	SITIO 1	SITIO 2	SITIO 3	SITIO 4
1	9999	12714	7053	13026
2	10891	31808	22780	28470
3	1022	8238	1778	6389
4	199	810	556	1084
5	155	762	666	1030
TOTAL	22266	54333	32833	49999

**TABLA 3:** Renuevos por hectárea en tres grupos de especies comerciales, para todas las clases de altura según sitios.

GRUPO	SITIO 1	SITIO 2	SITIO 3	SITIO 4
A	4956	4333	833	8760
B 1	6600	21214	1389	1030
B 2	3355	6810	9000	7043
TOTAL ESP.COM.	14911	32357	11222	16833

**TABLA 4:** Renuevos por hectárea de especies comerciales de las clases de altura 4 y 5, según sitio.

GRUPO	SITIO 1	SITIO 2	SITIO 3	SITIO 4
A	155	48	167	196
B 1	22	167	56	84
B 2	22	191	0	112
TOTAL ESP.COM.	199	406	223	392

**TABLA 5:** Análisis de variancia (LSD) para numeros de renuevos entre sitios y clases de altura.

RENUEVOS POR HECTAREA	NIVEL DE SIGNIFICANCIA	
	TODOS LOS SITIOS	SITIOS 1 y 2
TOTAL	0.0183	0.0005
COMERCIALES	0.0593	0.0450
COMERCIALES PARA CLASES 4 y 5	0.4608	0.1521

**SITIO 1:** Explotación según diámetro mínimo de corta.  
**SITIO 2:** Explotación por entresaca selectiva por espaciamento uniforme.  
**SITIO 3:** Sin explotación. Suelo pedregoso.  
**SITIO 4:** Explotación intensiva por diámetros mínimos, hace 30 años.

TABLA 6: SITIO 1. Número de renovales por clase de altura por grupos comerciales y Otras y Totales. Abundancia y Frecuencia

ESPECIES por GRUPOS	CLASE					TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	FRECUENCIA
	I	II	III	IV	V			
GRUPO A								
<i>CEDRO</i>	1467	578				2045	9.18	47.00
<i>GUATAMBU BLANCO.</i>	1467	356	89	89	44	2045	9.18	80.00
<i>LAUREL GUAICA</i>	533	222	89			844	3.79	40.00
<i>CACHETA</i>					22	22	0.10	7.00
TOTAL A	3467	1156	178	89	66	4956	22.26	100.00
GRUPO B1								
<i>GRAPIA</i>	2800	3600	178	22		6600	29.64	100.00
TOTAL B1	2800	3600	178	22		6600	29.64	100.00
GRUPO B2								
<i>CANCHARANA</i>	533	889				1422	6.39	67.00
<i>LAUREL AYUI</i>		756		22		778	3.49	67.00
<i>LAUREL AMARILLO.</i>		667				667	3.00	67.00
<i>LAUREL NEGRO</i>	133	133				266	1.19	13.00
<i>PERSIGUERO</i>		178				178	0.80	27.00
<i>AZOTA CABALLO</i>		44				44	0.20	7.00
TOTAL B2	666	2667		22		3355	15.07	
TOTAL COMERCIAL.	6933	7423	356	133	66	14911	66.97	100.00
OTRAS ESPECIES.	3066	3468	666	66	89	7355	33.03	100.00
TOTAL /ha	9999	10891	1022	199	155	22266	100.00	100.00

TABLA 7: SITIO 2. Número de renovales por clase de altura, por grupos comerciales y Otras y Totales. Abundancia y Frecuencia.

ESPECIES por GRUPOS	CLASES					TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	FRECUENCIA
	I	II	III	IV	V			
GRUPO A								
<i>LAUREL GUAICA</i>	1143	2476				3619	6.66	71
<i>GUATAMBU BLANCO</i>		48	286		48	381	0.7	36
<i>INCIENSO</i>			143			143	0.26	21
<i>CEDRO</i>		48	48			95	0.18	14
<i>CACHETA</i>			95			95	0.18	7
TOTAL A	1143	2571	571		48	4333	7.98	79
GRUPO B1								
<i>GRAPIA</i>	4429	11095	1571	119	48	17262	31.77	100
<i>ANCHICO COLORADO</i>	2571	1143	238			3952	7.27	43
TOTAL B1	7000	12238	1810	119	48	21214	39.05	100
GRUPO B2								
<i>PERSIGUERO</i>	286	1952	524	24	48	2833	5.21	79
<i>CANCHARANA</i>		429	48		24	500	0.92	57
<i>LAUREL NEGRO</i>	143	571	48			762	1.4	36
<i>LAUREL AMARILLO</i>		1714	143			1857	3.42	71
<i>LAUREL AYUI</i>	143	571		95		810	1.49	71
<i>GUAYUBIRA</i>			48			48	0.09	7
TOTAL B2	571	5238	810	119	71	6810	12.53	93
TOTAL COMERC.	8714	20047	3190	238	167	32357	59.55	100
OTRAS ESPECIES.	4000	11761	5048	571	595	21975	40.45	100
TOTAL/ha	12714	31808	8238	810	762	54333	100	100

Otras especies: Ver Anexo I

TABLA 8: SITIO 3. Número de renovales por clase de altura por grupos comerciales y Otras y Totales. Abundancia y Frecuencia.

ESPECIES por GRUPOS	CLASES					TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	FRECUENCIA
	I	II	III	IV	V			
GRUPO A								
<i>GUATAMBU BLANCO</i>		333	111			555	1.69	50
<i>LAUREL GUAICA</i>		111				111	0.34	17
<i>INCIENSO</i>			111		55	167	0.51	33
TOTAL A		444	222		166	833	2.54	67
GRUPO B1								
<i>GRAPIA</i>		889	111	56		1056	3.21	100
<i>ANCHICO COLORADO</i>		333				333	1.02	33
TOTAL B1		1222	111	56		1389	4.23	100
GRUPO B2								
<i>LAUREL NEGRO</i>	5000	3556	222			8778	26.73	100
<i>LAUREL AYUI</i>		111				111	0.34	17
<i>PERSIGUERO</i>			111			111	0.34	17
TOTAL B2	5000	3667	333			9000	27.41	100
TOTAL COMERCIAA.	5000	5333	667	56	166	11222	34.18	100
OTRAS ESPECIES	2053	17447	1111	500	500	21611	65.82	100
TOTAL/ha.	7053	22780	1778	556	666	32833	100	100

TABLA 9: SITIO 4. Número de renovales por clase de altura por grupos comerciales y Otras y Totales. Abundancia .

ESPECIES por GRUPOS	CLASES					TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	FRECUENCIA
	I	II	III	IV	V			
GRUPO A								
<i>INCIENSO</i>		889	56			945	1.89	50
<i>LAUREL GUAICA</i>	3173	1833		28	84	5118	10.24	58
<i>GUATAMBU BLANCO</i>		1167	278	28	56	1529	3.06	50
<i>CEDRO</i>	501	667				1168	2.34	42
TOTAL A	3674	4556	334	56	140	8760	17.52	83
GRUPO B1								
<i>ANCHICO COLORADO</i>		556	167	56	28	807	1.61	25
<i>GRAPIA</i>		167				167	0.33	25
<i>CAÑAFISTOLA</i>		56				56	0.11	8
TOTAL B1		779	167	56	28	1030	2.06	58
GRUPO B2								
<i>LAUREL AMARILLO</i>	668	3874	111			4653	9.31	83
<i>RABO MOLLE</i>	167	500	111			778	1.56	25
<i>PERSIGUERO</i>		167				167	0.33	17
<i>MARMELERO</i>				28		28	0.06	8
<i>LAUREL NEGRO</i>		444				444	0.89	33
<i>CANCHARANA</i>		667	222		56	945	1.89	75
<i>LAUREL AYUI</i>					28	28	0.06	17
TOTAL GRUPO B2	835	5652	444	28	84	7043	14.09	100
TOTAL COMERC.	4509	10987	945	140	252	16833	33.67	100
OTRAS ESPECIES	8517	17483	5444	944	778	33166	66.33	100
TOTAL/ha	13026	28470	6389	1084	1030	49999	100	100

Otras Especies : Ver Anexo I

**TABLA 10:** Renuevos por hectárea , por grupos comerciales en bosque explotado según diámetro mínimo de corta, utilizando parcelas circulares. SITIO 1.

GRUPO DE ESPECIES	CLASES				TOTAL
	I	II	III	IV	
A	139	698	363	121	1321
B1	233	3395	623	28	4279
B2	698	6000	595	65	7358
<b>TOTAL</b>	<b>1070</b>	<b>10093</b>	<b>1581</b>	<b>214</b>	<b>12958</b>

**TABLA 11:** Renuevos por hectárea , por grupos comerciales, en bosques no explotados, utilizando parcelas circulares. SITIO 3.

GRUPO DE ESPECIES	CLASES				TOTAL
	I	II	III	IV	
A	279	419	9	9	716
B1	419	2046	205	37	2707
B2	1767	7953	539	74	10333
<b>TOTAL</b>	<b>2465</b>	<b>10418</b>	<b>753</b>	<b>120</b>	<b>13756</b>

**TABLA 12:** Número de renuevos comerciales para todas las clases de altura y para clase IV, para dos sistemas de aprovechamiento, utilizando parcelas circulares

GRUPOS DE ESPECIES	TODAS LAS CLASES		CLASE IV	
	NO EXPLOTADO.	DIAMETROS MINIMOS	NO EXPLOTADO	DIAMETROS MINIMOS
A	716	1321	9	121
B1	2707	4279	37	28
B2	10333	7358	74	65

**TABLA 13:** Frecuencia de tipos de sotobosque en valores relativos

SOTOBOSQUE	SITIO 1	SITIO 2	SITIO 3	SITIO 4
BAMBUSEAS.	100	86	100	75
HELECHOS	73	44		67
LATIFOLIADAS.		43		75
ENREDADERAS.		22		58
PASTOS				17

**TABLA 14:** Frecuencia de tipos de cobertura en valores relativos

TIPO DE COBERTURA	SITIO 1	SITIO 2	SITIO 3	SITIO 4
SIN				10
ABIERTA	80	7	67	27
MEDIA	20	21	17	45
CERRADA		72	16	18

**FRECUENCIA:** ES UN PORCENTAJE DE APARICION EN RELACION AL TOTAL DE LAS UNIDADES DE MUESTREO

**COBERTURA:**

**CERRADA:** SI LAS COPAS SE ENTRECROZAN O TOCAN:

**MEDIA :** SI NO SE TOCAN, PERO LA DISTANCIA ENTRE COPAS ES MENOR AL DIAMETRO DE LAS MISMAS

**ABIERTA:** SI LA DISTANCIA ENTRE COPAS ES MAYOR AL DIAMETRO DE LAS MISMAS

FIGURA 1: Total de renuevos por hectárea para todas las clases de altura en todos los sitios.

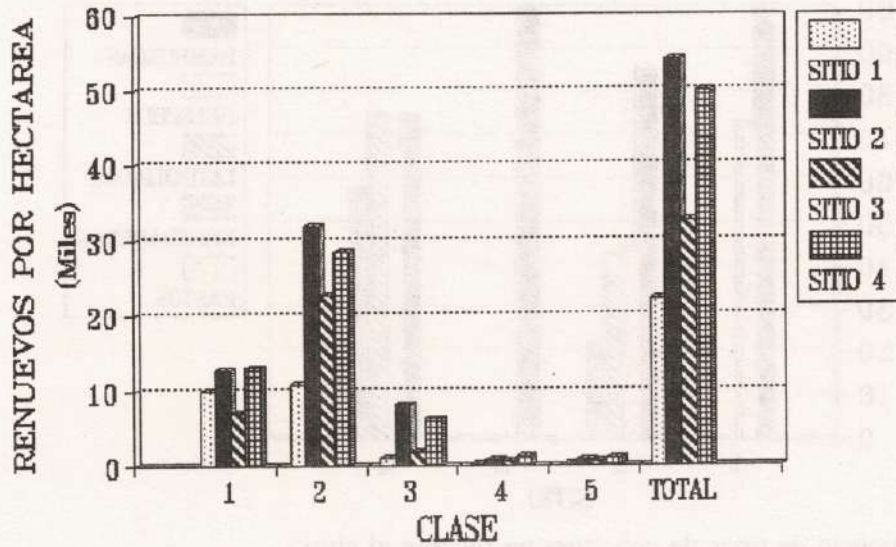


FIGURA 2: Renuevos por hectárea para especies comerciales según sitio

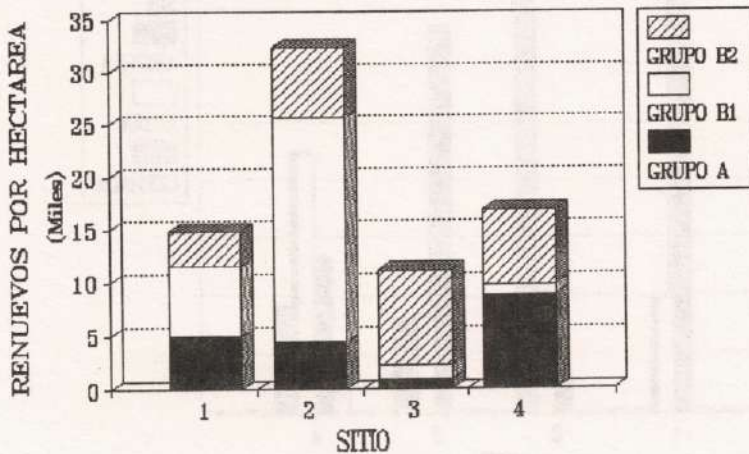


Figura 3: Renuevos por hectárea de especies de clase 4 y 5, según sitio.

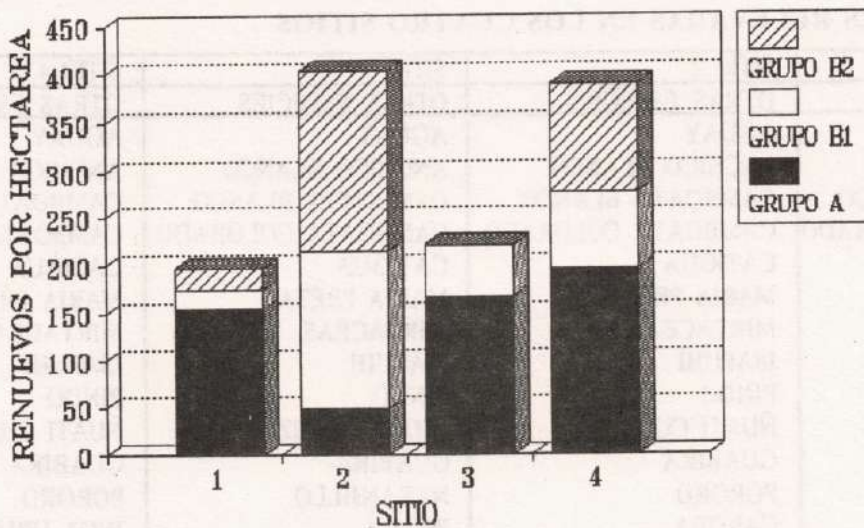


FIGURA 4: Composición del sotobosque en función al sitio.

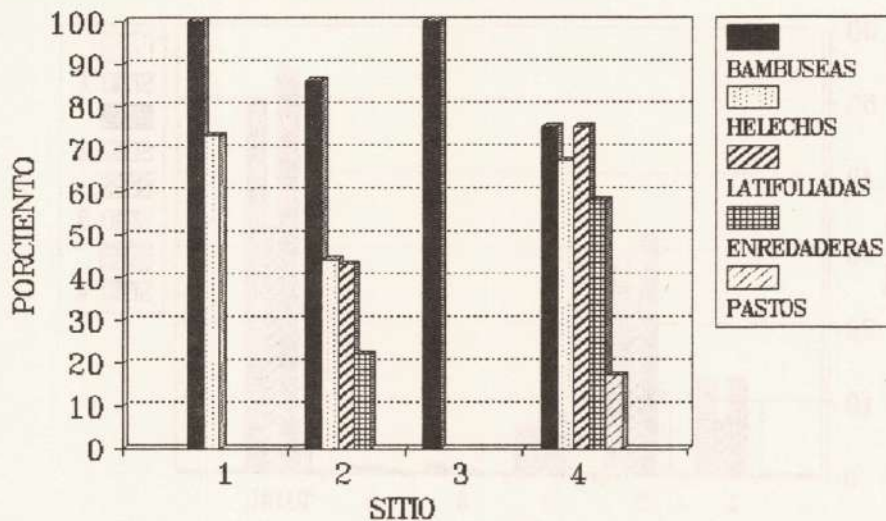
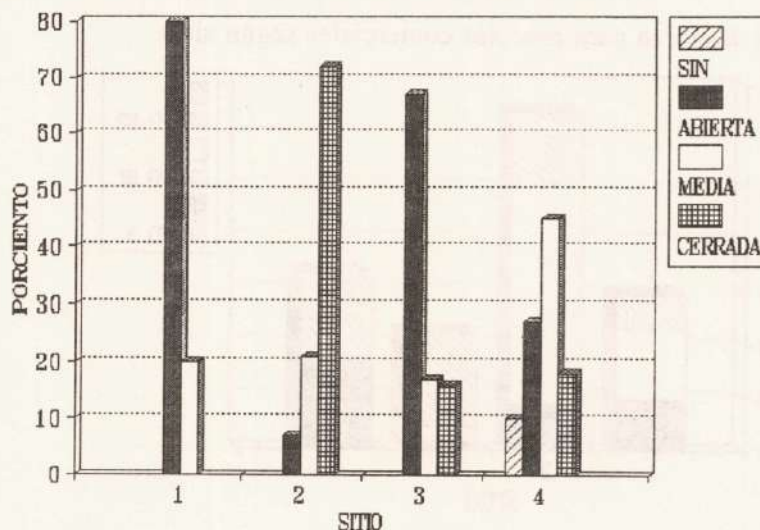


FIGURA 5: Frecuencia de tipos de cobertura en función al sitio.



## ANEXO I

## OTRAS ESPECIES RELEVADAS EN LOS CUATRO SITIOS

SITIO 1	SITIO 2	SITIO 3	SITIO 4
OTRAS ESPECIES	OTRAS ESPECIES	OTRAS ESPECIES	OTRAS ESPECIES
AGUAY	AGUAY	AGUAY	AGUAY
ANCHICO BLANCO	ANCHICO BLANCO	ANCHICO BLANCO	ANCHICO BLANCO
CAMBOATA BLANCO	CAMBOATA BLANCO	CAMBOATA BLANCO	CAMBOATA BLANCO
CAMBOATA COLORADO	CAMBOATA COLORADO	CAMBOATA COLORADO	CAMBOATA COLORADO
CATIGUA	CATIGUA	CATIGUA	CATIGUA
MARIA PRETA	MARIA PRETA	MARIA PRETA.	MARIA PRETA
MIRTACEA	MIRTACEA	MIRTACEAS	MIRTACEA
ISAPUHI	ISAPUHI	ISAPUHI	ISAPUHI
PINDO	PINDO	PINDO	PINDO
ÑUATI CURUZU	ÑUATI CURUZU	ÑUATI CURUZU	ÑUATI CURUZU
MORA BLANCA	GUABIRA	GUABIRA	GUABIRA
PORORO	PORORO	NARANJILLO	PORORO
CAROBA	CAROBA	INGA A	INGA URUGUENSIS

SITIO 1	SITIO 2	SITIO 3	SITIO 4
OTRAS ESPECIES	OTRAS ESPECIES	OTRAS ESPECIES	OTRAS ESPECIES
YUQUERI GUAZU FAGARA	CANELA DE VENADO FAGARA ISAPUHY BURRO CAA RABO MACACO RESINOSO COCU ANONACEA TIMBO BLANCO YERBA MATE TARUMA	YUQUERI GUAZU JABORANDI PATA DE VACA SAMOHU RABO MACACO RESINOSO NO IDENT INGA TALA VASURIÑA ALECRIN	COLITA JABORANDI ISAPUHY BURRO CAA RABO MACACO MANDIOCA BRAVA COCU ANONACEA TALA YERBA MATE ALECRIN NIÑO RUPA GUATAMBU AMARILLO  MOLLE HORQUETERO LECHERON FUMO BRAVO ÑANDIPA LAURACEA

## ANEXO II

## LISTADO DE ESPECIES RELEVADAS COMO RENEUVOS EN LOS CUATRO SITIOS

	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
Aguay	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	Sapotáceas
Alecrín	<i>Holocalyx balansae</i>	Leguminosas
Ambay	<i>Cecropia adenopus</i>	Moráceas
Anchico blanco	<i>Albizia hassleri</i>	Leguminosas
Anchico colorado	<i>Parapíptadenia rígida</i>	Leguminosas
No identif.	<i>No identif.</i>	Anonáceas
Burro caá	<i>Casearia sylvestris</i>	Flacurtiaceas
Cacheta	<i>Didymopanax morototoni</i>	Araliaceas
Camboatá blanco	<i>Matayba eleagnoides</i>	Sapindáceas
Camboatá colorado	<i>Cupania vernalis</i>	Sapindáceas
Cañafístula	<i>Peltophorum dubium</i>	Leguminosas
Cancharana	<i>Cabrlea canjerana</i>	Meliaceas
Canela de Venado	<i>Helietta apiculata</i>	Rutáceas
Caroba	<i>Jacarandá spp.</i>	Bignoniaceas
Catiguá	<i>Trichilia spp.</i>	Meliaceas
Cedro	<i>Cedrela fissilis</i>	Meliaceas
Ceibo	<i>Erythrina falcata</i>	Leguminosas
Cocú	<i>Allophylus edulis</i>	Sapindáceas
Colita	<i>Cordia ecalyculata</i>	Borragináceas
Fagara	<i>Fagara spp.</i>	Rutáceas
Fumo bravo	<i>Solanum verbascifolium</i>	Solanáceas
Grapia	<i>Apuleia leiocarpa</i>	Leguminosas
Guabirá	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	Mirtáceas
Guatambú amarillo	<i>Aspidosperma australe</i>	Apocináceas
Guatambú blanco	<i>Balfourodendron ridelianum</i>	Rutáceas

	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
Horquetero	<i>Peschiera australis</i>	Apocináceas
Incienso	<i>Myrocarpus frondosus</i>	Leguminosas
Ingá	<i>Ingá afinis</i>	Leguminosas
Ingá	<i>Ingá urugüensis</i>	Leguminosas
Isapuhí	<i>Machaerium sp.</i>	Leguminosas
Isapuhý	<i>Dalbergia variabilis</i>	Leguminosas
Jaborandí	<i>Pilocarpus pennatifolius</i>	Rutáceas
No identif.	<i>No identif.</i>	Lauráceas
Laurel amarillo	<i>Nectandra lanceolata</i>	Lauráceas
Laurel Guaicá	<i>Ocotea puberula</i>	Lauráceas
Laurel negro	<i>Nectandra saligna</i>	Lauráceas
Lecherón	<i>Sebastiania brasiliensis</i>	Euforbiáceas
Loro blanco	<i>Bastardiopsis densiflora</i>	Malváceas
Mandioca brava	<i>Manihot grahamii</i>	Euforbiáceas
María preta	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	Sapindáceas
Marmelero	<i>Ruprechtia laxiflora</i>	Poligonáceas
No identif.	<i>No identif.</i>	Mirtáceas
Molle	<i>Schinus molle</i>	Anacardiáceas
Mora blanca	<i>Alchornea iricurana</i>	Euforbiáceas
Ñandipá	<i>Sorocea bonplandii</i>	Moráceas
Naranjillo	<i>Fagara naranjillo</i>	Rutáceas
Niño rupá	<i>Aloysia virgata</i>	Verbenáceas
Ñuatí Curuzú	<i>Strychnos brasiliensis</i>	Loganiáceas
Pata de vaca	<i>Bauhinia candicans</i>	Leguminosas
Persiguero bravo	<i>Prunus subcoriacea</i>	Rosáceas
Peteribí	<i>Cordia trichotoma</i>	Borragináceas
Pindó	<i>Arecastrum rommanzofianum</i>	Palmeras
Pino Paraná	<i>Araucaria angustifolia</i>	Araucariáceas
Pororó	<i>Rapanea spp.</i>	Myrsináceas
Rabo itá	<i>Lonchocarpus leucanthus</i>	Leguminosas
Rabo macaco	<i>Lonchocarpus nitidus</i>	Leguminosas
Rabo molle	<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>	Leguminosas
Resinoso	<i>No identif.</i>	Euforbiáceas
Samohú	<i>Chorisia speciosa</i>	Bombacáceas
Tala	<i>Celtis tala</i>	Ulmáceas
Tarumá	<i>Vitex megapotámica</i>	Verbenáceas
Timbó	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Leguminosas
Timbo blanco	<i>Ateleia glazzyoviana</i>	Leguminosas
Vasuriña	<i>Chrysophyllum marginatum</i>	Sapotáceas
Yerba mate	<i>Ilex paraguariensis</i>	Aquifoliáceas
Yuquerí guazú	<i>Acacia tucumanensis</i>	Leguminosas

# FACTIBILIDAD DEL ARRASTRE DE TRONCOS ENTEROS CON TRACTORES AGRÍCOLAS EN PLANTACIONES FORESTALES CON DESTINO INDUSTRIAL: REQUERIMIENTOS ENERGÉTICOS Y TRACTIVOS.

**Patricio Mac Donagh (1)**

**Roberto Balbuena (2)**

**Jorge Claverie (3)**

**Antonino Terminiello (3)**

## RESÚMEN

Se realizaron ensayos a campo con el objeto de evaluar la posibilidad de extracción de troncos enteros utilizando tractores agrícolas en plantaciones forestales con destino industrial. Se utilizó un tractor agrícola de diseño convencional en una plantación de *Populus sp.*, de 625 árboles\*ha-1 en 5 velocidades de desplazamiento. Se determinó el esfuerzo de tracción, velocidad real de avance y volumen de los troncos. Este trabajo concluye que en las tareas forestales de extracción de troncos enteros la potencia de tractores modales en la Pampa Húmeda no es una limitante de operativa.

**Palabras clave:** Arrastre de troncos, tracción forestal

## SUMMARY

To evaluate heavy logging operations alternatives using agrícola tractors plantations. An agrícola tractor of conventional designed was used in a *Populus* plantation of 625 tresses/ ha with five forward speed. Traction effort, actual forward speed and trunk volume were measured. This work concluded that for heavy logging operations the power of conventional agrícola tractors are not a limiting factor in the humid Pampa of Argentina.

## INTRODUCCIÓN

La extracción de madera hasta el patio de cargas o hasta el inicio del transporte mayor se

puede realizar por medio de arrastre de troncos, acoplados, o camiones. La tecnología más frecuentemente utilizada en la Pcia. de Bs. As. es la entrada del camión y el acoplado a la plantación para cargar la madera que ha sido cortada, desarmada y trozada. Esta metodología ofrece dificultades para el tránsito durante la estación húmeda y limitaciones de carácter operativo y económico que compromete la rentabilidad del sistema de aprovechamiento. En este contexto, la extracción con tractores agrícolas de troncos enteros constituye una alternativa viable con la tecnología disponible en las explotaciones forestales.

Hakkila et al., (1992) determinaron los costos y rendimientos de tractores agrícolas para diferentes sistemas de extracción. Moreira ,(1992) evaluó los costos y rendimientos de distintos sistemas de explotación en función del grado de mecanización encontrando que el más económico resultó el de mayor grado de mecanización

Mac Donagh , (1994) comparó el arrastre de troncos con tractores forestales y tractores agrícolas determinando mayores rendimientos para el primero pero menores costos por m<sup>3</sup> para el tractor agrícola en terrenos sin pendiente.

Hassan et al., (1983); Mathes et al.,(1984); Hakkila et al., (1992), y Mac Donagh P., (1994) relacionaron el vínculo entre el tractor y la carga con la viabilidad o facilidad del trabajo a campo, los rendimientos y costos de la operación. La eficiencia en la operación depende entre otros factores de la relación entre el esfuerzo de tracción, el peso adherente, y la potencia disponible (Dwyer, 1985). Mac Donagh (1994), trabajando con un tractor agrícola doble tracción asistido (TDA) equipado con garra hidráulica, obtuvo para *Pinus sps.* valores de coeficiente de tracción (t) de 0,3 en terreno llano y 0,22 con pendientes mayores del 6 %. Hassan et al. (1983), y Mathes et al. (1988) determinaron que cuanto mayor es la altura a la cual la carga es levantada disminuye la componente horizontal del esfuerzo traccional y se aumenta la carga vertical, incrementando la capacidad tractiva del vehículo, disminuyendo además el coeficiente de arrastre de los troncos.

Herrick (1955), Bennett (1962) y poste-

(1) Profesor Adjunto, Explotación Forestal, Fac. Cs. Forestales, UNaM. Prof. Adj. Departamento de Silvicultura, Fac. Cs. Agr. y Ftiles. UNLP.

(2) Profesor Titular, Departamento de Ing. Rural. Fac. Cs. Agr. y Ftiles. UNLP.

(3) Investigadores, Departamento de Ing. Rural. Fac. Cs. Agr. y Ftiles. UNLP

riormente Calvert y Garlicki (1968) midieron coeficientes de arrastre de 0,5 en condiciones de carga totalmente apoyada. La altura a la cual puede ser levantada la carga depende del tipo de enganche empleado para formar el vínculo (Hakkila et. al., 1992; Nillsson, 1986; Mac Donagh 1994).

El presente trabajo tiene como objetivo general evaluar la posibilidad de extracción de troncos enteros utilizando tractores agrícolas en plantaciones forestales con destino industrial de la Pcia de Buenos Aires. Como objetivos específicos se plantea determinar los coeficientes de arrastre de *Populus sps* y valorar la capacidad portante del suelo durante el período de mayor humedad estacional.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron en la Estación Central Julio A. Hirschhorn de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, de la UNLP, situada en Los Hornos, Provincia de Buenos Aires a los 34 55' LS y 57 57' LO.

Este sitio responde al ambiente fisiográfico del sector sur oriental de la Pampa Ondulada y al borde norte de la Pampa Deprimida. El suelo fue descripto como Argiudol típico con las siguientes características sobresalientes:

El dosel arboreo estaba compuesto por una plantación de *Populus x deltoides* cv Harvard I 63/51 de 8 años de edad, con una densidad de 625 árb\* ha<sup>-1</sup> y un crecimiento medio anual de 11,78 m<sup>3</sup>\* año<sup>-1</sup>.

El volumen de los árboles empleados para el arrastre (tabla 2) fue determinado de acuerdo a la metodología propuesta por Smallian (FAO, 1979):

**Tabla 1:** Datos texturales del perfil:

Horizonte	Ap	A12	A3	B1	B21t	B22t	B31	B32
Profundidad (cm)	0-14	14-30	30-47	47-64	64-88	88-108	108-136	136-158
Arcilla 2 u	18	25	31	33	31	31	19	13
Limo 2-50 u	61	59	58	52	52	56	62	66
Arena 50- 2000 u	21	16	11	15	17	13	19	21
Textura	FL	FL	FAL	FAL	FAL	FAL	FL	FAL

Donde: FL= Franco Limoso; FAL= Franco-arcillo-limoso

**Tabla 2:** Volúmenes de los árboles arrastrados, cubicados cada dos metros.

ARBOL	HT (m)	vol/arb (m <sup>3</sup> )
1	10	0.119
2	14	0.254
3	14.4	0.155
4	14.77	0.224
<b>TOTAL</b>		<b>0.754</b>

Se utilizó un tractor de diseño convencional, de 73,5 kW de potencia en el motor a velocidades de desplazamiento de 0,73; 0,86; 0,96; 1,74 y

1,88 m/s, cuyas características principales se detallan a continuación:

Masa total	40670 N
Peso eje trasero	26842 N
Rodado trasero	18.4*34
Area rueda / suelo	0.18 m <sup>2</sup>
Presión específica	74 kPa.

Se realizaron 1, 5 y 10 pasajes sobre el terreno arrastrando los troncos para cada velocidad, determinándose en cada una de ellas el esfuerzo de tracción por medio de un dinamógrafo Amster hidráulico-mecánico de 2551 N de capacidad.

Después de cada pasada fueron medidos los siguientes parámetros: humedad gravimétrica, y resistencia a la penetración en los primeros 300 mm del perfil.

El enganche de los árboles apeados se realizó con un cable de acero 3/8 de pulgada que ejercía de eje y cables de 1/4 de pulgada hasta los troncos. El enganche a los troncos fue realizado en forma manual y con prensa cables.

Los datos de campo fueron analizados en planilla de cálculo, y estadísticamente como multifactorial, siendo las diferencias valoradas através del test de Tukey.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 3 se presentan los resultados del análisis estadístico realizado con los datos del dinamógrafo.

De la Tabla 3 se desprende que a mayor velocidad el esfuerzo de tracción es mayor, con el mismo volumen de carga por viaje, (0,75 m<sup>3</sup>). Estas diferencias, si bien significativas estadis-

ticamente, no implican un crecimiento del esfuerzo traccional que limite la capacidad de arrastre del tractor. Si se relaciona la densidad en verde determinada para los troncos arrastrados (11,27 N/m<sup>3</sup>), con el volumen calculado por la metodología de Smallian se obtiene que la carga transportada tenía 8457 N de peso total. A partir de los esfuerzos correspondientes a las marchas más rápida (5305 N) y más lenta (4910 N) fueron calculados los coeficientes de arrastre de la carga los cuales alcanzaron magnitudes de 0,63, y 0,58, respectivamente. Estos valores de resistencia al arrastre son coincidentes con los señalados para

cargas totalmente arrastradas por Herrick (1955), Bennet (1962) y Calvert y Garlicki (1968).

Con respecto a la factibilidad del trabajo con tractores agrícolas, los esfuerzos listados en la tabla 2 se sitúan muy por debajo de la capacidad tractiva señalada por Dwyer (1985) para alcanzar el mayor rendimiento de tracción global. La cantidad de madera necesaria por viaje para alcanzar el mismo, (utilizando los coeficientes de arrastre anteriormente calculados), sería de 31111,1 N o 2,76 m<sup>3</sup>. Relacionando un árbol promedio de 0,2 m<sup>3</sup>, habría que arrastrar 13,8 árboles por ciclo. Técnicamente la extracción de este número de árboles es inviable debido a que con los cables de acero aquí empleados se generarían serias dificultades operativas, puesto que la linga debería poseer más de 20 metros, y permitir enganchar por lo menos 14 árboles en los distanciamientos de plantaciones comerciales. Otra observación

**BIBLIOGRAFÍA**

- \* Bennett W. D. 1962. Forces involved in skidding full trees and tree-length loads of pulpwood. Pulp and Paper Magazine of Canada, Woodland Section Index, No. 2192, pp.WR 322-327.
- \* Calvert W. y Garlicki M. 1968. Tree length orientation and skidding forces. Pulp and Paper Mag. of Canada 21:62-64
- \* Dwyer M. 1985. Predicting tractive performance. International Conference on Soil Dynamics. Auburn USA.
- \* FAO MONTES No10.1979. Evaluación de los costos de extracción a partir de inventarios forestales en los trópicos. Vol. 1 y 2. Roma 150 pp.
- \* Hakkila, P.; Malinovski, J.; Sirén, M. 1992. Feasibility of logging mechanization in Brazilian

**Tabla 3:** Requerimientos del arrastre de troncos enteros

Velocidad real (m/s)	Esfuerzo de tracción (N)	Potencia (kW)
0,727	4910 b	3,58 a
0,857	4422 a	3,79 a
0,957	4743 b	4,55 b
1,741	5005 b	8,73 c
1,875	5305 c	9,96 d

Letras diferentes denotan significancia al 5 %

cabría desde el punto de vista del manejo forestal, donde para obtener un rendimiento de tracción global aceptable, los raleos selectivos ofrecerían serias limitaciones técnicas, siendo las situaciones de corte raso las más favorables. Esto demuestra claramente que las limitaciones para el arrastre de madera en condiciones de forestaciones industriales, con tractores de características semejantes, estarían determinadas por el tipo de enganche y no por la capacidad tractiva del conjunto, en concordancia con lo determinado por Hakkila et al. (1992) y Nilsson (1986).

**CONCLUSIONES**

En las tareas forestales de extracción de troncos enteros la potencia de los tractores modales en la Pampa Húmeda no constituye una limitante operativa.

Las restricciones de velocidad real de avance están dadas por las condiciones de manejo inherentes a la distancia de plantación y a la habilidad del operador.

El enganche del número de árboles necesarios para maximizar la eficiencia tractiva está determinado por el tipo de vínculo que se pueda formar y por el tratamiento silvicultural adoptado.

**AGRADECIMIENTOS:** A la colaboración del Señor Ricardo Bartosyk, pasante del Departamento de Ingeniería Rural de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales UNLP.

forest plantations. Finnish Forest Research Institute. Research paper 404. Helsinki. 66 pp.

\* Hassan, A. y Gustafson, M.1983. Factors affecting tree skidding forces. Transactions of ASAE 26(1):47-53.

\* Herrick D. E. 1955. Tractive effort required to skid hardwood logs. Forest Product Journal, August. pp 250-255

\* Mac Donagh P. 1994. Análise tecnico-económica da extração de pinus spp no sul do do Brasil com tratores com garra. Tesis de Maestría U.F.Pr. 186 pp.

\* Mathes ,R; Watson, W.; Sirois, D. 1983. Consideration of forces involved during skidding operations. ASAE paper 83-1624. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers. 9 pp.

\* Mathes, R.; Watson, W.; Savelle, I.; Sirois, D.1988. Effect of load and speed on fuel consumption of a rubber-tired skidder. Transaction of ASAE 31(1):37-39.

\* Moreira, M. 1992. O desenvolvimento da mecanização na exploração florestal sob a ótica dos custos. VII Seminário de Atualização sobre sistemas de exploração e transporte florestal. Curitiba, pp 161-171.

\* Nilsson M. 1986. Transporte de madera con tractor agrícola. Dirección Nacional de Bosques. Suecia. 100 pp.

## COMUNICACIONES

### ROL E INSERCIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA ELABORACIÓN DE PLANES DE MANEJO FORESTALES

**Fernando O. Niella, Mr.Sc.**

#### Objetivos generales del artículo:

A) Definir y fundamentar las utilidades y servicios que los sistemas de información geográfica (GIS) representan para el sector forestal.

B) Ejemplificar situaciones de trabajo que conciernen a una empresa forestal y de que formas usando GIS, generamos niveles de información que ayuden en el proceso de toma de decisión.

#### A) FUNDAMENTO

Un plan de manejo forestal requiere de una base de datos que describan no solamente las condiciones físicas de los componentes del rodal en forma numérica/tabular sino también de mapas que describan y definan la locación geográfica de los rodales y sus componentes, esto es información geográfica. En este sentido, en los últimos 10 años se han desarrollado sistemas de información geográfica (GIS) con la capacidad de operar análisis complejos entre mapas, que se corresponden o están conectados con una base de datos estadística o numérica. Se puede entender entonces, bajo la definición de sistemas de información geográfica, a sistemas asistidos por computadoras con la habilidad de almacenar mapas en forma digital, conjuntamente con datos tabulares descriptivos de las características de los mismos, que permiten producir mapas acorde con los requerimientos del usuario, analizar relaciones complejas, elaborar y aplicar modelos y asistir en el proceso de toma de decisión. Las distintas aplicaciones de los sistemas de información geográfica en el sector forestal se pueden clasificar en dos grandes categorías (McKendry and Eastman): I) inventario de recursos y monitoreo; II) análisis, modelos y predicciones para ayuda en los procesos de toma de decisiones.

La primer categoría incluye la adquisición y manipulación de datos básicos para un inventario de recursos naturales como ser tipo de suelos,

topografía, caminos, hidrología, límites de cada unidad de manejo, composición y estructura del rodal. Una vez que esta base de datos es digitalizada de acuerdo al formato del sistema operativo que estamos usando (por medio de scanners, mesas digitalizadoras, etc), podemos generar información adecuada para distintos objetivos como ser mapas que muestren áreas con árboles en edad de corta, y otras características como localización de las fábricas receptoras de materia prima, zonas con pendientes pronunciadas, áreas ecológicamente sensitivas a ser intervenidas, modelos tridimensionales de relieve, delimitación de áreas con mayor riesgo de incendios, etc. Es esta fase en que la integración de sensores remotos (imágenes satelitales o fotos aéreas) con GIS es más que relevante. Particularmente la estructura de datos de origen satelital (pixels), permiten su ingreso a GIS en forma directa. Otro factor que se puede incluir en esta categoría, aunque los límites no son muy precisos, y bien podría incluirse en la segunda, incluye actividades como identificar, localizar y cuantificar áreas con condiciones climáticas y biofísica para la regeneración y/o plantación de determinadas especies forestales. También se puede incluir aquí sus funciones mas básicas como la de, almacenar, actualizar y desplegar en forma de mapas, tablas y gráficos las operaciones cotidianas que en forma diaria, se realizan en las distintas unidades de manejo (desmalezado, raleos, corta final, reposiciones, etc.)

La segunda categoría incluye todas las aplicaciones que un sistema GIS puede construir sobre la base de los estratos de información obtenidos en la primera categoría. Algunas de ellas incluyen modelos de manejo con el objetivo de proveer en forma continua y en un nivel óptimo, materia prima para la elaboración de pasta celulósica. Con frecuencia el sector forestal utiliza modelos de simulación para el objetivo mencionado (Por Ej.: FORPLAN, FORMAN, etc.) pero ignorando a menudo la locación y estructura geográfica de los bosques resultando insuficiente un análisis exhaustivo de las consecuencias y alternativas de cada tratamiento (raleos, corta final). GIS hace posible entonces, incorporar la componente espacial o geográfica en los modelos de simulación comúnmente usados en los planes de corta.

Lo expresado hasta aquí, se puede visualizar

en un modelo esquemático. donde se resumen las operaciones de GIS en cuatro etapas: Mediciones (measurement), Mapping (mapeo), Monitoreo (monitoreo), y Modelos (Modeling). Las interacciones posibles entre las distintas etapas es claramente indicada por las flechas. ESTOS SISTEMAS SE CONVIERTEN ASI, EN UNA HERRAMIENTA DE ANALISIS QUE TIENE APLICACION EN LA MAYORIA DE LAS FUNCIONES DEL AREA DE PLANEAMIENTO DE UNA EMPRESA FORESTAL TIPO.

#### **B) EJEMPLOS: SITUACIONES DE TRABAJO, PROBLEMAS Y RESOLUCION USANDO GIS.**

En planes de manejo forestales que contemplan superficie lo suficientemente grandes, es menester la aplicación de modelos que compatibilicen más de un objetivo por vez. Es importante mencionar aquí una experiencia reciente en el estado de Washington (noroeste de EEUU). En esta región la compañía maderera Weyerhaeuser posee una propiedad de 87.000 Has. de bosque naturales y se encuentra localizada en el medio de dos grandes reservas federales (GIS world, 1995). La propiedad, además de ser la principal fuente de madera comercial de la empresa, es parte del hábitat de una especie de lechuza (spotted owl) que fue declarada en amenaza de extinción por el servicio de vida silvestre de EE.UU. Con la necesidad de compatibilizar dos objetivos en principio contrapuestos, Weyerhaeuser elaboró usando la tecnología de GIS, un plan de manejo forestal que contempla la conservación del hábitat (HCP) de la especie. Usando modelos de crecimiento, producción y aprovechamiento de la masa boscosa, se simularon distintas condiciones del bosque en el espacio y en el tiempo para los próximos 50 años, lo que a su vez permitió visualizar los cambios posibles del hábitat de la especie en cuestión siguiendo distintas alternativas de manejo. Esto le permitió a la compañía elaborar un plan de manejo que contemple las normas elaboradas por el gobierno americano que protege a las especies en peligro de extinción. Si bien una voluminosa base de datos fue fundamental en este proyecto, la tecnología GIS demostró en este caso, ser una herramienta eficiente para generar información de forma que sea fácilmente entendible para el público en general y acercar de esa forma ideas que en un principio parecían antagónicas.

GIS ha demostrado efectividad en el manejo y prevención de incendios forestales. La base de datos necesaria, incluye varios estratos de información como ser: cubierta de combustible vegetal, espesura de copa, elevación, pendiente, exposición, caminos y sistema de transporte y tenencia de la tierra. Integrando modelos de comportamiento del fuego con la capacidad de análisis de GIS, se han generado con éxito la delimitación de áreas sensitivas y donde el control se debe ejercer con mayor rigurosidad, y ejercer

una mejor planificación de todas actividades de reestablecimiento posteriores a un incendio (Klock, Jordan and Gum, 1988). Continuando con la idea de ejemplificar algunas de las aplicaciones de GIS en la planificación y manejo de recursos forestales expondré seguidamente en forma mas detallada un caso, que aunque establezca modelos originalmente diseñados para ecosistemas distintos al nuestro, son susceptibles de ser modificados y diseñados para distintas condiciones iniciales y adaptarlos a resolución de problemas locales:

Uso de Sistemas de Información Geográfica para la Evaluación de Alternativas de Manejo en Ecosistemas Forestales de Misiones

#### **Introducción**

Ecosistemas forestales en el subtrópico, como es el caso en áreas típicas de la Provincia de Misiones, presentan la particularidad de ser altamente productivos y al mismo tiempo vulnerables a una rápida degradación de sus componentes. Es en este marco que, en forma creciente, las empresas ligadas al manejo de recurso naturales en nuestro medio se hallan o hallaran ante el gran desafío de compatibilizar objetivos a veces contrapuestos, como por Ej.:

I) Mantener o aumentar la capacidad productiva y utilidades del sitio forestal;

II) Desarrollar actividades productivas en un marco de cumplimiento de restricciones impuestas por las normas de impacto ambiental, que si bien aun no han tomado fuerza en nuestro medio, lo irán haciendo progresivamente.

Es importante entonces localizar y cuantificar áreas, que por sus características, requieren condiciones especiales de manejo para cumplir el objetivo arriba mencionado y elaborar planes de manejo alternativos para distintas condiciones iniciales. Compatibilizar distintos planes de manejo o decidir la mejor alternativa, representa una tarea suficientemente compleja cuando se trata de grandes extensiones de tierra. Corrientemente, la mayoría de los modelos creados para el manejo de recursos naturales, son diseñados para el manejo de la tierra con un objetivo por vez (E.g. ganadería). Sin embargo, y especialmente en el sector forestal, se ha reconocido desde hace tiempo el potencial de la tierra para el manejo (a veces conflictivo) con distintos objetivos dentro de una misma área.

La posibilidad de operar análisis complejos entre mapas y estratos de información facilita la tarea de integrar y combinar modelos individuales (submodelos) con distintos objetivos en un modelo de tipo múltiple. Como ejemplo, citaré en forma breve, la implementación de un modelo de manejo que integra los resultados derivados de un set de seis sub-modelos y que sigue de cerca la metodología desarrollada por Kevin Johnston en 1987 para una compañía maderera canadiense (Fraser Timber Company, New Brunswick - Canadá) usando un sistema GIS de estructura raster. Cada uno de

los submodelos esta dirigido hacia un objetivo específico de manejo de la tierra. El propósito de nuestro modelo principal será encontrar las áreas de mejor productividad maderera, pero al mismo tiempo, debemos considerar las alternativas de manejo para las mismas áreas (por ejemplo: vida silvestre o turismo y recreación), y de esa forma responder a la pregunta de cual es el uso mas productivo en cada área o sitio considerado o posibilidades de compatibilizar distintas opciones de manejo.

### Metodología

La base de datos necesaria incluye mapas de tipo de suelos, topografía, vegetación natural e implantada, caminos, ríos, áreas comúnmente afectadas por fuertes vientos, áreas de vida silvestre, industrias cercanas y ciudades o pueblos y estado de la vegetación (bosque maduro, regeneración, etc). Una base de datos como el mencionado (mapas digitalizados de los estratos arriba mencionados y correspondientes estadísticas en forma tabular), nos permitirá luego de su ingreso al sistema (GIS), manejo y análisis, desplegar los resultados en forma de mapas temáticos y tablas que conforman así modelos y submodelos de trabajo a implementar, en este caso, en planes de manejo forestales. Los sub-modelos a considerar en este caso incluirán: calidad visual del paisaje, ecología de la región, vegetación existente y potencial, control de incendio, producción y economía (aprovechamiento de la madera), control de la erosión de suelos, zonas afectada por vientos. Cada sub-modelo provee con un mapa que describe las áreas con mayor prioridad para la alternativa de manejo considerada. Si trabajamos con el submodelo de control de erosión se producirá un mapa que asignara los valores mayores a las áreas de menor pendiente y valores menores a las áreas donde la pendiente es mayor y por lo tanto los peligros de erosión se incrementan. Siguiendo el mismo procedimiento, el submodelo de control del fuego determina la potencialidad relativa de las áreas mas propicias a incendios. El submodelo de producción y economía identificará las áreas de mayor ganancia si el área es sometida a un programa exclusivo de aprovechamiento forestal. Cada uno de estos sub-modelos darán lugar a los mapas descriptivos que se usaran para elaborar el mapa que muestren las áreas optimas de aprovechamiento maderero. A su vez, cada mapa descriptivo dará lugar a un mapa prescriptivo que contará con un área mínima límite, por ejemplo en el modelo de vida silvestre (ecología de la región) podemos encontrar que una determinada especie animal necesita al menos 50 hectáreas para sobrevivir. Si en el mapa final obtenido luego de un proceso superposición y análisis, encontramos un área asignada menor que ese valor, sabremos que estaremos sacrificando el principio de subsistencia de esa especie.

### Conclusión

El administrador puede descubrir luego de operar el modelo central y combinar los mapas, que ciertas unidades de áreas han sido asignadas para dos objetivos distintos como ser vida silvestre y producción y economía. Si no interfiere con el principio de área mínima, el administrador tendrá que comparar los submodelos y decidir de acuerdo a la categorización que fue asignada en cada uno de ellos y definir si son compatibles o no. En definitiva, cada submodelo o mapa (con un número categórico para cada unidad de área) serán utilizados en un proceso de superposición y/o adición, para así producir un mapa final que describirá cuales son las áreas óptimas para cada objetivo, priorizando en este caso el aprovechamiento maderero.

Después de evaluar el mapa final el administrador puede decidir si operar el modelo bajo un nuevo criterio o prioridades y producir así un nuevo mapa final que puede ser comparado con el anterior. De esta forma se podrá analizar inmediatamente la forma en que los dos planes de manejo influirán el área en estudio y tomar una decisión mas acertada acerca de la estrategia a seguir para optimizar el uso de la tierra de acuerdo a las prioridades y múltiples objetivos propuestos.

### Referencias

- Johnston, Kevin M., 1987. Natural Resource Modeling in the Geographic Information System Environment. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol 53, No 10, October 1987, pp. 1411-1415
- Star J., and J. Estes. 1990. Geographic Information System: An Introduction. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632.
- McKendry J. E. and J.R. Eastman. 1993. Application of GIS in Forestry: a Review. In Exploracion in Geografic Information Systems Technology. UNITAR/GRID.
- Herrington, L. and D.E. Korten. 1988. «A GIS based decision support system for forest management», In Accessing de World, Proceedings, GIS/LIS '88, Vol. 2, San Antonio, TX, November, 30 - December 2, 1988. ACSM, ASPR, AAG, URISA, 825-831.
- Klock G., L. Jordan, and P. Gum. A Forest Vegetation Inventory with Landsat Imagery for Use with Fire Management strategies. In Building Databases for Global Science. Proceedings for the first meeting of the International Geographical Union Global Database Planning. Edited by Helen Mounsey and R. Tomlinson. ■

## NOTICIAS FORESTALES-NOTICIAS FORESTALES-NOTICIAS FORESTALES-NOTICIAS FORESTALES-NOTICIAS FORESTALES-

### \* UNION MUNDIAL para la NATURALEZA

En el seno del Comité Argentino de la UICN, integrado por 27 instituciones nacionales de carácter público como privado, se ha impulsado para el Año 1.996, el Programa Argentino de la UICN contemplando los siguientes capítulos temáticos a desarrollar a niveles regionales como en el orden nacional: *Manejo de Especies, Desertificación, Bosques Naturales, Manejo de Ecosistemas, Educación Ambiental, Desarrollo Rural, Areas Protegidas, Legislación Ambiental.*

La Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones ha sido nominada como el organismo coordinador de los estudios sobre los *Bosques Naturales de Argentina.* La Facultad también colaborará con los estudios referidos a las Areas Naturales Protegidas como Educación Ambiental.

De esta manera, nuestra Casa de Estudios ha sido reconocida por un sinnúmero de instituciones relacionadas a la conservación de los recursos naturales, al nominarla como *punto local nacional para la coordinación de los estudios relacionados a los diferentes ecosistemas forestales nativos.*

### \*CONSERVACION PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN AMERICA CENTRAL (OLAFO)

Durante el mes de octubre de 1995 y con motivo de ser invitado por el líder del Proyecto ÓLAFO viajó a Costa Rica el Ing. Ftal. Domingo Maiocco, docente de la Facultad de Ciencias Forestales. El Proyecto es parte del Programa Manejo Integrado de Recursos Naturales del CATIE, financiado por la Agencia de Cooperación Internacional de Dinamarca, Noruega y Suecia.

Sus objetivos son : investigar, validar y difundir modelos sostenibles de sistemas de producción basados en el uso integral de los productos y servicios del bosque. Las acciones del proyecto se basan en la participación y protagonismo de las comunidades locales, involucrando las instituciones nacionales.

### \*JORNADAS FUNDACION MELLON

El día 16 de Mayo del corriente se realizará el taller de Ecología de Especies Nativas Misioneras, con presentación de los informes de avance de los proyectos financiados por esta prestigiosa Institución de E.E.U.U., con la coordinación de la Dra. Florencia Montagnini de la Universidad de Yale.

### \*POSTGRADO en la MAESTRIA DE TECNOLOGIA Y/O CIENCIAS DE LA MADERA, CELULOSA Y PAPEL

A partir de 16 de Agosto de 1995 se inician los estudios de Postgrado en la Maestría de Tecnología y/o Ciencias de la Madera, Celulosa y Papel, un emprendimiento conjunto entre la Facultad de Ciencias Forestales de Eldorado y Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de Posadas, de la UNaM, con

la participación de un grupo selecto de Docentes de la UNaM, Universidad Nacional de Litoral, de la Universidad Federal de Paraná Brasil y de la Universidad Nacional de Santiago del Estero. El Objetivo es formar recursos humanos altamente capacitados con dominio en los aspectos tecnológicos y base científica en todo lo relacionado en Ciencias y Tecnología de la Madera, Celulosa y Papel.

### \*CARRERA de TECNICO en SANEAMIENTO AMBIENTAL

A partir de Marzo del presente ciclo lectivo, se lanza una nueva Carrera denominada Técnico Universitario en Saneamiento Ambiental, en la Facultad de Ciencias Forestales de la ciudad de Eldorado, única en su tipo en el nordeste, conjuntamente con la Municipalidad de Montecarlo, con una duración de 2 años y 3 meses. La elección de esta temática curricular se fundamentó en la necesidad de ir formando técnicos con conocimientos que posibiliten la mejora de la Calidad de Vida Ambiental de las poblaciones Misioneras y regionales.

### \*TRANSFERENCIA HACIA SECTORES PRODUCTIVOS

Dentro de los lineamientos de la política institucional de la Facultad de Ciencias Forestales y específicamente de la Cátedra de Economía General y Forestal, se plantea como prioritario la transferencia hacia los sectores productivos, de nuevas tecnologías que permiten una mejor inserción en los mercados cada vez más competitivos y globalizados.

Así la capacitación y/o actualización es un desafío insoslayable, con este contexto se plantea la formación no formal a través de cursos, talleres y/o asesoramiento en áreas temáticas como gestión Empresarial, Análisis de Costos, Marketing Estratégico, entre otros.

El año pasado se brindó asesoramiento en el tema de costos y definición de cuencas económicas a pequeños artesanos de la madera y carpinteros; y para el mes de Mayo del corriente está programado un curso sobre «Costos conceptos, clasificación y metodología para su determinación», destinados a los empresarios de la Asociación Maderera y Afines del Alto Paraná (AMAYADAP) a cargo de los docentes de la Cátedra de Economía.

### \*CENTRO DE INFORMACION y DOCUMENTACION FORESTAL "Ing. Agr. Lucas Andrés TORTORELLI"

El Centro de Información y Documentación Forestal "Ing. Agr. Lucas A. TORTORELLI" es una unidad de información especializada en el área forestal, dependiente de la Dirección de Producción Forestal.

Al producirse en el mes de Octubre de 1.991 la desaparición del INSTITUTO FORESTAL NACIONAL, su Biblioteca, hoy Centro TORTORELLI, fue trasladada

a su nuevo asiento en la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación.

Durante el transcurso del mes de Mayo del año 1.993, el Centro reabrió sus puertas en un cómodo y luminoso sector del edificio forestal ubicado en el Anexo Jardín de la Secretaría.

#### Objetivos del centro

- **APOYAR** las actividades de investigación, extensión, producción, docencia y aplicación referidas al área forestal.
- **FAVORECER** la efectiva y oportuna captación y difusión de las publicaciones nacionales y extranjeras en beneficio de los usuarios potenciales del Centro.
- **PROMOVER** el uso de la información documental para elevar la calidad del quehacer técnico y científico en el campo forestal.
- **PROPICIAR** la actualización permanente de los usuarios.
- **FACILITAR** el acceso de nuestro fondo documental a todo aquel que lo solicite desde cualquier punto del país.
- **IMPULSAR** la transferencia de tecnología entre profesionales incrementando la capacidad de utilizar la información escrita.

#### Usuarios

La comodidad de usuarios que se atiende está conformada por:

- Profesionales y técnicos del área y áreas conexas
- Investigadores
- Productores
- Extensionistas
- Alumnos de nivel medio y universitario
- Instituciones gubernamentales
- Organismos privados

#### Servicios

- Lectura en sala
- Préstamos a domicilio: funcionarios y agentes de la S.A.G.y P.
- Préstamos interbibliotecarios
- Confección de bibliografías cortas
- Canje de publicaciones
- Referencia
- Reprografía
- Pregunta-respuesta (por correo postal, Elect., Teléfono y Fax)
- Búsquedas bibliográficas (manuales y automatizadas)
- Búsquedas en CD-ROM: *TREE-CD del CAB INTERNATIONAL*

#### Colecciones especiales

El Centro alberga desde 1.983 la colección particular del Ing. Agr. *Lucas A. TORTORELLI* donada por sus herederas. La misma se mantiene en forma independiente del resto del material bibliográfico y está constituida por 961 documentos.

De especial importancia son la **VIDEOTECA FORESTAL**, la **XILOTECA**, una colección de **SEMILLAS FORESTALES**, **ARCHIVO FOTO-**

#### GRAFICO y RECORTES PERIODISTICOS.

*TREE-CD del CAB*: Base de Datos Internacional sobre Forestación a disposición de los argentinos.

Desde Junio de 1.995 el Centro de Documentación e Información Forestal "Ing. Agr. *Lucas A. TORTORELLI*" con sede en la S.A.G.y P., ofrece el servicio de búsquedas retrospectivas por medio del CD-ROM *TREE-CD del CAB INTERNATIONAL*.

Esta base de datos contiene cerca de 400.000 referencias bibliográficas, la mayoría de ellas con resúmenes, compiladas por el Commonwealth Agriculture Bureau (CAB) desde 1.939 hasta Abril de 1.995. Es la guía más completa de *Literatura Forestal Internacional* disponible.

Los títulos vienen en la lengua original, así como en inglés y cada referencia dentro de la base de datos incluye un resumen informativo en inglés del contenido del artículo.

#### Para mayor información:

Centro de Documentación e Información Forestal "Ing. Agr. *Lucas A. TORTORELLI*"

Av. Paseo Colón 982 - Anexo Jardín

**(1063) BUENOS AIRES \* ARGENTINA \***

Tel: (54) 01 349 - 2124/2125

Fax: (54) 01 349 - 2102

E-MAIL POSTMASTER-MNGAPE. GOV.AR.

Horario de atención al público: L a V de 11:00 a 16:00 Hs.

#### \* CONVENIO CON MINISTERIO DE ECOLOGIA

En un convenio con el Ministerio de Ecología de Recursos Naturales Renovables de la Provincia de Misiones, la Facultad asume el compromiso de cosecha de semillas de *Araucaria* de la Reserva de Cruce Caballero, este emprendimiento tiene una finalidad múltiple, como garantizar la disponibilidad de semillas de primerísima calidad para los planes de forestación presentados para el año 1996, realizar los ensayos de almacenamiento y certificación de semillas en el laboratorio y garantizar la propagación del mejor material genético de la especie para conservar su germoplasma mediante la instalación de plantaciones fuera de su sitio de origen.

También dentro del marco del mismo convenio se colaborará con el Ministerio en las áreas de conservación de cuencas, estudios de flora y fauna, estudios de impacto ambiental, entre otros para los parques y reservas provinciales.

También dentro del marco del convenio con el Ministerio de Ecología, la FACULTAD y el INTA, colaboran en un programa conjunto con otras Instituciones del Medio y Empresas privadas, en el Programa de Lucha contra la AVISPA DE LA MADERA DEL PINO, tanto en la fase de producción del enemigo natural en el laboratorio, como en identificación de ejemplares atacados en el campo y cuantificación del daño, así como la instalación de árboles trampa y la inoculación con los nematodos, para iniciar los planes de lucha.

