

ywyrareta

PAIS de ARBOLES

5

AÑO 5 - Nº 5

SETIEMBRE DE 1994



**REVISTA DE DIFUSION CIENTIFICA
Y TECNOLOGICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES**

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. Académica: Ing. Virginio Lorenzi
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. Juan C. M. Kozarik
Secretario: Ing. Ftal. Elizabeth M. Weber

CONSEJO DE INVESTIGACION DEL ISIF

Ing. Agr. Víctor Revilla
Ing. Agr. Roberto Fernández
Ing. Agr. Alberto Morales
Sr. Román Ríos

Ing. Ftal. Alicia Bohren
Ing. Ftal. Elizabeth Weber
Ing. Ftal. Graciela Valle
Sra. Helga Vogel

Sr. Ricardo Austin

COMISION EDITORIAL

Director: Ing. Ftal. Juan C. M. Kozarik.
Secretario: Ing. Ftal. E. Weber. Consejo Ase-
sor: Lic. Marta Parussini - Ing. Ftal. Raúl
González - Ing. Qco. Andrés Lorenzi - M. Sc.
Ramón A. Friedl - Lic. Teresa Argüelles.
Suscripción e intercambio: INSTITUTO
ECONOMICO Y SOCIAL. Calle Bertoni Km
2 (3382). Eldorado, Misiones, Argentina.
Registro de la Propiedad Intelectual en trá-
mite.

FOTO DE TAPA

Camino Interno del Area Expe-
rimental Guaraní
Ing. D. Maiocco

* Los artículos son de total res-
ponsabilidad de los autores. Se
autoriza reproducción de los
mismos citando la fuente.

La presente edición estuvo a cargo de LIBRERIA AGROPECUARIA - Pasteur 743 - Buenos Aires.



SUMARIO

Año 5 - Nº 5

Setiembre de 1994

	Páginas
* Editorial	3
* Propiedades físicas y mecánicas de la madera de Pino paraná (<i>Araucaria angustifolia</i>) reforestada en la Provincia de Misiones, Argentina. Por Raúl GONZALEZ, Teresa SUIRESZ.	4
* Estudios de restauración ecológica en la región del Bosque Atlántico de Bahía, Brasil. Por Florencia MONTAGNINI, Anna FANZERES y Sergio GUIMARAES DA VINHA.	9
* FICHA TECNICA: Arboles de Misiones. <i>Bastardiopsis densiflora</i> .	25
* Determinación de edades, ritmo de crecimiento y turno de corte teórico de especies forestales nativas de Misiones. Por Martín GARTLAND, Lucía AMARILLA, R. VILLALBA, A. BORHEN y D. NOZZI.	29
* Ensayos de germinación y análisis cuantitativo en semillas de especies forestales nativas de Misiones, R.A. Por Beatriz EIBL, Fidelina SILVA, A. CARVALLO, R. CZEREPK y J. KEHL.	33
* Productividad de hojas, flores y frutos en el P.N. IGUAZU. Por Guillermo PLACCI, Sandra ARDITI y Liliana CIOTEK.	49
* Estructura y composición de un bosque húmedo tropical explotado en la región norte de Costa Rica. Por Eugenio GONZALEZ y Eladio CHAVES.	57
* FICHA TECNICA: Insectos de interés forestal. <i>Acrocinius longinanus</i> .	71
* Nueva especie de lepidóptero que ataca <i>Araucaria angustifolia</i> (Bert) O. KTZE. en San Antonio, Misiones. Por Jorge VIZCARRA SANCHEZ y Graciela VALLE.	73
* Metodología para la instalación y medición de parcelas permanentes en el estudio de la dinámica productiva del bosque subtropical misionero (primer resultado). Por D. MAIOCCO, L. GRANCE, O. GAUTO, H. OTAZU.	77
* Efectos del ácido endolbutírico sobre el crecimiento de plantines de <i>Araucaria angustifolia</i> (Bert.). Por Teresa ARGÜELLES y Andrés y Rubén PANCHUK.	85
* Noticias forestales	91
* Evaluación de la dinámica del crecimiento primario para cuatro especies forestales nativas en plantaciones de enriquecimiento en bosques subtropicales de Argentina. Por Ada GONZALEZ.	99

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

Yvyraretá

Editorial

Junio 1994 marca el inicio de una nueva gestión en la vida institucional de nuestra Casa de Estudios, con la asunción de las autoridades que regirán sus destinos por un período de cuatro años.

El compromiso asumido ante la comunidad forestal está dirigido fundamentalmente a fortalecer el conjunto de acciones ya tomadas en lo que va de la presente década y promover en todos los sectores que lo conforman, Académico, Investigación y Extensión, un crecimiento sostenido pero firme al servicio de los intereses tanto de la sociedad misionera como nacional.

Este crecimiento contemplará principalmente la actualización de la currícula y apertura de nuevas ofertas académicas, con vistas a la formación de recursos humanos capacitados para enfrentarse a los requerimientos del siglo XXI. La investigación también ocupará un lugar de privilegio, afianzando los programas y proyectos en vigencia como definiendo nuevas líneas de priorización acordes a las demandas del sector de la producción. La Reserva Forestal Guaraní, propiedad de la Universidad Nacional de Misiones, bajo nuestra administración, se convertirá en el Centro demostrativo por excelencia de un área natural protegida del ecosistema misionero.

La extensión, pilar fundamental para el desarrollo del sector, crecerá sobre la base de una política amplia en materia de difusión y transferencia de tecnologías, trabajando juntamente con los productores e industriales, con el fin de acentuar y afianzar las relaciones interinstitucionales tan necesarias para la mejora, el desarrollo, la conservación y sustentabilidad anhelada de los recursos forestales.

YVYRARETA, seguirá al servicio de la comunidad forestal nacional e internacional, abriendo sus puertas para que todos puedan manifestar sus inquietudes y experiencias.

Ing. Ftal. Juan C. M. Kozarik

PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA MADERA DE PINO PARANA (ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA) REFORESTADO EN LA PROVINCIA DE MISIONES

Raúl Alberto GONZALEZ (1)
Teresa SUIRESZ (2)

RESUMEN

Dentro del Programa de Investigación de las propiedades físicas y mecánicas de las maderas provenientes de bosques implantados en la Provincia de Misiones, Argentina, la Araucaria o Pino Paraná ocupa un lugar de importancia, por la magnitud de las áreas reforestadas, por el hecho de ser una especie autóctona y la primera que se empleó en gran escala en las reforestaciones de esta provincia. Sus requerimientos de suelos rojos y profundos, la progresiva escasez de semilla, mayormente proveniente de Brasil y los mayores costos de implantación en relación a los más rústicos Pinos elliotti y taeda, hizo que la participación de esta especie en la superficie reforestada fuese disminuyendo progresivamente desde la década del 70.

Para este estudio se seleccionaron 6 ejemplares de 13 y 14 años, provenientes de plantaciones comerciales del norte de Misiones, Departamento de Iguazú, las que normalmente proveen rollizos para la industria del aserradero, a partir de las cortas de aclareos (raleos).

Para las determinaciones físicas y mecánicas se emplearon normas técnicas

ASTM (American Society for Testing and Materials), DIN (Deutsche Industrie Norm) e IRAM (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales) utilizándose una máquina Universal de Ensayos de 10 toneladas de capacidad, marca CIFIC, voluménmetro de Breuil, balanza eléctrica Metler, calibre, estufas y accesorios de laboratorio, obteniéndose los siguientes resultados:

1. Densidades (g/cm³)

Aparente: 0,51

Anhidra: 0,48

Básica: 0,43

2. Retracción total (%)

Tangencial: 7,0

Radial: 3,8

Volumétrica: 11,2

3. Flexión estática (kg/cm²)

Módulo de rotura: 872

Módulo de elasticidad: 113.103

4. Tracción perpendicular a las fibras (kg/cm²)

Tangencial: 17,3

Radial: 27,6

(1) Profesor Titular de Tecnología de la Madera. Director del Proyecto. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones.

(2) Alumna de 5º año, adscripta a la Cátedra. Becaria auxiliar de investigación en Tecnología de la Madera.

5. *Clivaje o Hendidura* (kg/cm)

Tangencial: 30,7

Radial: 36,1

6. *Dureza Janka* (kg/cm²)

Transversal: 490

Tangencial: 325

Radial: 337

7. *Corte o cizallamiento paralelo a las fibras* (kg/cm²)

Tangencial: 106,3

Radial: 98,6

Los resultados de los ensayos de la madera de esta especie reforestada, aún en estado juvenil, pero que provee regularmente rollizos para la industria de transformación mecánica (aserrado y compensado) son muy parecidos a los obtenidos en ensayos de madera provenientes de árboles maduros de los bosques nativos de la misma especie y comparables con algunos pinos de rápido crecimiento sobre todo con Pino elliotti, excepto en el módulo de elasticidad a la flexión, en el que la Araucaria supera netamente al Pino elliotti.

Palabras clave: Pino Paraná * Araucaria angustifolia * Misiones * Propiedades Físicas y Mecánicas.

SUMMARY

Physics and Mechanical properties of the wood of Paraná Pine (*Araucaria angustifolia*) of cultivated forest from the subtropical Province of Misiones, Argentine, have been studied. Specimens for this research belong to 6 trees selected in 13 and 14 years old stands of this specie, native of this province and Brazil and widely employed in reforestation in Misiones just to the '70 decade, when Resinous pines (mostly *Pinus elliotti* and *P. taeda*), displaced the Paraná Pine in the preferences for the new forest plantations.

Methods of testing, technical norms, size and shape of specimens, laboratory facilities, etc., have been widely described in the study of the physical and mechanical properties of the wood of Elliott Pine (González R. A. et al., YVYRARETA N° 3, 1992).

The following results have been obtained:

1. *Density* (g/cm³):

At 12% moisture content: 0.51

Ovendry condition: 0.48

Basic: 0.43

2. *Total shrinkage* (%):

Tangencial: 7.0

Radial: 3.8

Volumetric: 11.2

3. *Static Bending* (kg/cm²):

Moduli of rupture: 872

Moduli of elasticity: 113,103

4. *Tension perpendicular to grain* (kg/cm²):

Tangencial: 17.3

Radial 27.6

5. *Cleavage* (kg/cm):

Tangencial: 30.7

Radial: 36.1

6. *Janka hardness* (kg/cm²):

Transversal: 490

Tangencial: 325

Radial: 337

7. *Shear parallel to grain* (kg/cm²):

Tangencial: 106.3

Radial: 98.6

Key words: Paraná Pine - Araucaria - Misiones - Physics and Mechanical properties.

INTRODUCCION Y OBJETIVOS

Tal como se había expresado en el trabajo de investigación sobre las propiedades físicas y mecánicas de la madera de Pino elliotti (YVYRARETA N° 3, 1992) las casi 250 000 ha reforestadas en Misiones, mayormente coníferas del género *Pinus* (*P. elliotti* y *P. taeda* principalmente) y Araucaria, poseen un potencial de producción de maderas aserradas, en los próximos 20 años de unos 8000 millones de pies cuadrados, equivalentes a unos 400 millones de pie cuadrados anuales, lo que representa aproximadamente 1 millón de m³ de maderas aserradas por año, suficientes para cubrir la actual demanda de este tipo de producto y aun

encarar su exportación. Sin embargo, las características tecnológicas de estas maderas, son en general poco o nada conocidas, manejándose generalmente datos de especies afines o los referidos a las mismas especies en sus países de origen.

MATERIALES Y METODOS

El material ensayado se extrajo de 6 ejemplares de 13 y 14 años de edad, de reforestaciones del Dto. de Iguazú, Misiones, desarrolladas en suelos rojos, profundos, correspondientes a la Unidad Cartográfica 9. El diámetro medio de los árboles de 13 años a 1,30 de altura, DAP, fue de 17,5 cm y de 20,4 cm para los de 14 años.

La metodología de los ensayos, la selección de muestras, normas técnicas empleadas, tipo y dimensiones de las probetas, equipo de laboratorio utilizado, etc., han sido ampliamente desarrollados en el trabajo correspondiente a las propiedades físicas y mecánicas de la madera de Pino elliotti (González-Pereyra-Suirezs, YVYRARETA Nº 3, 1992).

RESULTADOS

PROPIEDADES FISICAS

1. Densidad (g/cm³):

1.1. Densidad anhidra: 0,48
Desvío Standard: 0,06
Coeficiente Variación: 13%

1.2. Densidad aparente: 0,51
Desvío Standard: 0,06
Coeficiente Variación: 12%

1.3. Densidad básica: 0,43
Desvío Standard: 0,05
Coeficiente Variación: 11%

2. Retracción total (%)

2.1. Tangencial: 7
Desvío Standard: 0,6
Coeficiente Variación: 9%

2.2. Radial: 3,8
Desvío Standard: 0,5
Coeficiente Variación: 13%

2.3. Volumétrica: 11,2

PROPIEDADES MECANICAS

3. Flexión estática (kg/cm²):

3.1. Módulo de Rotura: 872
Desvío Standard: 232
Coeficiente Variación: 26%

3.2. Módulo de Elasticidad: 113.103
Desvío Standard: 31.431
Coeficiente Variación: 27,8%

Número de probetas ensayadas: 57
Humedad media de las probetas ensayadas: 13,4%

4. Tracción perpendicular a las fibras (kg/cm²)

4.1. Tangencial: 17,3
Desvío Standard: 7,81
Coeficiente Variación: 45%

4.2. Radial: 27,6
Desvío Standard: 12,5
Coeficiente Variación: 45%

Número de probetas ensayadas: 64
Humedad media de las probetas ensayadas: 12,9%

5. Clivaje o hendidura (kg/cm)

5.1. Tangencial: 30,7
Desvío Standard: 9,2
Coeficiente Variación: 30%

5.2. Radial: 36,1
Desvío Standard: 10,9
Coeficiente Variación: 30%

Número de probetas ensayadas: 69
Humedad media de las probetas ensayadas: 13,5%

6. Dureza Janka (kg/cm²)

6.1. Transversal: 490
Desvío Standard: 64
Coeficiente Variación: 13%

6.2. Tangencial: 325
Desvío Standard: 69
Coeficiente Variación: 21%

6.3. Radial: 337

Desvío Standard: 59

Coeficiente Variación: 17,6%

Total de ensayos realizados: 144

Humedad media de las probetas
ensayadas: 12%7. Corte paralelo a las fibras (kg/cm²)

7.1. Tangencial: 106,3

Desvío Standard: 26,5

Coeficiente Variación: 25%

7.2. Radial: 98,6

Desvío Standard: 17

Coeficiente Variación: 17%

Número de probetas ensayadas: 52

Humedad media de las probetas
ensayadas: 13,9

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos de los ensayos de la madera provenientes de 6 ejemplares de *Araucaria angustifolia* (Pino Paraná) provenientes de reforestaciones realizadas en la Provincia de Misiones, permiten apreciar que pese a tratarse de madera de árboles juveniles (13 y 14 años de edad), no difieren de los obtenidos con Pino Paraná de los bosques nativos, con árboles de edad y diámetros elevados (ver Tabla 1). Antes bien, algunos ensayos dan valores superiores. Se debe recordar que los ensayos normalizados realizados para este trabajo, se efectuaron con madera totalmente libre de defectos y nudos,

siendo estos últimos abundantes en madera provenientes de árboles de pequeños diámetros que no han sido desramados y casi inexistentes en la madera de Pino Paraná de bosques nativos que se elaboraba en Misiones y la que se importaba del Brasil.

Por otro lado, si consideramos los índices de *Sallenave* para **maderas de coníferas tropicales**, su dureza normal a las fibras de 331 kg/cm² (Valor medio de la dureza tangencial y radial) ubica a la madera de *Araucaria* reforestada entre las maderas **semiduras**, en tanto que su **Cota de Dureza** de 1273 corresponde a una madera para **usos especiales**, en tanto que por su **Cota de Flexión** de 17,1 (relación entre el módulo de rotura a la flexión y su densidad aparente), esta madera debe ser considerada como **madera buena para carpintería**.

Por último su **Cota de laminabilidad** de 0,65 (relación entre la resistencia al clavaje o hendidura y su densidad aparente), permite clasificar a la madera de *Araucaria angustifolia* reforestada como **muy laminable**, resultado coincidente con el uso industrial histórico de esta especie, tanto con materia prima proveniente de bosques nativos, antiguamente, como de bosques implantados, en la actualidad.

AGRADECIMIENTO

A la alumna de 5º años, Srta. Stella Maris Morel, por la valiosa colaboración prestada durante la realización de los ensayos físicos y mecánicos.

Tabla 1. Propiedades físicas y mecánicas de la madera *Araucaria Angustifolia* de bosques nativos e implantados

Propiedades	Densidad	Retracción		Flexión kg/cm ²		Dureza	Tracción	Corte
Especie	aparente (g/cm ³)	%	Tg	módulo rotura	módulo elastic.	transversal kg/cm ²	perpendicular kg/cm ²	paralelo kg/cm ²
<i>Araucaria</i> de bosques nativos	0,50	3,9	7,2	708	100 400	278	35	70
<i>Araucaria</i> reforestada en Misiones	0,51	3,8	7,0	872	113 103	490	22,4 (1)	102

(1) Valor medio entre la resistencia radial y tangencial.

BIBLIOGRAFIA

ASTM Standard D 145-52. Standard method of testing small clear specimens of timber. Reapproved 1972. USA.

DIN Deutsch Industrie Norm N° 52186.

GONZALEZ, Raúl A.; PEREYRA, Obdulio; SUIRESZ, Teresa. Propiedades físicas y mecánicas de la madera de Pino elliotti reforestado en la Provincia de Misiones. Argentina. YVYARETA N° 3, 1992.

IBDF Amazonian Timbers. Characteristic and utilization. Vol. II. Foreign species for ligh 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: Métodos de determinación de la densidad aparente. Buenos Aires, 1973.

IRAM Norma técnica N° 9532: Maderas, métodos para la determinación de 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 y COTE, W. A., Jr. Principles of Science and Technology. Soild. Wood. New York, 1968.

PANSHING, A. J. y DE ZEEUW, Carl. Texbook of wood technology. New York, 1980.

PEREZ, Víctor y CABRERA, Jorge. Incidencia de la edad del árbol sobre las propiedades físicas y mecánicas de Pino radiata. Chile Forestal. Reprod. por Centro Ed. Maderero Argentino, N° 60, 1987.

SALLENAVE, P. Propiétés physiques et mecaniques des bois tropicaux. Nogent-sur-Marne, Centre Technique Forestier Tropical, 1971.

TORTORELLI, Lucas. Maderas y Bosques Argentinos, Editorial ACME, S.A.C.I., Buenos Aires, 1956.

Estudios de restauración ecológica en la región del Bosque Atlántico de Bahía, Brasil

Florencia MONTAGNINI*

Anna FANZERES**

Sergio GUIMARAES DA VINHA***

RESUMEN

En la región sur de Bahía el bosque primario está siendo cortado principalmente para actividades agrícolas. Para disminuir la presión sobre el bosque natural remanente, es necesario aumentar la productividad de las áreas degradadas que proveen alimento, madera y forraje a los grupos que ejercen esta presión. Los sistemas agroforestales y las plantaciones arbóreas mixtas pueden representar prácticas de uso de la tierra, adecuadas para áreas con problemas similares de degradación de recursos. Los objetivos de este estudio fueron la identificación de especies arbóreas nativas con influencia positiva sobre la restauración de la fertilidad del suelo, para utilizarlas en el diseño de plantaciones arbóreas mixtas y sistemas agroforestales.

El estudio se enfocó en 20 especies nativas escogidas por su potencial económico. Todas las parcelas eran parte de un arboretum en la Estación Biológica Pau Brasil (CEPLAC-Porto Seguro, Bahía); todos los árboles tenían aproximadamente la misma edad, 14-15 años. Los suelos se muestrearon bajo las 20 especies, un bosque secundario de 20 años, una plantación arbórea mixta y el bosque nativo, a cuatro profundidades (0-

5 cm, 5-15 cm, 15-30 cm y 30-45 cm) para análisis de pH; N, P, K, Ca y Mg. También se recolectaron muestras de tejidos (la hojarasca y las hojas verdes) y se realizó análisis de N, P, K, Ca y Mg.

Se detectaron efectos positivos al menos en la mitad de los parámetros estudiados en 15 especies arbóreas. Efectos positivos en más de 5 parámetros fueron observados en *B. virgilioides*, *I. affinis*, *P. pterosperma* (especies fijadoras de N), *A. psilophylla*, *C. echinata*, *Cassia* spp., *C. luscens*, *H. aurea* (especies leguminosas, no fijadoras de N), *B. macrophyllum*, *B. grandis*, *E. ovata*, *L. pisonis*, *L. hypoleuca* (de otras familias). El suelo en la plantación mixta exhibió valores similares de pH, C, N, Mg, una concentración levemente mayor de P y menor cantidad de K y Mg que el suelo del bosque primario.

Palabras clave: Bahía, plantaciones mixtas, árboles nativos, áreas degradadas.

ABSTRACT

Four hundred years ago the forest of the Atlantic coast of Brazil was approximately 100 million hectares. Today, human settlement and industrialization have reduced the forest to < 15% of its original size. In

* Universidad de Yale. Escuela Forestal y Estudios de Medio Ambiente. 370 Prospect St. New Haven, Ct 06511, EUA.

** Greenpeace. Rua Mexico 21, sala 1301. CEP 20031, Rio de Janeiro, Brasil.

*** CEPLAC. CP 7, 45.600 Itabuna. Bahía, Brasil.

southern Bahia the primary forest is being cleared primarily for agricultural reasons. To decrease pressure on the remaining natural forest, it is necessary to increase the productivity of the degraded areas making food, wood and fodder available to the groups exerting pressure on the primary forest. Agroforestry systems and mixed tree plantations may represent environmentally sound land use practices for areas with similar problems of resource degradation. The goals of this research were to identify indigenous tree species with a positive influence on soil fertility restoration and to use these data for designing experimental mixed-tree plantations and agroforestry systems.

The study focused on 20 native species chosen for their ecological significance and their potential economic use. All the stands were part of an arboretum at Pau Brasil Ecological Station (CEPLAC-Porto Seguro, Bahia) and were planted in 1974-75; thus all the trees were approximately the same age, 14-15 years old, at the time this research was conducted. Soils for chemical analysis and bulk density were sampled under the 20 species, a 20-year old capoeira, a mixed-species plantation and the native forest. Soil samples were taken at four depths (0-5 cm, 5-15 cm, 15-30 cm, 30-45 cm) for measurements of pH, N, P, K, Ca, and Mg. Tissue samples (litter and green leaves) were also collected and analyzed for N, P, K, Ca and Mg.

Positive effects on at least half of the parameters studied were detected under 15 species. Positive effects on more than five parameters were noted under *B. virgilioides*, *I. affinis*, *P. pterosperma* (N-fixing species); *A. psilophylla*, *C. echinata*, *Cassia* spp., *C. lus-cens*, *H. aurea* (leguminous, non-N-fixing); *B. macrophyllum*, *B. grandis*, *E. ovata*, *L. pisonis*, *L. hypoleuca* (of other families). The mixed plantation had similar soil pH, C, N, Mg, slightly higher P and lower K and Mg than the primary forest: thus, this system apparently represents an intermediate situation with respect to the pure stands.

INTRODUCCION

Cuatrocientos años atrás el bosque de la costa Atlántica de Brasil cubría una extensión de aproximadamente 100 millones de hectáreas. Hoy, éste ha sido reducido a

menos del 5% de su tamaño original (McNeely et al. 1990). En el sur de Bahía, donde se realizó este estudio, el bosque primario se corta principalmente para la agricultura. Después de la extracción de madera, el área se quema, y se siembra con cultivos de subsistencia o se utiliza para pastoreo de ganado. En pocos años, los resultados son señales visibles de erosión y escaso rendimiento de pastos y cultivos. Para disminuir la presión sobre el bosque natural restante es necesario aumentar la productividad de las áreas degradadas que proveen alimentos, madera y forraje.

Las plantaciones arbóreas son una alternativa plausible para la recuperación de tierras degradadas (Evans 1987, Gladstone y Ledig 1990, Montagnini 1990, 1992). La presencia de ciertas especies arbóreas en un sistema de producción puede resultar en el mejoramiento de la estructura de los suelos y en el aumento de los nutrientes disponibles en el suelo (Sánchez et al. 1985, Nair 1989, Young 1989, Montagnini y Sancho 1990). En la región sur de Bahía, estudios previos han demostrado el potencial de ciertas especies arbóreas para su incorporación en sistemas productivos. Por ejemplo, han sido reportadas mayores cantidades de Ca, Mg y K en suelos bajo plantaciones de *Cordia trichotoma* y *Caesalpinia echinata* (Silva 1983). En otro sitio, también en el sur de Bahía, se encontraron aumentos en el pH y en los cationes del suelo en una parcela de *Gmelina arborea* de 7 años, mientras que las otras especies estudiadas habían mejorado las condiciones generales del sitio a niveles variados (Silva 1988). En 1990, examinamos la influencia sobre los suelos de veinte especies arbóreas nativas en parcelas puras, en un arboretum en la Estación Biológica Pau Brasil en Porto Seguro, Bahía. Los objetivos eran la identificación de aquellas especies con influencia positiva sobre la fertilidad del suelo. El estudio también incluyó parcelas de bosque primario y secundario. Además, se evaluaron los mismos parámetros en una plantación arbórea mixta para obtener un patrón heterogéneo contrastante con las parcelas de especies puras.

EL SITIO EXPERIMENTAL

La Estación Biológica Pau Brasil (árbol

nacional de Brasil, *Caesalpinia echinata*) está localizada a 16 km de Porto Seguro, Bahía (16°23'S, 39°11'W). Las 1145 ha de la estación contienen un arboretum con aproximadamente 40 especies indígenas, otras siembras/plantaciones experimentales, y una reserva con áreas en bosques primarios y secundarios (da Vinha y Lobao 1989). El clima ha sido clasificado como Af en el sistema Köppen. La precipitación anual es de 1696 mm, no existe un período seco definido, y la temperatura diaria promedia 23 °C (con un máximo de 30 °C y un mínimo de 20 °C). La topografía es plana, y los suelos son Oxisoles (Haplorthoxs) originarios de sedimentos terciarios; son ácidos e infértiles (Cadima Zeballos et al. 1982, da Vinha et al. 1976, da Vinha y Lobao 1989).

Nuestro estudio se enfocó en 20 especies arbóreas nativas escogidas por su buen crecimiento y potencial económico (da Vinha y Pereira 1983, da Vinha et al. 1985) (Tabla 1). Todas las especies pueden ser encontradas en el bosque natural de la Estación. Los árboles estaban en parcelas puras de 36 individuos espaciados 2 m por 2 m, todos sobre los mismos suelos. Las plántulas fueron producidas en el vivero de la Estación de semillas colectadas en la reserva. Todas las parcelas eran parte del arboretum y fueron plantadas en 1974-75; por consiguiente todos los árboles tenían aproximadamente la misma edad, 14-15 años, al tiempo que este estudio se llevó a cabo. El muestreo se realizó en junio de 1990.

MÉTODOS

Se examinó la presencia de nódulos en las raíces superficiales (a 0-15 cm de profundidad) de las especies leguminosas de este estudio (Tabla 1). Por lo menos cinco árboles fueron examinados para cada especie. Los suelos se muestrearon bajo las veinte especies en el arboretum, una plantación arbórea mixta, un bosque secundario de 20 años, y el bosque nativo. Las muestras compuestas de suelos fueron colectadas debajo de 5 individuos (seleccionados al azar) de cada especie en el arboretum. En los otros tres sitios, las muestras fueron tomadas en sitios seleccionados al azar y a un (1) metro del tronco de un árbol. Para las características químicas generales del suelo, las muestras

se tomaron a 0-5, 0-15, 15-30 y 30-60 cm de profundidad. El pH, Ca, Mg, K, Al y P se midieron siguiendo procedimientos standard para suelos tropicales (Santana et al. 1977, Reference Methods for Soil Testing 1980, Anderson e Ingram 1989). La densidad aparente del suelo se midió a 2-6 cm de profundidad con un barreno adecuado a este fin. La hojarasca del suelo se recolectó en el área demarcada por un marco de plástico de 16 mm de diámetro. Las muestras se secaron a aproximadamente 60 °C hasta obtener un peso constante y fueron clasificadas en ramas, hojas enteras y fragmentos. Las muestras de hojas fueron colectadas del mismo árbol usando una podadora para cortar dos ramas completamente desarrolladas de lados opuestos del árbol. También se midió la altura total y el diámetro a la altura del pecho para cada árbol muestreado. Se analizó el N, P, Ca, Mg, K y Al en el material de tejidos (hojarasca y hojas) usando procedimientos similares a los de los suelos. Todos los análisis químicos se llevaron a cabo en los laboratorios de la Escuela Forestal y de Estudios de Medio Ambiente de la Universidad de Yale en Connecticut, EUA.

RESULTADOS Y DISCUSION

La presencia de nódulos en las raíces fue evidente en todos los árboles de las especies leguminosas mimosoideas y papilionoideas examinados; estos nódulos parecían activos por su color rojizo observado en el laboratorio. No se hallaron nódulos en las raíces de los árboles caesalpinoideos examinados; no ha sido reportada nodulación en estas especies (Allen y Allen 1981). A pesar de que los diámetros a la altura del pecho oscilaron entre un promedio de 9,3 cm en *Centrolobium robustum* y 24,1 cm en las parcelas de *Inga affinis*, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas (Tabla 2). El promedio total de altura abarcó desde 7,5 m hasta 14,2 m: los árboles más altos pertenecían a las parcelas de *Bombax macrophyllum*, *Cassia* spp. y *Parapiptadenia pterosperma* (Tabla 2).

Efectos sobre la fertilidad de los suelos

Los valores de los parámetros de suelo bajo las especies nativas y los bosques de este estudio (Figuras 1, 2 y 3; Tabla 3) estu-

Tabla 1. Especies estudiadas en monocultivo en parcelas dentro del arboretum de la Estación Ecológica Pau Brasil en Porto Seguro, Bahía.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Subfamilia
Especies leguminosas fijadoras de nitrógeno			
Sucupira	<i>Bowdichia virgilioides</i>	Leguminosa	Papilionoidea
Putumaju Castanho	<i>Centrolobium minus</i>	Leguminosa	Papilioinoidea
Putumaju Gigante	<i>Centrolobium robustum</i>	Leguminosa	Papilioinoidea
Inga Cipó	<i>Inga affinis</i>	Leguminosa	Mimosoidea
Viola	<i>Parapiptadenia pterosperma</i>	Leguminosa	Mimosoidea
Juerana Branca	<i>Pithecelobium elegans</i>	Leguminosa	Mimosoidea
Vinhático	<i>Plathymenia foliolosa</i>	Leguminosa	Mimosoidea
Especies leguminosas no-fijadoras de nitrógeno			
Arapati	<i>Arapatiella psilophylla</i>	Leguminosa	Caesalpinioidea
Pau Brasil	<i>Caesalpinia echinata</i>	Leguminosa	Caesalpinioidea
Faveira	<i>Cassia</i> sp.	Leguminosa	Caesalpinioidea
Pau Oleo	<i>Copaifera lucens</i>	Leguminosa	Caesalpinioidea
Angelim	<i>Dimorphandra jorgei</i>	Leguminosa	Caesalpinioidea
Jatobá	<i>Hymenaea aurea</i>	Leguminosa	Caesalpinioidea
Oleo Cumumbá	<i>Macrolobium latifolium</i>	Leguminosa	Caesalpinioidea
Otras familias			
Imbiruçu	<i>Bombax macrophyllum</i>	Bombacácea	
Pequi Doce	<i>Buchenavia grandis</i>	Combretácea	
Biriba	<i>Escheweilera ovata</i>	Lecythidácea	
Sapucaia	<i>Lecythis pisonis</i>	Lecythidácea	
Oiti	<i>Licania hypoleuca</i>	Chrysobalanácea	
Buranhém	<i>Pradosia lactescens</i>	Sapotácea	

Tabla 2. Diámetros a la altura del pecho y alturas de los árboles en el arboretum y en la plantación de especies mixtas.

Especies	Diámetro a la altura del pecho (cm)	Altura (m)
Especies leguminosas fijadoras de N		
<i>Bowdichia virgilioides</i>	11,4 ^a	9,4 ^{def}
<i>Centrolobium minus</i>	14,5 ^a	10,3 ^{bcd}
<i>Centrolobium robustum</i>	9,3 ^a	7,9 ^{def}
<i>Inga affinis</i>	24,1 ^a	9,5 ^{cdef}
<i>Parapiptadenia pterosperma</i>	16,6 ^a	12,4 ^{abc}
<i>Pithecelobium elegans</i>	10,4 ^a	7,7 ^{de}
<i>Plathymenia foliolosa</i>	15,8 ^a	7,3 ^{ef}
Especies leguminosas no-fijadoras de N		
<i>Arapatiella psilophylla</i>	11,1 ^a	7,5 ^{ef}
<i>Caesalpinia echinata</i>	9,7 ^a	8,0 ^{def}
<i>Cassia</i> spp.	21,4 ^a	13,2 ^{ab}
<i>Copaifera lucens</i>	10,6 ^a	7,7 ^{ef}
<i>Dimorphandra jorgei</i>	14,0 ^a	8,8 ^{def}
<i>Hymenae aurea</i>	10,8 ^a	8,5 ^{def}
<i>Macrolobium latifolium</i>	14,3 ^a	9,7 ^{cdef}
Otras familias		
<i>Bombax macrophyllum</i>	22,8 ^a	14,2 ^a
<i>Buchenavia grandis</i>	12,3 ^a	8,6 ^{def}
<i>Eschweilera ovata</i>	11,1 ^a	9,4 ^{def}
<i>Lecythis pisonis</i>	12,9 ^a	7,5 ^{ef}
<i>Licania hypoleuca</i>	9,5 ^a	7,9 ^{ef}
<i>Pradosia lactescens</i>	10,9 ^a	8,1 ^{def}
Plantación mixta	11,8 ^a	10,9 ^{bcd}

Nota: En ésta y en las siguientes tablas, las diferencias entre promedios para un parámetro dado son estadísticamente significativas cuando éstos son seguidos por letras distintas.

vieron dentro del mismo ámbito de los reportados por Leao y Melo (199?) y Cadima et al. (1982) para la Estación. En nuestro estudio, el pH, C, N, P, Ca y Mg del suelo fueron mayores bajo bosque secundario que bajo bosque primario (Tabla 3). Silva (1990a) también encontró un mayor valor para el pH del suelo y el Ca y el Mg intercambiable en bosque secundario de 20 años que en bosque primario en Barrolandia, Bahía, cerca de Porto Seguro. Aparentemente, la incorporación de la biomasa y los nutrientes al suelo después del corte del

bosque mejoró las condiciones del suelo. Resultados de estudios previos de la región sobre los efectos del corte y quema del bosque sobre la fertilidad del suelo incluyen: Silva (1981), quien halló aumentos significativos en el pH del suelo, en las bases intercambiables, el P y el K después del corte y quema de bosques experimentales en Barrolandia; y Cadima et al. (1982) quien reportó efectos similares en la Estación Pau Brasil.

Los efectos positivos más sobresalientes de las 20 especies arbóreas del arboretrum sobre las propiedades del suelo, en relación

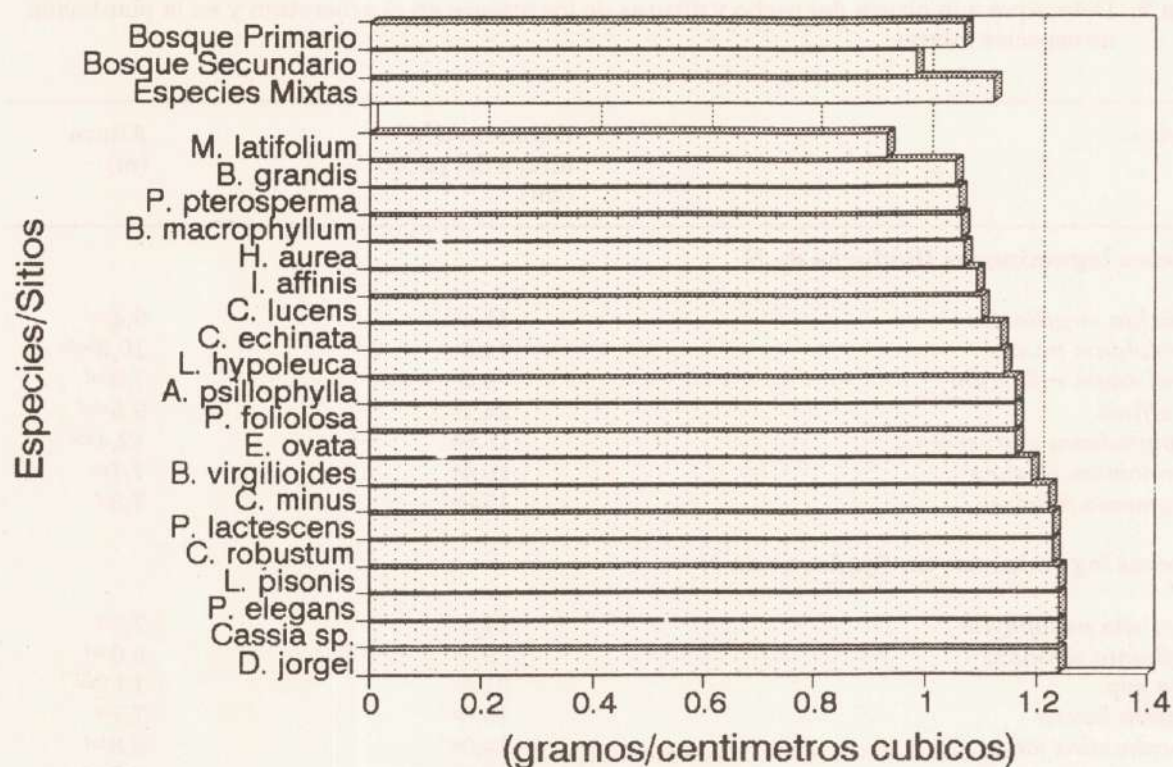


Figura 1. Densidad aparente del suelo bajo las veinte especies arbóreas en el arboretum, el bosque secundario, el bosque primario y la plantación de especies mixtas en la Estación Ecológica Pau Brasil.

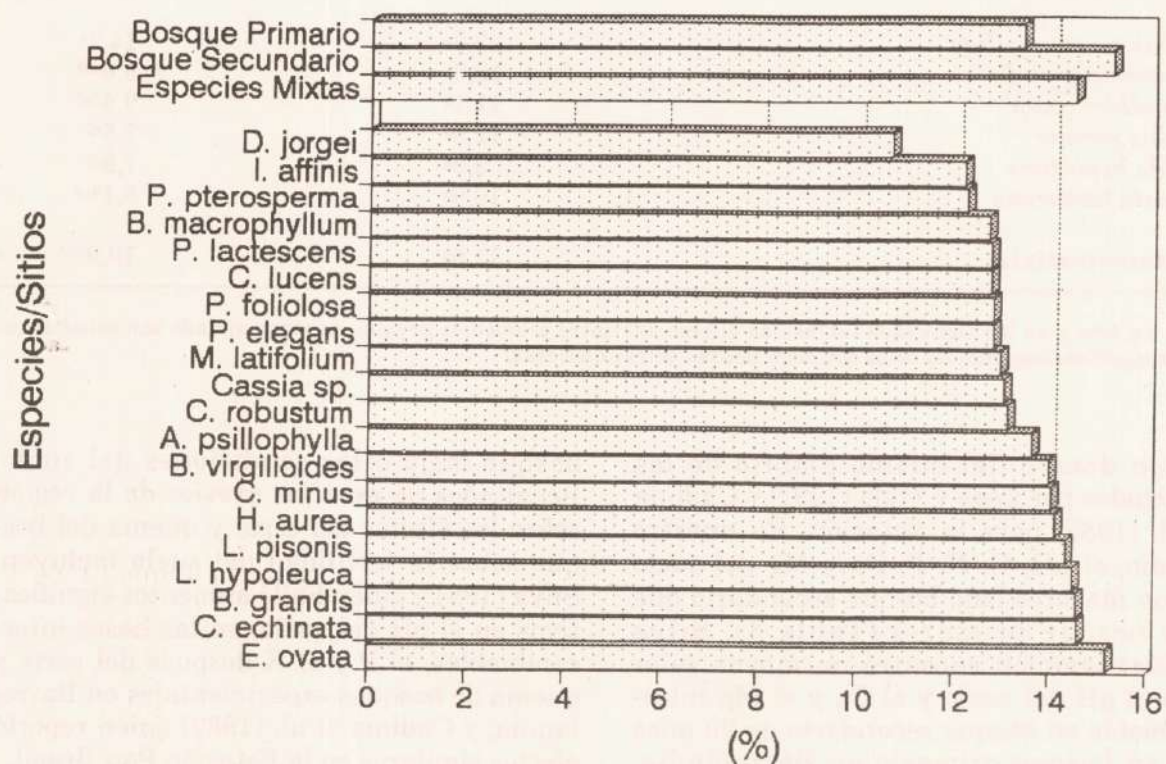


Figura 2. Contenido de agua en el suelo bajo veinte especies arbóreas en el arboretum, el bosque secundario, el bosque primario y la plantación de especies mixtas en la Estación Ecológica Pau Brasil.

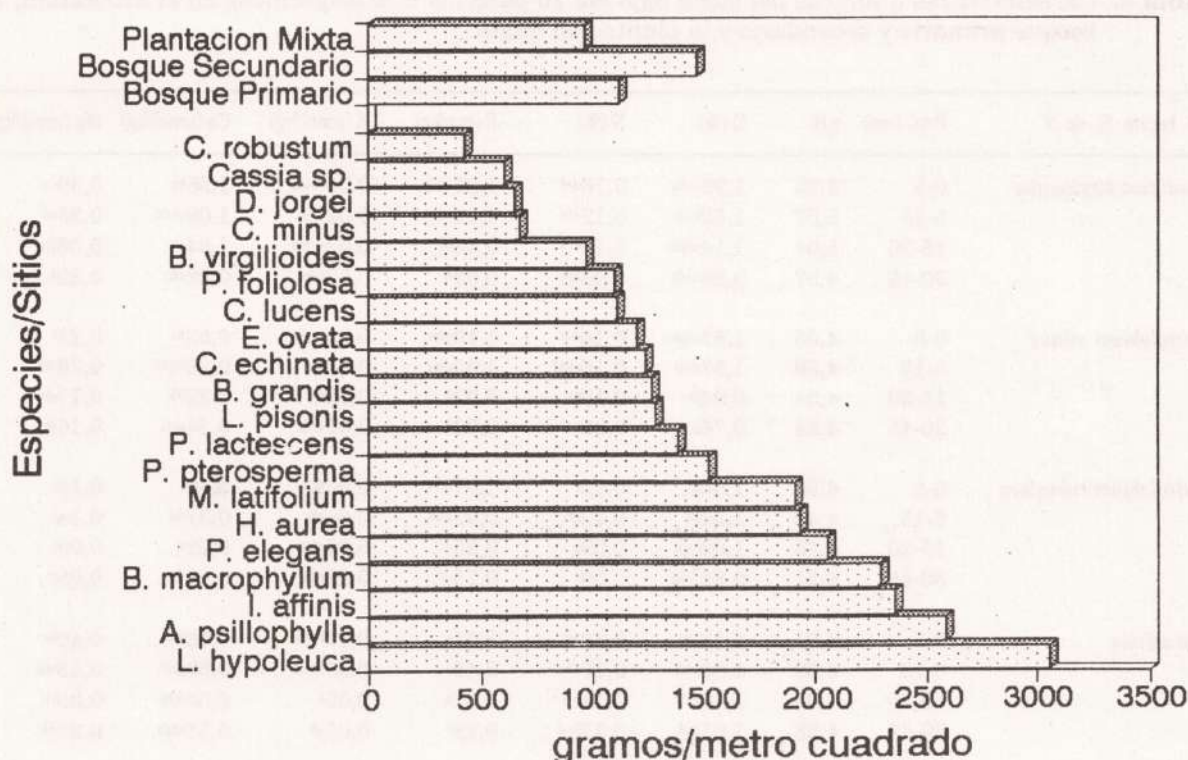


Figura 3. Hojarasca total sobre el suelo del bosque (hojas enteras, ramas y fragmentos) bajo las veinte especies arbóreas en el arboretum, el bosque secundario, el bosque primario y la plantación de especies mixtas en la Estación Ecológica Pau Brasil.

al bosque primario, están resumidas en la tabla 4. Se detectaron efectos positivos al menos en la mitad de los parámetros estudiados bajo 15 especies arbóreas. Efectos positivos en más de 5 parámetros fueron observados bajo *B. virgilioides*, *I. affinis*, *P. pterosperma* (especies fijadoras de N); *A. psillophylla*, *C. echinata*, *Cassia* spp., *C. lucens*, *H. aurea* (especies leguminosas, no fijadoras de N); *B. macrophyllum*, *B. grandis*, *E. ovata*, *L. pisonis*, *L. hypoleuca* (de otras familias). Los resultados confirman hallazgos previos relacionados a los efectos positivos en suelos bajo *C. echinata* (Silva 1983); no se encontraron antecedentes de las otras especies. Con la excepción de *Cassia* spp. y *P. pterosperma*, las especies de mayor efecto positivo en los suelos eran de tamaño mediano o pequeño. Esto puede estar relacionado a la forma de la copa: los árboles pequeños pueden tener ramificaciones extensas con más hojas y ramas pequeñas, es decir, una proporción mayor de biomasa potencialmente reciclable, en comparación con árboles más altos de tron-

cos más derechos y menos ramificaciones. El suelo en la plantación mixta exhibió valores similares de pH, C, N, Mg, una concentración levemente mayor de P y menor de K y Mg que el suelo del bosque primario. Aparentemente, este sistema representa una situación intermedia con respecto a las parcelas puras. Esta plantación mixta también contenía algunas especies exóticas como *Pinus* spp. y *Eucalyptus* spp., cuya presencia puede haber creado una situación diferente respecto a las especies nativas.

Mecanismos de reciclaje de nutrientes

Todas las especies fijadoras de N tenían una concentración de N foliar > 2%, cantidad comparable a otras especies arbóreas tropicales fijadoras de N (Young 1989, Montagnini y Sancho 1992) (Tabla 5). Dos especies no fijadoras de N tuvieron valores > 2%: *D. jorgei* y *H. aurea*; es posible que estas especies también fijen N aunque no fue observada nodulación en estos árboles. Los otros nutrientes estudiados en las hojas estuvieron dentro del ámbito de valores

Tabla 3. Características químicas del suelo bajo las 20 parcelas monoespecíficas en el arboretum, el bosque primario y secundario y la plantación mixta

Esp. legum. fij. de N	Prof. (cm)	pH	C (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (μmol/kg)	Ca (μmol/kg)	Mg (μmol/kg)
<i>Bowdichia virgilioides</i>	0-5	4,98	1,98 ^{defg}	0,16 ^{def}	1,32 ^{defg}	0,06 ^{cdefg}	1,35 ^{bc}	0,39 ^{de}
	5-15	5,07	1,52 ^{hijk}	0,17 ^{abc}	1,14 ^{efgh}	0,06 ^{bcd}	1,08 ^{abcd}	0,35 ^{cd}
	15-30	5,04	1,14 ^{efghi}	0,12 ^{bcd}	0,43 ^{def}	0,03 ^{cdefg}	1,04 ^{ab}	0,36 ^{bc}
	30-45	4,97	0,89 ^{defg}	0,09 ^{fghi}	0,03 ^d	0,02 ^{cdef}	0,92 ^{ab}	0,32 ^b
<i>Centrolobium minus</i>	0-5	4,65	1,87 ^{efghi}	0,16 ^{def}	1,19 ^{efgh}	0,05 ^{defghij}	0,53 ^{hi}	0,21 ⁱ
	5-15	4,59	1,57 ^{ghij}	0,15 ^{cdef}	1,00 ^{ghij}	0,04 ^{efg}	0,35 ^{hijkl}	0,16 ^{efg}
	15-30	4,54	0,94 ^{jk}	0,10 ^{fg}	0,07 ⁱ	0,02 ^{gh}	0,32 ^{ijk}	0,17 ^{ghik}
	30-45	4,54	0,76 ^g	0,09 ⁱ	0,00 ^d	0,02 ^{cdefg}	0,34 ^{ghij}	0,16 ^{fg}
<i>Centrolobium robustum</i>	0-5	4,55	1,65 ^{ij}	0,13 ^f	1,07 ^{fghi}	0,05 ^{fghij}	0,40 ⁱ	0,16 ⁱ
	5-15	4,49	1,39 ^{kl}	0,13 ^{gh}	0,92 ^{hijk}	0,04 ^{efg}	0,31 ^{jkl}	0,14 ^j
	15-30	4,45	1,02 ^{hijk}	0,09 ^g	0,35 ^{ef}	0,03 ^{efgh}	0,22 ^k	0,09 ⁱ
	30-45	4,51	0,89 ^{defg}	0,08 ^j	0,13 ^{cd}	0,02 ^{cdef}	0,24 ^{ijk}	0,08 ⁱ
<i>Inga affinis</i>	0-5	4,91	2,10 ^{cde}	0,18 ^{cd}	3,64 ^a	0,07 ^{bcde}	0,76 ^{gh}	0,49 ^{bc}
	5-15	4,89	1,85 ^{bcd}	0,17 ^{abc}	3,48 ^a	0,06 ^{abcd}	0,59 ^{ghi}	0,43 ^{efg}
	15-30	4,90	1,46 ^a	0,14 ^{ab}	1,41 ^b	0,05 ^a	0,54 ^{fghi}	0,33 ^{bc}
	30-45	4,88	1,01 ^{bcd}	0,12 ^{bcd}	0,29 ^c	0,03 ^{ab}	0,51 ^{efgh}	0,25 ^{cd}
<i>Parapiptadenia pterosperma</i>	0-5	4,97	2,38 ^{ab}	0,20 ^{bc}	0,78 ^{ijk}	0,08 ^b	1,40 ^{bc}	0,60 ^a
	5-15	4,92	1,76 ^{cdef}	0,18 ^a	0,63 ^{ijkl}	0,06 ^{bcd}	1,01 ^{bcde}	0,49 ^a
	15-30	4,91	1,29 ^{bcde}	0,14 ^{ab}	0,12 ^{ghij}	0,03 ^{cdefg}	0,81 ^{cd}	0,42 ^a
	30-45	4,86	1,09 ^b	0,11 ^{def}	0,00 ^d	0,02 ^{bcd}	0,79 ^{bc}	0,39 ^a
<i>Pithecelobium elegans</i>	0-5	4,84	1,67 ^{hij}	0,15 ^{ef}	0,59 ^{kl}	0,05 ^{efghij}	0,79 ^{gh}	0,49 ^{de}
	5-15	4,86	1,48 ^{ijkl}	0,13 ^{gh}	1,41 ^{def}	0,04 ^{fgh}	0,73 ^{fg}	0,28 ^{bc}
	15-30	4,73	1,10 ^{fghij}	0,12 ^{bcd}	1m98 ^a	0,02 ^{gh}	0,56 ^{efgh}	0,17 ^{ghij}
	30-45	4,69	0,79 ^{fg}	0,11 ^{defg}	0,93 ^a	0,02 ^{cdefg}	0,44 ^{fghi}	0,12 ^{ghi}
<i>Plathymenia foliolosa</i>	0-5	4,68	2,08 ^{cde}	0,18 ^{bcd}	0,13 ^m	0,05 ^{efghij}	1,05 ^{cdefg}	0,42 ^{cd}
	5-15	4,81	2,17 ^a	0,17 ^{ab}	0,10 ^m	0,05 ^{def}	1,19 ^{ab}	0,40 ^{hi}
	15-30	4,84	1,35 ^{abc}	0,12 ^{cde}	0,01 ^j	0,03 ^{efgh}	0,95 ^{abc}	0,32 ^c
	30-45	4,66	1,08 ^{bc}	0,11 ^{def}	0,00 ^d	0,02 ^{bcd}	0,67 ^{cd}	0,24 ^{cde}
<i>Arapatiella psilophylla</i>	0-5	4,68	1,94 ^{defg}	0,18 ^{bcd}	1,45 ^{de}	0,06 ^{bcddef}	0,38 ⁱ	0,37 ^{de}
	5-15	4,67	1,76 ^{cdef}	0,17 ^{abc}	1,31 ^{efg}	0,05 ^{def}	0,35 ^{ijkl}	0,30 ^b
	15-30	4,70	1,18 ^{defgh}	0,12 ^{cde}	0,63 ^d	0,03 ^{efgh}	0,36 ^{ghijk}	0,23 ^{def}
	30-45	4,71	1,00 ^{bcd}	0,11 ^{def}	0,14 ^{cd}	0,02 ^{cdefg}	0,39 ^{fghij}	0,16 ^{fg}
<i>Caesalpinia echinata</i>	0-5	5,08	2,41 ^a	0,17 ^{cdef}	1,54 ^{de}	0,72 ^{bed}	1,17 ^{bcde}	0,39 ^{de}
	5-15	5,08	1,97 ^b	0,18 ^a	2,04 ^b	0,07 ^a	0,77 ^{efg}	0,43 ^{ab}
	15-30	5,05	1,36 ^{abc}	0,15 ^a	1,16 ^c	0,04 ^{ab}	0,42 ^{ghij}	0,39 ^{ab}
	30-45	5,16	1,89 ^a	0,16 ^a	0,56 ^b	0,04 ^a	0,56 ^{de}	0,29 ^{bc}
<i>Cassia</i> sp.	0-5	4,73	1,94 ^{defg}	0,16 ^{def}	1,40 ^{def}	0,07 ^{bcde}	0,56 ^{hi}	0,34 ^{de}
	5-15	4,74	1,79 ^{bcd}	0,16 ^{bcd}	1,12 ^{fghi}	0,06 ^{abcd}	0,47 ^{hijk}	0,28 ^{ij}
	15-30	4,69	1,23 ^{cdef}	0,13 ^{bcd}	0,34 ^{fg}	0,03 ^{cdef}	0,41 ^{ghij}	0,20 ^{efgh}
	30-45	4,66	0,90 ^{cdefg}	0,10 ^{efgh}	0,09 ^d	0,02 ^{bcd}	0,39 ^{fghij}	0,15 ^{gh}

Nota: En ésta y en las siguientes tablas, las diferencias entre promedios para un parámetro dado y para la profundidad son estadísticamente significativas cuando los valores son seguidos por letras distintas.

Tabla 3. Continuación

Esp. legum. fij. de N	Prof. (cm)	pH	C (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (μmol/kg)	Ca (μmol/kg)	Mg (μmol/kg)
<i>Copaifera lucens</i>	0-5	5,03	2,02 ^{cdef}	0,17 ^{cdef}	0,63 ^{ijkl}	0,06 ^{cdefgh}	1,15 ^{bcd}	0,34 ^{de}
	5-15	5,03	1,88 ^{bc}	0,14 ^{efg}	0,38 ^{lm}	0,04 ^{efg}	0,94 ^{cdef}	0,27 ^{efg}
	15-30	5,09	0,89 ^k	0,06 ^h	0,00 ⁱ	0,02 ^{gh}	1,06 ^a	0,26 ^d
	30-45	4,92	0,80 ^{fg}	0,05 ⁱ	0,00 ^d	0,01 ^{fg}	1,01 ^{aa}	0,23 ^{de}
<i>Dimorphandra jorgei</i>	0-5	4,98	1,97 ^{defg}	0,19 ^{bc}	0,97 ^{ghij}	0,03 ^j	0,98 ^{defg}	0,32 ^{efgh}
	5-15	5,02	1,74 ^{cdefg}	0,16 ^{bcd}	0,74 ^{ijkl}	0,03 ^h	0,92 ^{def}	0,26 ^{ij}
	15-30	4,97	1,15 ^{efghi}	0,13 ^{bc}	0,10 ^{hij}	0,02 ^h	0,75 ^{cdef}	0,20 ^{efgh}
	30-45	4,86	0,84 ^{defg}	0,11 ^{cde}	0,00 ^d	0,01 ^g	0,54 ^{def}	0,15 ^{gh}
<i>Hymenaea aurea</i>	0-5	4,44	2,00 ^{defg}	0,16 ^{def}	2,03 ^c	0,06 ^{cdefgh}	0,26 ⁱ	0,24 ^{hi}
	5-15	4,40	1,60 ^{fghi}	0,15 ^{cdef}	1,28 ^{efgh}	0,05 ^{def}	0,17 ⁱ	0,15 ^{efgh}
	15-30	4,11	1,15 ^{efghi}	0,12 ^{cde}	0,56 ^d	0,04 ^{bcd}	0,13 ^k	0,12 ^{ijkl}
	30-45	4,40	0,89 ^{defg}	0,13 ^b	0,00 ^d	0,02 ^{bcd}	0,11 ^k	0,10 ^{fgh}
<i>Macrolobium latifolium</i>	0-5	4,76	1,90 ^{efgh}	0,16 ^{def}	0,67 ^{jk}	0,04 ^{hij}	0,36 ⁱ	0,25 ^{fghi}
	5-15	4,73	1,59 ^{fghij}	0,15 ^{cdef}	0,59 ^{kl}	0,03 ^h	0,28 ^{kl}	0,15 ^{efg}
	15-30	4,70	1,34 ^{abcd}	0,12 ^{cd}	0,23 ^{fghi}	0,02 ^h	0,30 ^{ijk}	0,11 ^{kl}
	30-45	4,62	0,97 ^{bcd}	0,11 ^{defg}	0,06 ^d	0,02 ^{cdefg}	0,24 ^{ijk}	0,09 ⁱ
<i>Bombax macrophyllum</i>	0-5	4,81	1,78 ^{ghij}	0,13 ^f	1,42 ^{de}	0,06 ^{cdefghi}	0,84 ^{efgh}	0,33 ^{ef}
	5-15	4,69	1,68 ^{defgh}	0,13 ^{gh}	1,24 ^{efgh}	0,06 ^{abc}	0,57 ^{ghi}	0,24 ^{gh}
	15-30	4,58	1,41 ^{ab}	0,09 ^g	0,59 ^d	0,04 ^{abcd}	0,34 ^{hijk}	0,13 ^{ijkl}
	30-45	4,55	1,09 ^b	0,08 ⁱ	0,05 ^d	0,03 ^{bc}	0,34 ^{ghij}	0,10 ^{hi}
<i>Buchenavia grandis</i>	0-5	4,60	2,06 ^{cdef}	0,14 ^b	2,09 ^c	0,06 ^{bcd}	0,80 ^{fgh}	0,33 ^{ef}
	5-15	4,54	1,90 ^{bc}	0,15 ^{defg}	1,89 ^{bc}	0,05 ^{de}	0,42 ^{hijkl}	0,25 ^{fgh}
	15-30	4,46	1,18 ^{defgh}	0,12 ^{cdef}	1,01 ^c	0,03 ^{efgh}	0,22 ^k	0,18 ^{fghi}
	30-45	4,46	0,89 ^{defg}	0,09 ^{hi}	0,12 ^{cd}	0,02 ^{bcd}	0,21 ^k	0,16 ^{fg}
<i>Eschweilera ovata</i>	0-5	5,32	1,82 ^{fghij}	0,31 ^a	0,58 ^{kl}	0,11 ^a	1,38 ^{bc}	0,53 ^{ab}
	5-15	5,16	1,65 ^{efghi}	0,15 ^{cdef}	0,42 ^{lm}	0,06 ^{ab}	1,18 ^{abc}	0,39 ^{bc}
	15-30	4,99	1,18 ^{defg}	0,09 ^g	0,10 ^{hij}	0,04 ^{abcd}	0,81 ^{bc}	0,22 ^{defg}
	30-45	4,60	0,79 ^{fg}	0,09 ^{ghi}	0,00 ^d	0,02 ^{cdef}	0,37 ^{fghij}	0,09 ⁱ
<i>Lecythis pisonis</i>	0-5	5,27	1,99 ^{defg}	0,18 ^{bcd}	0,23 ^{lm}	0,04 ^{ghij}	1,46 ^b	0,32 ^{efgh}
	5-15	5,25	1,61 ^{efghi}	0,17 ^{ab}	0,08 ^m	0,03 ^{gh}	1,31 ^a	0,29 ^{defg}
	15-30	5,87	1,00 ^{ijk}	0,13 ^{bcd}	0,00 ⁱ	0,02 ^h	1,12 ^a	0,25 ^{de}
	30-45	4,92	0,84 ^{defg}	0,12 ^{bc}	0,00 ^d	0,01 ^{fg}	0,79 ^{abc}	0,20 ^{ef}
<i>Licania hypoleuca</i>	0-5	5,02	1,63 ^j	0,14 ^f	1,61 ^d	0,07 ^{bcd}	1,31 ^{bcd}	0,35 ^{de}
	5-15	4,96	1,33 ^j	0,12 ^h	1,34 ^{defg}	0,05 ^{cde}	1,08 ^{abcd}	0,27 ^{def}
	15-30	4,92	0,93 ^k	0,09 ^g	0,32 ^{fgh}	0,02 ^{fgh}	0,78 ^{cde}	0,24 ^{de}
	30-45	4,85	0,82 ^{efg}	0,09 ⁱ	0,04 ^d	0,01 ^{efg}	0,70 ^{bcd}	0,24 ^{cde}
<i>Pradosia lactescens</i>	0-5	4,91	2,15 ^{bcd}	0,18 ^{bcd}	0,81 ^{ijk}	0,05 ^{fghij}	0,84 ^{efgh}	0,24 ^{ghi}
	5-15	4,83	1,76 ^{cdef}	0,11 ^{efg}	0,51 ^l	0,04 ^{fgh}	0,60 ^{gh}	0,17 ^{ij}
	15-30	4,73	1,23 ^{cdef}	0,10 ^{efg}	0,02 ^{ij}	0,03 ^{efgh}	0,58 ^{defg}	0,14 ^{ijkl}
	30-45	4,67	0,91 ^{cdefg}	0,10 ^{efgh}	0,00 ^d	0,01 ^{defg}	0,45 ^{fghi}	0,12 ^{ghi}

Tabla 3. Continuación

Esp. legum. fij. de N	Prof. (cm)	pH	C (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (μmol/kg)	Ca (μmol/kg)	Mg (μmol/kg)
Bosque primario	0-5	4,69 ^{cde}	1,99 ^{defg}	0,15 ^{ef}	0,96 ^{hij}	0,08 ^{bc}	1,23 ^{bcd}	0,36 ^{de}
	5-15	4,67 ^{def}	1,42 ^{kl}	0,12 ^h	0,43 ^{lm}	9,95 ^{bed}	0,54 ^{ghij}	0,21 ^{de}
	15-30	4,72 ^{bcd}	1,02 ^{hijk}	0,10 ^{fg}	0,06 ^ü	0,05 ^{ab}	0,34 ^{hijk}	0,12 ^{kl}
	30-45	4,66 ^e	0,77 ^s	0,09 ^{hi}	0,00 ^d	0,03 ^{ab}	0,25 ^ü	0,10 ^{hi}
Bosque secundario	0-5	5,15 ^{ijkl}	2,25 ^{abc}	0,22 ^b	2,46 ^b	0,07 ^{bede}	2,20 ^a	0,62 ^a
	5-15	5,04 ^{lmno}	1,68 ^{defgh}	0,16 ^{abcd}	1,71 ^{bed}	0,05 ^{cde}	0,93 ^{def}	0,32 ^{de}
	15-30	4,82 ^{defg}	1,03 ^{ghijk}	0,11 ^{def}	0,60 ^d	0,03 ^{defgh}	0,52 ^{ghij}	0,21 ^{defg}
	30-45	4,62 ^{de}	0,78 ^s	0,11 ^{def}	0,03 ^d	0,02 ^{cdef}	0,32 ^{hijk}	0,20 ^{ef}
Plantación mixta	0-5	4,67 ^{cde}	1,74 ^{hij}	0,16 ^{def}	1,97 ^c	0,04 ^ü	0,59 ^{hi}	0,33 ^{efg}
	5-15	4,62 ^{de}	1,69 ^{defgh}	0,17 ^{ab}	1,52 ^{cde}	0,03 ^{gh}	0,40 ^{hijkl}	0,25 ^{fgh}
	15-30	4,64 ^{bcd}	0,97 ^{jk}	0,13 ^{bc}	0,34 ^f	0,02 ^h	0,28 ^k	0,15 ^{hijk}
	30-45	4,60 ^{de}	0,79 ^{fg}	0,11 ^{def}	0,00 ^d	0,01 ^{fg}	0,25 ^ü	0,11 ^{ghi}

Tabla 4. Clasificación de las veinte especies arbóreas del arboretum de acuerdo a la influencia de las mismas sobre los parámetros del suelo en referencia al bosque primario.

Especies	Efectos sobre los parámetros del suelo									
	DA	H ₂ O	H	pH	C	N	P	Ca	Mg	K
Especies fijadoras de N										
<i>Bowdichia virgilioides</i>	0	+	0	++	+	+	+	+	+	+
<i>Centrolobium minus</i>	0	+	0	+	0	+	+	0	0	0
<i>Centrolobium robustum</i>	0	+	0	+	0	0	+	0	0	0
<i>Inga affinis</i>	0	0	++	++	++	++	++	0	++	+
<i>Parapiptadenia pterosperma</i>	+	0	++	++	++	++	0	+	++	+
<i>Pithecellobium elegans</i>	0	0	++	+	+	0	0	0	+	0
<i>Plathymenia foliolosa</i>	0	0	0	+	++	++	0	0	+	0
Especies No-Fijadoras de N										
<i>Arapatiella psilophylla</i>	0	+	++	+	+	++	++	0	+	+
<i>Caesalpinia echinata</i>	0	++	+	++	++	+++++	+	+		
<i>Cassia</i> sp.	0	+	0	+	+	+	++	0	+	+
<i>Copaifera lucens</i>	0	0	0	++	+	+	0	+	+	+
<i>Dimorphandra jorgei</i>	0	0	0	++	+	++	+	0	+	0
<i>Hymenaea aurea</i>	+	+	++	0	+	+	++	0	0	+
<i>Macrolobium latifolium</i>	++	0	++	+	+	+	0	0	0	0
Otras familias										
<i>Bombax macrophyllum</i>	+	0	++	+	0	0	++	0	+	+
<i>Buchenavia grandis</i>	+	++	+	0	+	0	++	0	+	+
<i>Eschweilera ovata</i>	0	++	+	++	0	++	0	+	++	++
<i>Lecythis pisonis</i>	0	++	+	++	+	++	0	+	+	0
<i>Licania hypoleuca</i>	0	++	++	++	0	0	++	+	+	+
<i>Pradosia lactescens</i>	0	0	++	+	+	++	+	0	0	0

Nota: DA = densidad aparente del suelo, H = acumulación de hojarasca sobre el suelo del bosque; H₂O = humedad del suelo; 0 = menos que en el bosque; + = similar al bosque; ++ = mayor que en el bosque.

reportados para otros árboles tropicales (Young 1989, Montagnini y Sancho 1992) (Tabla 5), con diferencias entre especies. Algunas especies presentaron altas concentraciones de ciertos nutrientes en el follaje: por ejemplo, *P. pterosperma* tenía altos niveles foliares de N y Ca, *C. robustum* de P y K, *D. jorgei* de N y P, *B. macrophyllum* y *L. hypoleuca* de K y Mg, y *B. grandis* de N, P y Ca; sin embargo, no se observó una combinación particular de nutrientes que estuviese constantemente presente en niveles altos en ninguno de los grupos de especies.

De acuerdo con sus efectos positivos sobre el N del suelo, *I. affinis* y *P. pterosperma* presentaron altas concentraciones de N foliar. Sin embargo, el contenido de nutrientes en las hojas de las especies no siempre fue un buen indicador de sus efectos en los suelos. Por ejemplo, no se notaron efectos beneficiosos en los suelos bajo *C. robustum* o *C. minus*, a pesar de que estas dos especies tenían altos niveles de P y cationes en sus hojas y en la hojarasca del suelo boscoso (Tablas 5 y 6). La interpretación de estos resultados es limitada porque

Tabla 5. Porcentaje de N, P, K, Ca y Mg en hojas externas de la hojarasca del suelo del bosque para las veinte especies arbóreas del arboretum, el bosque primario y secundario, y la plantación de especies mixtas.

Especies/sitios	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio
Especies leguminosas fijadoras del nitrógeno					
<i>Bowdichia virgilioides</i>	1,84 ^{ab}	0,01 ^h	0,08 ^{ghijkl}	1,06 ^j	0,13 ^{ik}
<i>Centrolobium minus</i>	1,89 ^a	0,04 ^a	0,41 ^a	1,20 ^{hij}	0,21 ^{cd}
<i>Centrolobium robustum</i>	1,51 ^{efgh}	0,04 ^a	0,08 ^{ghijklm}	1,31 ^{fgh}	0,19 ^{de}
<i>Inga affinis</i>	1,86 ^{ab}	0,04 ^{ab}	0,11 ^{defi}	1,58 ^c	0,15 ^{ghi}
<i>Parapiptadenia pterosperma</i>	1,65 ^{cdef}	0,03 ^{bc}	0,05 ^{mn}	1,23 ^{ghi}	0,17 ^{efg}
<i>Pithecelobium elegans</i>	1,54 ^{defg}	0,02 ^d	0,04 ^{mn}	0,45 ⁿ	0,10 ^{ijkl}
<i>Plathymenia foliolosa</i>	1,81 ^{abc}	0,03 ^{bc}	0,04 ⁿ	0,41 ⁿ	0,02 ^m
Especies leguminosas no-fijadoras de nitrógeno					
<i>Arapatiella psilophylla</i>	1,18 ^{ilm}	0,02 ^{de}	0,08 ^{ghijkl}	0,85 ^{lm}	0,10 ^l
<i>Caesalpinia echinata</i>	1,49 ^{gh}	0,03 ^{bc}	0,07 ^{hijklm}	2,05 ^a	0,10 ^{ijkl}
<i>Cassia</i> sp.	1,10 ^{lmno}	0,02 ^{defg}	0,06 ^{ijklm}	0,74 ^{lm}	0,10 ^{kl}
<i>Copaifera lucens</i>	1,37 ^{hil}	0,04 ^a	0,20 ^b	1,16 ^{hij}	0,17 ^{efg}
<i>Dimorphandra jorgei</i>	1,69 ^{bcde}	0,01 ^{gh}	0,05 ^{mno}	0,68 ^m	0,16 ^{kl}
<i>Hymenaea aurea</i>	1,35 ^{hil}	0,04 ^a	0,12 ^{de}	0,87 ^l	0,17 ^{efg}
<i>Macrolobium latifolium</i>	1,04 ^{mn}	0,02 ^{fg}	0,05 ^{mno}	1,21 ^{ghij}	0,27 ^b
Otras familias					
<i>Bombax macrophyllum</i>	1,15 ^{ilm}	0,02 ^{efg}	0,02 ^{efg}	2,08 ^a	0,47 ^a
<i>Buchenavia grandis</i>	1,50 ^{fgh}	0,04 ^{ab}	0,10 ^{defgi}	1,77 ^b	0,18 ^e
<i>Escheilera ovata</i>	0,97 ^{no}	0,02 ^{efg}	0,12 ^{de}	1,09 ^{ij}	0,26 ^b
<i>Lecythis pisonis</i>	1,23 ^{ijl}	0,04 ^{ab}	0,09 ^{fghij}	1,31 ^{efg}	0,16 ^{efg}
<i>Licania hypoleuca</i>	0,82 ^{op}	0,02 ^d	0,15 ^c	1,36 ^{defg}	0,16 ^{fgh}
<i>Pradosia lactescens</i>	0,71 ^p	0,02 ^{def}	0,11 ^{defgi}	0,81 ^{lm}	0,14 ^{hi}
Sitios de control					
Bosque primario	1,71 ^{bce}	0,02 ^d	0,09 ^{efghi}	1,49 ^{cdf}	0,18 ^{ef}
Bosque secundario	1,78 ^{abc}	0,03 ^c	0,13 ^{cd}	1,53 ^c	0,23 ^c
Plantación mixta	1,15 ^{ilm}	0,02 ^{def}	0,06 ^{ijklmn}	0,82 ^{lm}	0,17 ^{efg}

Tabla 6. Concentraciones de N, P, K, Ca, Mg y Al en hojas vivas de las veinte especies del arboretum.

Especies/sitios	Nitrógeno (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)	Calcio (%)	Magnesio (%)	Aluminio (ppm)
Especies leguminosas fijadoras de nitrógeno						
<i>Bowdichia virgilioides</i>	2,18 ^b	0,07 ^{cdefgh}	0,62 ^{def}	0,72 ^{efg}	0,16 ^g	100 ^{fg}
<i>Centrolobium minus</i>	2,05 ^{bc}	0,10 ^b	0,90 ^{bcd}	1,08 ^d	0,30 ^{bc}	100 ^{fg}
<i>Centrolobium robustum</i>	2,16 ^b	0,14 ^a	1,46 ^a	0,50 ^{ghi}	0,24 ^{cdef}	40 ^g
<i>Inga affinis</i>	2,61 ^a	0,12 ^a	0,67 ^{def}	1,11 ^{cd}	0,19 ^{efg}	280 ^b
<i>Parapiptadenia pterosperma</i>	2,46 ^a	0,05 ^h	0,58 ^{efgh}	1,67 ^a	0,35 ^b	120 ^{ef}
<i>Pithecelobium elegans</i>	1,76 ^e	0,05 ^{gh}	0,32 ^h	0,48 ^{ghi}	0,18 ^{fg}	180 ^{de}
<i>Plathymenia foliosa</i>	2,17 ^b	0,07 ^{bcddefgh}	0,64 ^{def}	0,24 ⁱ	0,14 ^g	80 ^{fg}
Especies leguminosas no-fijadoras de nitrógeno						
<i>Arapatiella psilophylla</i>	1,42 ^f	0,08 ^{bcd}	1,02 ^b	0,36 ^{hi}	0,15 ^g	420 ^a
<i>Caesalpinia echinata</i>	1,88 ^{cde}	0,08 ^{bcd}	0,67 ^{def}	1,38 ^{bc}	0,16 ^g	260 ^{bc}
<i>Cassia</i> sp.	1,80 ^{de}	0,07 ^{cdefgh}	0,33 ^{gh}	0,90 ^{def}	0,25 ^{cde}	200 ^{cd}
<i>Copaifera lucens</i>	1,99 ^{bed}	0,08 ^{bcd}	0,71 ^{cde}	1,04 ^d	0,14 ^g	120 ^{ef}
<i>Dimorphandra jorgei</i>	2,16 ^b	0,09 ^{bc}	0,56 ^{efgh}	0,36 ^{hi}	0,14 ^g	100 ^{fg}
<i>Hymenaea aurea</i>	2,02 ^{bc}	0,09 ^{bc}	0,62 ^{def}	0,61 ^{gh}	0,21 ^{defg}	100 ^{fg}
<i>Macrolobium latifolium</i>	1,50 ^f	0,08 ^{bcd}	0,52 ^{efgh}	0,69 ^{fg}	0,31 ^{bc}	80 ^{fg}
Otras familias						
<i>Bombax macrophyllum</i>	1,52 ^f	0,06 ^{defgh}	1,31 ^a	1,02 ^d	0,54 ^a	120 ^{ef}
<i>Buchenavia grandis</i>	2,02 ^{bc}	0,09 ^b	0,79 ^{bcd}	1,56 ^{ab}	0,25 ^{cde}	100 ^{fg}
<i>Eschewilera ovata</i>	1,42 ^f	0,06 ^{fgh}	0,40 ^{fgh}	1,01 ^d	0,28 ^{cd}	200 ^{cd}
<i>Lecythis pisonis</i>	1,73 ^e	0,08 ^{bcd}	0,59 ^{efg}	1,03 ^d	0,26 ^{cde}	140 ^{def}
<i>Licania hypoleuca</i>	1,42 ^f	0,06 ^{efgh}	0,95 ^{bc}	0,98 ^{de}	0,31 ^{bc}	100 ^{fg}
<i>Pradosia lactescens</i>	1,19 ^g	0,08 ^{bcd}	0,67 ^{def}	0,66 ^{fg}	0,15 ^g	300 ^b

el contenido de nutrientes en las hojas puede variar con el tiempo en que se realice el muestreo; sin embargo, resultados de otros trabajos donde se analizaron nutrientes foliares de especies tropicales muestran que las diferentes tendencias entre las especies eran casi siempre constantes a través del año (Garrido y Poggiani 1981/2, Montagnini y Sancho, datos no publicados).

La acumulación de hojarasca sobre el suelo fue mayor en el bosque secundario que en el primario, similar a las observaciones de Silva (1990a) en Barro Colorado; los nutrientes de la hojarasca también eran mayores que en el bosque primario, sugiriendo que la hojarasca en el suelo del bosque secundario es una fuente importante de nutrientes para el suelo.

Entre las 20 especies del arboretum, las mayores cantidades de hojarasca sobre el suelo del bosque fueron halladas bajo *L. hypoleuca*, *A. psilophylla*, *I. affinis*, *B. macrophyllum* y *P. elegans*: efectos positivos sobre los suelos fueron hallados bajo todas estas especies, con la menor influencia aportada por *P. elegans*. Esto sugiere que los nutrientes del suelo boscoso fueron incorporados al mismo vía descomposición, mientras que la hojarasca bajo las otras especies probablemente se descomponía más lentamente y por eso su contribución a los nutrientes del suelo fue relativamente menor. Da Vinha y Pereira (1983) reportaron altas tasas de caída hojarasca bajo *B. grandis*, *B. macrophyllum*, *C. echinata*, *P. foliolosa*, *H. aurea* y *L. pisonis* en el mismo

arboretum. De este grupo de especies, la descomposición de la hojarasca fue más rápida bajo *B. grandis* (da Vinha et al. 1985). A pesar de que tuvo efectos positivos sobre los suelos, la hojarasca bajo *L. hypoleuca* no tenía altas concentraciones de nutrientes. La hojarasca de alto contenido de nutrientes y descomposición más lenta puede actuar como una reserva bajo las otras especies.

En párrafos anteriores hemos hecho una lista de las especies potencialmente útiles para la recuperación de la fertilidad de los suelos, y hemos señalado algunos mecanismos relacionados a las reacciones observadas. Deberíamos nuevamente indicar que estos resultados son limitados porque las medidas fueron tomadas solamente una vez, y que algunos parámetros pueden cambiar a través del año. Además, para poder hacer generalizaciones sobre el impacto de una especie, el estudio debe ser replicado en diferentes sitios. Sin embargo, el muestreo de árboles individuales es frecuentemente usado en sistemas agroforestales para estudiar sus impactos sobre los suelos en situaciones donde se encuentran árboles aislados (Young 1989). Estos resultados pueden ofrecer una contribución al conocimiento de la ecología de las especies estudiadas, en conjunto con la información existente sobre los suelos y el reciclaje de nutrientes de la región. Los resultados deberían ser aplicables bajo condiciones ecológicas similares. Por ejemplo, con respecto a la selección de especies para sistemas sostenibles en la región, Silva (1990b) sugirió favorecer aquellas especies con capacidades altas de reciclaje de nutrientes (e.g., *Gmelina arborea*), como así también aquellas adaptadas a suelos pobres (e.g., *Bowdichia virgilioides*). Las plantaciones arbóreas mixtas pueden ofrecer ventajas ecológicas sobre las plantaciones monoespecíficas: por ejemplo, experimentos recientes en Hawaii han demostrado que las mayores tasas de reciclaje de nutrientes por una especie arbórea (en este caso, *Albizia falcataria*, una leguminosa fijadora de N) en conjunto con la mayor eficiencia de uso de nutrientes de otra especie (*Eucalyptus saligna*) permitió una mayor productividad en las parcelas mixtas que en las parcelas puras de cada especie (Binkley et al. 1992).

En los sistemas de especies mixtas, la hojarasca y la descomposición de la misma es distribuida de manera más regular a lo largo del año (Garrido y Poggiani 1981/2). Los sistemas de especies múltiples son una alternativa prometedora para el uso de suelos pobres si se dispone información sobre la capacidad de las especies para mejorar el suelo, la viabilidad económica y las necesidades de manejo (Silva 1990b, Montagnini 1992).

BIBLIOGRAFIA

- ALLEN, O. N. and E. K. ALLEN. 1981. The leguminosae: A source book of characteristics, uses, and nodulation. University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin.
- ANDERSON, J. M. and J. S. I. INGRAM (eds.). 1989. Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods. CAB International. Wallingford, Oxon, UK. 171 pp.
- BINKLEY, D., K. A. DUNKIN, D. DeBELL and M. G. RYAN. 1992. Production and nutrient cycling in mixed plantations of *Eucalyptus* and *Albizia* in Hawaii. *Forest Science* 38 (2): 393-408.
- BRICEÑO, J. A. and R. PACHECO (eds.). 1984. Métodos analíticos para el estudio de suelos y plantas. Editorial de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 152 pp.
- CADIMA ZEBALLOS, A., L. F. DA SILVA e D. E. LOBAO. 1982. Alterações edáficas provocadas por un sistema de agricultura itinerante em solos de Tabuleiros do Sul de Bahia. *Theobroma* 12 (4): 267-272.
- EVANS, J. 1987. Site and species selection: Changing perspectives. *Forest Ecology and Management* 21: 299-310.
- GARRIDO, M. A. de Oliveira and F. POGGIANI. 1981/82. Avaliação da quantidade e do conteúdo de nutrientes do folheto de alguns povoamentos puros e misto de espécies indígenas. *Silvicultura em São Paulo* 15/16: 1-22.
- GLADSTONE, W. T. and F. T. LEDIG. 1990. Reducing pressure on natural forests through high-yield forestry. *Forest Ecology and Management* 35: 69-78.

LEAO, A. C. and A. A. O. de MELO. 1997. Características morfológica, físico químicas e mineralógicas dos solos da Estação Pau-Brasil, Porto Seguro, Bahia Theobroma ():

McNEELY, J. A., K. R. MILLER, W. V. REID, R. A. MITTERMEIER and T. B. WERNER. 1990. Conserving the World's Biological Diversity. The World Bank, World Resources Institute, International Union for the Conservation of Nature, Conservation International and World Wildlife Fund. Gland, Switzerland. 193 pp.

MONTAGNINI, F. 1990. Ecology applied to agroforestry in the humid tropics. pp. 49-58. In: R. A. Goodland (ed.) Race to Save the Tropics. Ecology and Economics for a sustainable future. Island Press, Washington, D.C.

MONTAGNINI, F. and F. SANCHO. 1990. 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. Experiences in Costa Rica and Argentina. *Agroforestry Today*. In press.

MONTAGNINI, F. and F. SANCHO. 1992. Nutrient budgets of young plantations with native trees: strategies for sustained management. In: W. Bentley and M. Gowen (eds.). *Forests and wood-based biomass energy as rural development assets*. Proceedings of a workshop held in Old Saybrook (CT, USA), February 23-27, 1992. Winrock International Institute for Agricultural Development. Morrilton, Arkansas, USA. In press.

NAIR, P. K. R. 1989. The role of trees in soil productivity and protection. pp. 567-589. In Nair, P. K. R. (ed.). *Agroforestry systems in the tropics*. Kluwer Academic Publishers/International Council for Research in Agroforestry. Dordrecht, The Netherlands.

REFERENCE METHODS FOR SOIL TESTING. 1980. Council on soil testing and plant analysis. 1111 Plant Science Building. University of Georgia. Athens, Georgia. 130 pp.

SANCHEZ, P. A., C. A. PALM, C. B. DAVEY, L. T. SZOTT and C. E. RUSSELL. 1985. Tree crops as soil improvers in the humid tropics? pp. 327-350. In M. G. R. Cannell and J. E. Jackson (eds.). *Attributes of trees as crop plants*. Institute of Terrestrial Ecology. Natural Environmental Research Council. Abbots Ripton, Huntingdon, England.

SANTANA, M. B. M., G. C. PEREIRA and F. I. MORAIS. 1977. Métodos de análise de solos, plantas e água utilizados no laboratório do setor de fertilidade do CEPEC. Centro de Pesquisas do Cacau, CEPLAC, Ilheus-Itabuna, Bahia, Brasil. 28 pp.

SILVA, L. F. 1981. Alterações edáficas em "Solos de tabuleiro" (Haplorthox) por influencia do desmatamento, queima e sistemas de manejo. *Theobroma* 1 (1): 5-19.

SILVA, L. F. 1983. Influencia de cultivos e sistemas de manejo nas modificações edáficas dos oxisols de tabuleiro (Haplorthox) do sul da Bahia. Belem (Brasil): CEPLAC, Departamento Especial da Amazonia.

SILVA, L. F. 1988. Alterações edáficas provocadas por essências florestais implantadas em solos de tabuleiro no Sul da Bahia. *Theobroma* 18 (4): 259-267.

SILVA, L. F. 1990a. interação solo-vegetação em floresta primária e capoeira do ecossistema de tabuleiro do sul da Bahia. *Agrotrópica* ():

SILVA, L. F. 1990b. Manejo dos recursos naturais dos tropicais e suas consequências, contradições e perspectivas de uso em agricultura sustentável. 19 pp. Seminario Internacional sobre Investigación en Recursos Naturales para la Producción Agropecuaria, Bogotá, Colombia, 19-23 noviembre, 1990.

DA VINHA, S. G., T.; RAMOS do J. S. and M. HORI, 1976. Inventário Florestal; In: Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira, Recursos Florestais. Ilheus, BA, Brasil. CEPLAC/IICA. pp. 20-212. (Diagnostico Socioeconomico da Região Cacaueira, v. 7).

DA VINHA, S. G. and R. C. PEREIRA. 1983. Produção de folheto e sua sazonalidade.

de em 10 especies arboreas nativas no Sul da Bahia. *Theobroma* 13 (4): 327-341.

DA VINHA, S. G., A. M. de CARBALHO e Luiz A. M. SILVA. 1985. Taxa de decomposição do folheto de dez especies de arvores nativas no sul de Bahia, Brasil. *Theobroma* 15 (4): 207-212.

DA VINHA, S. G. e D. E. V. P. LOBAO.

1989. Estação Ecológica Pau Brasil - Porto Seguro, Bahia. Centro de Pesquisas do Cacau. Itabuna. Bahia. Brasil. 41 pp.

YOUNG, A. 1989. Agroforestry for soil conservation. *Science and Practice of Agroforestry*. C.A.B. International and International Council for research in Agroforestry. Wallingford, UK. 276 pp.

FICHA TECNICA

ARBOLES DE MISIONES

Bastardiopsis densiflora
(Hook et Arn) Hassl

Héctor M. GARTLAND*
Alicia V. BOHREN*

N.V.: Loro blanco, peteriví-morotí, peteriví blanco.

Familia: Malváceas.

Arbol indígena de Brasil Meridional, Paraguay y Argentina. En nuestro país sólo se la encuentra en la Selva Misionera.

Su frecuencia varía de 0,66 a 9,15 árboles por hectárea, generalmente los valores más altos corresponden a bosques degradados o capueras. Esta especie se caracteriza por ser pionera y colonizadora, y siempre se la encuentra en las formaciones secundarias, a veces hasta formando bosquetes puros. De porte medio, alcanza hasta 25 m de altura total y un diámetro normal de 82 cm (Foto 1).

El diámetro medio varía de 33 a 42 cm y la altura de fuste media entre 5,55 a 7,78 m, alcanzando máximas de hasta 12 m (Gartland, H. y M. Parussini, 1990).

Especie de hábito de copa baja; el fuste es recto, cilíndrico a canaliculado en ejemplares de grandes dimensiones, de base reforzada; con raíz tabular poco desarrollada (foto 2); copa densifoliada, semiorbicular a oblonga, simple, con follaje verde-blanquecino.

Posee corteza persistente y de color pardo-grisáceo. El diseño que presenta la corteza es variable en relación con la edad. Así, en los estadios juvenil y medio, el diseño es



Foto 1. *Bastardiopsis densiflora* (Hook et Arn) Hassl. Vista general del árbol. Foto: Ing. H. M. Gartland.

* Docentes de la Cátedra de Dendrología de la Facultad de Ciencias Forestales de Eldorado. UNaM.

áspero a rugoso; en el primer caso por la presencia de lenticelas y en el segundo por persistencia de las cicatrices foliares estiradas perimetralmente, también en estos estadios son notables las yemas axilares solitarias, de forma triangular y aplicadas al tallo

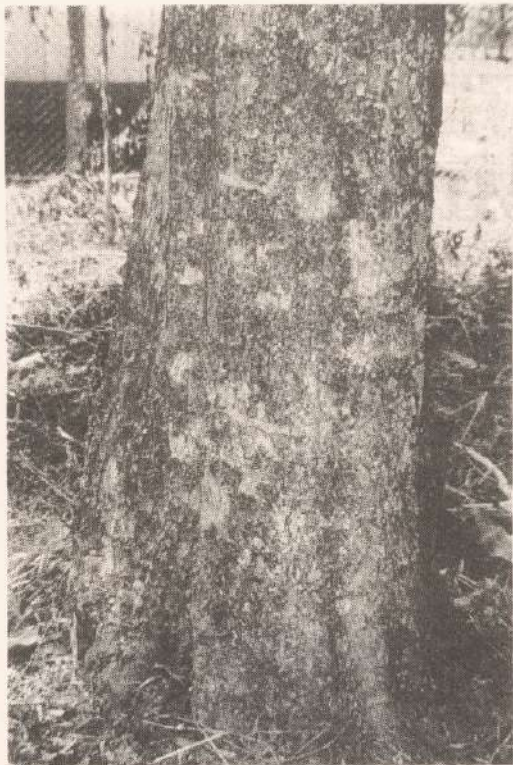


Foto 2. *Bastardiopsis densiflora* (Hook et Arn) Hassl. Vista interior del fuste. Raíces tabulares. Base reforzada. Foto: Ing. Grance.

(Gartland, H. y W. Salazar, 1992) (foto 3). En el estado adulto la corteza presenta en algunos casos un diseño agrietado fino y en otros placas aproximadamente rectangulares de color pardo-oscuro. La corteza interna es de color blanco-amarillenta, de textura fibrosa y estructura laminar.

Las hojas son simples; de filotaxis alterna; estipuladas; largamente pecioladas. Lámina de forma aovado-cordada y con menor frecuencia orbicular; de 5-15 cm de largo; ápice acuminado; base cordada, redondeada a truncada; borde denticulado a subíntegro; superficie rugosa y tomentosa; discolor: verde claro en el haz y glaucescente en el envés; venación palmatinervada, tipo actinodromus, subtipo perfecta reticulado-basal, 9 nervaduras basales. Se observa en el estadio juvenil variación en cuanto al tamaño de las hojas, son más grandes, de 20 cm (11-27) de largo por 16 cm (9-19) de ancho, en cuanto a las demás características no presentan variación con respecto a las descritas para el árbol adulto.

Los ramos son cilíndricos en los entre-

nudos inferiores a irregulares en los superiores por acanaladuras notables, que parten desde cada lateral de la cicatriz foliar o pecíolo. Nudos y entrenudos bien demarcados, coloración castaño-verdosa en la base, verde y pubescente hacia el ápice. Lenticelados, las basales elípticas con abertura horizontal, las apicales circulares y oblongas con abertura vertical; distribuidas en columnas uni a multiseriadas. Cicatrices foliares reniformes a obdeltoideas, raramente semicirculares, superficie cóncava en ménsula; cicatrices estipulares ranuriformes y protuberantes (estípulas laminares prontamente caducas). Rastros líbero-leñosos visibles. Médula irregular concéntrica, blanquecina, de composición continua. Yema apical terminal, perulada, pubescente y ovoidea; yemas axilares solitarias, ovoides a triangulares, peruladas y de color gris-verdoso.

Las flores son blancas a amarillentas, subsésiles o brevemente pedunculadas, dispuestas en amplias panojas terminales, hermafroditas, pentámeras; cáliz campanulado de 8 mm, 5-lobado y exteriormente tomentoso; tienen 5 pétalos oblongos de 10 mm. Fru-

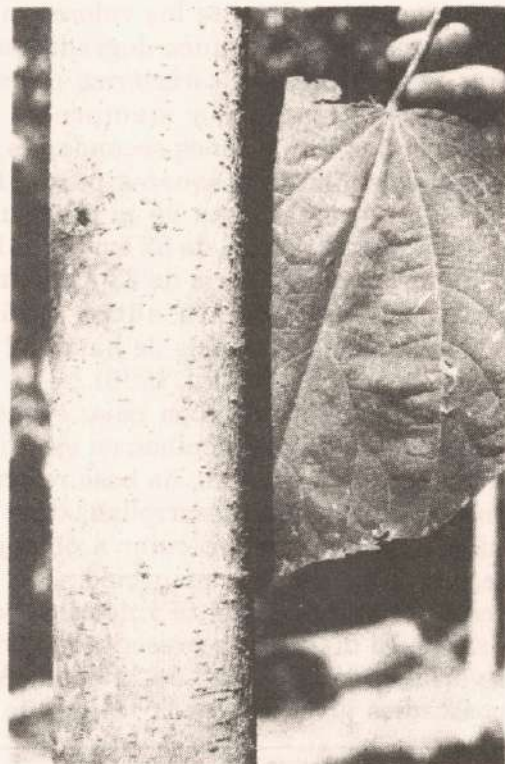


Foto 3. *Bastardiopsis densiflora* (Hook et Arn) Hassl. Vista del tronco y hoja en estado de juvenil. Foto: Ing. H. M. Gartland.

tos carpidios de 2-3 cm de largo, con una arista delgada, larga y partida. Semillas negruzcas.

Al estado de plántula presenta cotiledones epigeos, opuestos, pequeños, peciolados. Lámina de los cotiledones cordados de 10,4 (8-12) mm de long. y 11,1 (10-13) mm de lat.; concolor: verde claro; consistencia membranosa; superficie ligeramente rugosa, presenta algunos pelos solamente sobre las nervaduras en ambas superficies; ápice agudo; base cordada; borde entero y ciliado; palmatinervadas. Hipocólito recto; de 26,3 (17-50) mm de altura; pubescente, de sección circular y de color verde-blanquecino.

CARACTERISTICAS DE LA MADERA

Madera de color blanco-amarillenta, que se torna ocráceo a medida que transcurre el tiempo; en este caso se nota diferencia entre albura y duramen, pues la primera mantiene su color más claro. Madera moderadamente dura y semi-pesada; su densidad es de 0,700. Presenta un diseño veteado muy delicado, originado por la coloración más oscura del tejido fibroso; de textura fina y homogénea, de grano derecho a levemente oblicuo.

USOS DE LA MADERA

Fácil de trabajar, útil para hacer chapas destinadas a la decoración de muebles e interiores claros; en fabricación de cajonería, utensilios de cocina, machimbres, flejes de cama, patas de sillas, etc. En Brasil se la usaba anteriormente para obtener pulpa para papel, por sus fibras largas.

PROPIEDADES MECANICAS

Flexión estática:

Módulo de rotura: 1000 kg/cm²

Módulo de elasticidad: 88 300 kg/cm²

Compresión axial:

Módulo de rotura: 538 kg/cm²

Módulo de elasticidad: 140 000 kg/cm²

Dureza:

Transversal: 510

PROPIEDADES FISICAS

P.E. (estado verde): 1,010

P.E. (al 15%): 0,700

P.E. anhidra (al 0%): 0,650

Contracción total:

Radial: 5,3%

Tangencial: 8,5%

Volumen: 1,60

Porosidad: 53,4%

Contenido de humedad verde: 80%

BIBLIOGRAFIA

BRACK, W. y J. WEIK. 1993. El Bosque Nativo del Paraguay. Riqueza Subestimada. ICONO S.R.L.

DIMITRI, M. 1980. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo I. Editorial ACME S.A.C.I.

FONT QUER. 1977. Diccionario de Botánica. Edit. Labor.

GARTLAND, H. M. 1985. Apuntes de Dendrología. Primera Parte. Inédito.

GARTLAND, H. M., A. V. BOHREN, D. MUÑOZ y G. OTTENWELLER. 1990. Descripción y reconocimiento de las principales especies forestales de la Selva Misionera en el estado de plántula. Revista YVYRARETA. Año 1. Nro. 1. pp. 67-90.

GARTLAND, H. M. y M. PARUSSINI. 1990. Caracterización dendrométrica de treinta especies forestales de Misiones (primera entrega). Revista YVYRARETA. Año 1. Nro. 1.

GARTLAND, H. M. y W. SALAZAR. 1992. Descripción y reconocimiento de las principales especies forestales de la Selva Misionera en el estado de Renuedo. Revista YVYRARETA. Año 3. No. 3. pp. 117-129.

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

SANTOS BILONI, J. 1973. Libro del Arbol. Tomo 1. Esencias forestales indígenas de la Argentina de aplicación ornamental. Tercera Edición.

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

TORTORELLI, L. 1956. Maderas y bosques argentinos. Editorial ACME S.A.C.I.

FICHA TECNICA

ESPECIE

NOMBRE VERNACULO: Loro blanco

NOMBRE CIENTIFICO: *Bastardiopsis densiflora*

FENOLOGIA:

Fechas promedio de las FASES FENOLICAS en sus diferentes MOMENTOS

Fase fenológica	Momento			Número de días de la fase
	Comienzo	Plenitud	Fin	
Brotación	18/03 y 27/10	13/04 y 03/12	21/05 y 20/01	64 y 85
Floración	24/06	06/08	06/09	74
Cambio color del follaje	10/03 y 05/09	04/05 y 22/10	08/06 y 04/11	90 y 60
Caída del follaje	10/04 y 08/09	26/05 y 21/10	23/06 y 14/11	74 y 67
Crecimiento del fruto	14/08	10/09	07/10	54
Maduración del fruto	31/09	27/09	21/10	51
Caída del fruto	05/09	01/10	27/10	52
Fruto verde		setiembre		
Fruto maduro		octubre		
Descanso con follaje	16/11 y 06/02		04/1 y 02/03	49 y 25

Observaciones: Es una especie de follaje persistente. No presenta período de descanso sin follaje.

Fuente: Proyecto "Fenología de Especies Forestales Nativas". EIBL, B.; SILVA, F.; BOBADILLA, A.; OTTENWELLER, G. I.S.I.F. Fac. de Cs. Ftales. UNaM-Eldorado, Misiones, R.A. Período 1984/91.

FRUTOS Y SEMILLAS

Tipo de fruto	capsular, seco
Fecha de cosecha	setiembre/octubre
Acondicionamiento de la semilla	puede sembrarse como fruto completo o separar en mallas
Tratamiento pregerminativo	sin tratamiento
Condiciones de germinación	almácigos a media sombra
Sustrato de almácigo	1/3 arena + 1/3 materia orgánica + 1/3 arcilla
Porcentaje de germinación	3%
Número de días del ensayo	18 días
Número de días para el inicio de la germinación	5 días
Número de frutos promedio por kg	103 360
Número de semillas promedio por kg	371 000
Porcentaje de impurezas en un lote comercial	30%
Número de semillas por fruto	0-5 (rango)
Peso promedio del fruto	0,01 g
Almacenamiento-viabilidad	hay un aparente beneficio en el envejecimiento de las semillas que aún no está determinado

Arboles semilleros:

—Código: 92ILb01; 92IIL01; 92IILb02

—Zonas semilleras: Eldorado, Guaraní.

Fuente: Proyecto "Semillas Forestales Nativas". EIBL, B. y otros. I.S.I.F. Fac. de Cs. Ftales. UNaM. Eldorado, Misiones, R.A. 1994.

Determinación de edades. Ritmo de crecimiento y turnos de corta teóricos de especies forestales nativas de Misiones

M. GARTLAND*
L. AMARILLA*
R. VILLALBA**
A. BORHEN*
D. NOZZI*

1. RESUMEN

Se iniciaron los estudios con tres especies forestales pertenecientes al distrito de las Selvas Mixtas. El área de trabajo es el predio "Guaraní", propiedad de la UNaM, distante 30 km de la Ruta Nac. 14 a la altura del km 1308 Fracrán.

En esta área existen 1000 ha bajo ordenación, los trabajos se realizaron en los denominados Tramos I y II.

Se presentan en esta primera etapa los datos obtenidos de *Ocotea puberula* (Nees et Martius) Nees, a través de la distribución de frecuencia, ritmo de crecimiento, correlación del diámetro en función de la edad y turno teórico de corta.

Palabras clave: Dendrocronología, bosque nativo, crecimiento, turno de corta, especies nativas.

2. SUMMARY

The studies with tree forestry species belonging to the district of the Mixed Forest were started. The area under study is the "Guaraní" forest UNaM's property which is 30 km away from the National Road Nº 4 at the 1308th km, Fracran.

In this experimental area, there are 1000 ha under management, the studies were carried out in Plots I and II.

In first stage the data obtained of *Oco-*

tea puberula (Nees et Martius) Nees, through the distribution of frequency, growth rhythm, correlation of the diameter as a function of the age, and rotation age are reported.

Key words: Dendrochronology, native forest, growth, rotation age, native species.

3. INTRODUCCION

La Dendrocronología es el resultado del patrón de crecimiento (secuencia de anillos) de los árboles que permite el fechado exacto de la madera. La combinación de anillos anchos y estrechos posibilitan el desarrollo de cronologías que reflejan patrones de variación común entre árboles de un sitio o de un área geográfica más extensa (Villalba y Boninsegna, 1983).

El conocimiento de la edad de los árboles y la estimación de su ritmo de crecimiento es una herramienta esencial para el manejo silvícola de los recursos del bosque (Eckstein et al., 1980). En el país se cuentan estudios en distintas regiones: bosques

* Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales (ISIF). Facultad de Ciencias Forestales. Eldorado, Misiones.

** Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CRICYT). Mendoza.

andino-patagónicos en el sur, selva tucumano-oranense en el NOA y en el distrito de las selvas mixtas (Prov. de Misiones) en el NEA (Boninsegna et al., 1989).

Al norte de la provincia de Misiones encontramos formaciones boscosas nativas distribuidas en varias comunidades, que se corresponden con las características de clima subtropical, sin estaciones marcadas, dando lugar al desarrollo de un monte alto irregular y con una gran variabilidad específica.

Esto demanda criterios de manejo que equilibren la actividad extractiva y de mercado con el mantenimiento de los recursos fitogenéticos. Las herramientas técnicas y la necesidad en términos de vida y sostenibilidad del ecosistema son los caminos.

Generar información sobre el incremento arbóreo, empleando técnicas dendrocronológicas posibilitará realizar inferencias sobre el crecimiento futuro para las diferentes especies, y establecer los criterios menos costosos en términos de aprovechamiento.

4. OBJETIVOS

Determinación de la estructura de edades, ritmo de crecimiento y turnos de corta teóricos de 30 especies forestales nativas de Misiones, empleando para ello técnicas den-

drocronológicas estáticas (muestras de barreno montadas y pulidas y secciones transversales pulidas) y dinámicas (muestras de la actividad cambial) (Fahn et al., 1980).

5. MATERIALES Y METODOS

Metodológicamente se decidió trabajar con especies de valor comercial en el mercado y que hubiesen demostrado ser aptas dendrocronológicamente para el trabajo y que fueran consideradas estimativamente especies de rápido crecimiento. Teniendo en cuenta la variabilidad en la estructura de edades a considerar se estimó la cantidad de 50 árboles por especie a ser muestreadas, *Ocotea puberula* (Nees et Martius) Nees, y *Didimopanax morototonii* (Aubl.) Decne et Planch. Se midió en cada ejemplar el DAP, altura total y de fuste y se extrajeron 2 muestras de barreno.

En este avance se analizaron las 100 muestras obtenidas de *Ocotea puberula* (laurel guaicá), se pulieron hasta obtener anillos de crecimientos visibles y definidos (Tortorelli, 1956), se dataron y midieron (Evans, R., 1981) en el Laboratorio de Dendrocronología del CRICYT, Mendoza.

6. PRIMEROS RESULTADOS

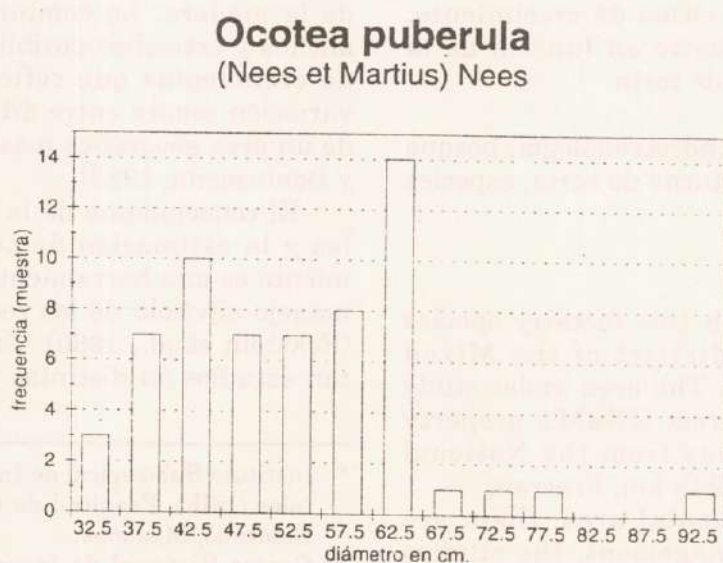


Figura 1. Distribución de frecuencia por diámetro.

Ocotea puberula (Nees et Martius) Nees.

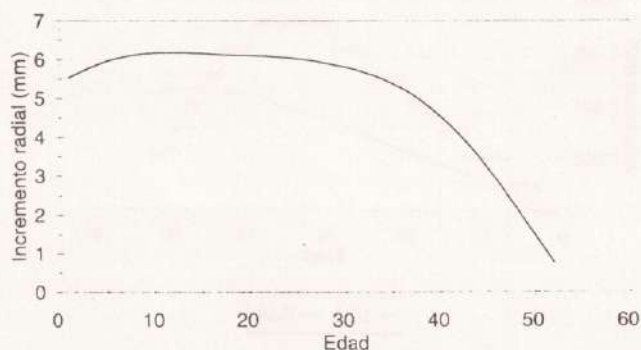


Figura 2. Incremento radial en función de la edad.

Ocotea puberula (Nees et Martius) Nees.

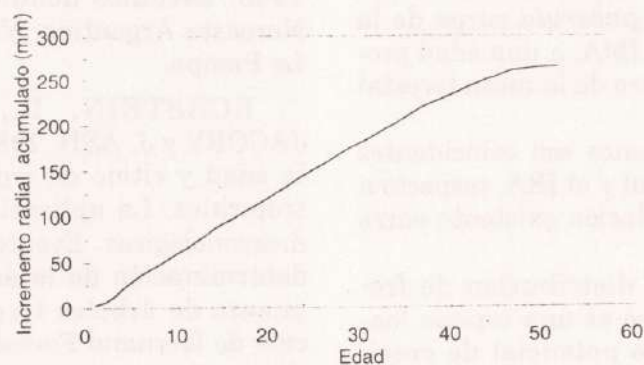


Figura 3. Curva de incremento radial acumulado.

Ocotea puberula (Nees et Martius) Nees

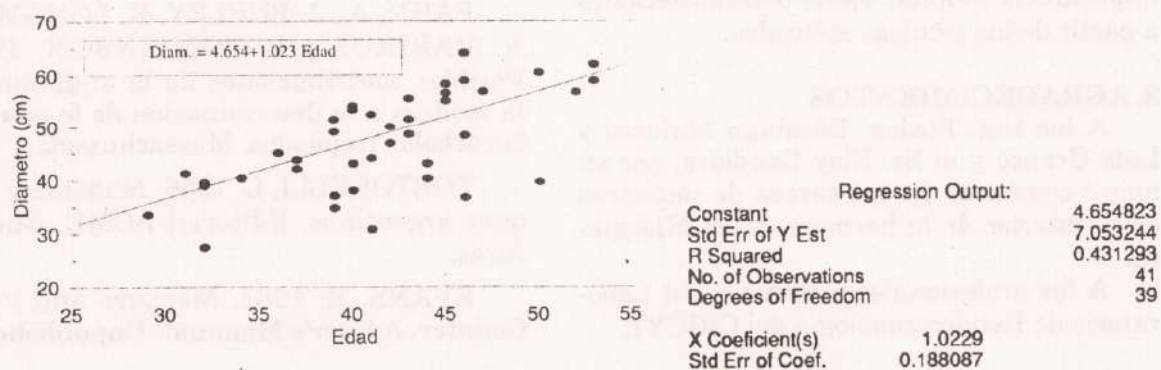


Figura 4. Curva de regresión e índice de correlación entre diámetro y edad.

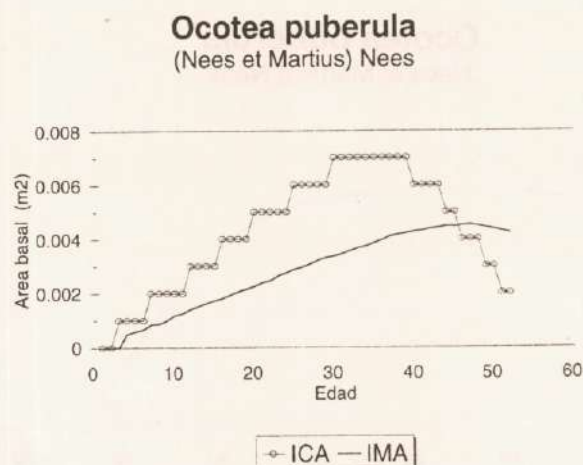


Figura 5. Determinación de turno teórico de corta, considerando el incremento corriente anual y el incremento medio anual.

7. CONCLUSIONES PRELIMINARES

Del análisis de los gráficos en función de los datos procesados, el turno teórico de cortabilidad para *Ocotea puberula* surge de la intersección del ICA e IMA, a una edad promedio de 45 años, dentro de la masa forestal en cuestión.

Estas determinaciones son coincidentes con el incremento radial y el IRA, respecto a la edad y la alta correlación existente entre ésta y el diámetro.

Si observamos la distribución de frecuencia veremos que no es una especie longeva pero con un alto potencial de crecimiento y producción; corroborándose esto en la alta correlación diámetro-edad, pudiendo incrementarse la misma estableciendo criterios de manejo de la masa.

Queda además planteado el interrogante de su dinámica como especie dentro de la estructura boscosa, por lo que sería de suma importancia ampliar estas determinaciones a partir de las técnicas aplicadas.

8. AGRADECIMIENTOS

A los Ing. Ftales. Domingo Maiocco y Luis Grance y al Sr. Eloy Bandeira, por su apoyo constante en las tareas de muestreo en el interior de la hermosa Selva Misionera.

A los profesionales y técnicos del Laboratorio de Dendrocronología del CRICYT.

9. BIBLIOGRAFIA

VILLALBA, R. y J. BONINSEGNA. 1983. Estudios dendrocronológicos en el Noroeste Argentino. V. Congreso Forestal. La Pampa.

ECKSTEIN, D., J. OGDEN, G. JACOBY y J. ASH. 1980. Determinación de la edad y ritmo de crecimiento en árboles tropicales: La aplicación de métodos dendrocronológicos. Eventos del taller sobre la determinación de la edad y tasa de crecimiento de árboles tropicales en colaboración de Hernand Forest Petersham. Massachusetts.

BONINSEGNA, J., R. VILLALBA, L. AMARILLA y J. OCAMPO. 1989. Studies of trees ring growth rates and age size relationship of tropical trees in Misiones, Argentina. IAWA. Bull. Vol. 10 (2), 161-169.

FAHN, A., J. BURLEY, K. LONGMAN, A. MARIAUX y B. TOMLINSON. 1980. Posibles contribuciones de la anatomía de la madera a la determinación de la edad de los árboles tropicales. Massachusetts.

TORTORELLI, L. 1956. Maderas y bosques argentinos. Editorial ACME, Buenos Aires.

EVANS, R. 1981. Measure and Pulse Counter. A User's Manual. Unpublished.

Ensayos de germinación y análisis cuantitativo en semillas de especies forestales nativas de Misiones, R. A.*

EIBL, B. I.**

SILVA, F.***

CARVALLO, A.****

CZEREPAK, R.****

KEHL, J.****

I. RESUMEN

Un aspecto importante de la autoecología de las especies forestales nativas es el estudio de sus frutos y semillas. En este trabajo se realizó la determinación de las condiciones y porcentajes de germinación, medición de las características cuantitativas de frutos y semillas, la evaluación de las condiciones adecuadas para el almacenamiento y cosecha de las mismas. Los frutos y semillas del programa se recolectaron en la Provincia de Misiones, en áreas de la Selva Subtropical Oriental (Provincia Paranaense). Todos los ensayos se realizaron con lotes provenientes de diferentes zonas semilleras a los fines de abarcar la mayor heterogeneidad posible, en cuatro repeticiones de 25/50/100 semillas para ensayo de germinación (en invernáculo, sustrato de arena, arcilla y materia orgánica y a media sombra) y determinación del porcentaje de humedad de las semillas (en estufa hasta peso constante) siguiendo las Normas ISTA de ensayos de semillas. Los resultados se presentan como tablas indicando número de semillas por fruto, peso de semillas y frutos, número de semillas y frutos por kilogramo, especificándose que se trata de frutos frescos y maduros (momento fenológico de plenitud a fin de fase de maduración). Los ensayos de germinación permitieron clasificar aquellas especies que no necesitan trata-

miento pregerminativo y presentan alto porcentaje de germinación (superior al 40%) caso del *Tabebuia ipé* y *T. alba*, *Cedrela fissilis*, *Cabralea oblongifoliola*, *Myrocarpus frondosus*, *Trichilla catiguá*, *Eugenia* spp., *Parapiptadenia rígida*, *Lonchocarpus muehlbergianum*, *Eugenia guaviroba*, *Chrysophyllum gonocarpum* y *Cupania vernalis*. Aquellas que requieren un tratamiento pregerminativo como el caso de *Peltophorum dubium*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Gleditsia amorphoides* y *Apuleia leiocarpa*, para mejorar el porcentaje de germinación y aumentar su energía germinativa y las especies que requieren de estratificación con abundante materia orgánica como es el caso de *Euterpe edulis*, *Balfourodendron riedelia-*

* Proyecto realizado dentro del Programa "Semillas forestales nativas", ISIF, Fac. de Ciencias Ftales., UNaM, Eldorado, Misiones, R. A. Financiado por la Fundación A. W. Mellon a través de la Escuela Forestal y de Estudios Ambientales de la Universidad de Yale (EE.UU.) y por el Instituto Económico y Social (IES).

** Ing. Forestal, Director, Fac. de Ciencias Ftales. UNaM.

*** Ing. Forestal, Colaborador, Fac. de Ciencias Ftales. UNaM.

**** Becarios Aux. de Inv. ISIF. Fac. de Ciencias Ftales. UNaM.

num y *Holocalyx balansae*. Especies como *Bastardiopsis densiflora*, *Cordia trichotoma* y *Patagonula americana* con un porcentaje de germinación inferior al 20% exigen estudios más detallados.

Palabras clave: Árboles nativos, semillas, germinación, análisis cuantitativo, almacenamiento.

II. SUMMARY

One the important aspect of the autoecology of the native forest species was the study of their fruits and seeds by means of the determination of the conditions and percentages of germination, the measurement of the quantitative characters of fruits and seeds and the evaluation of the proper conditions for the harvest and store of seeds. The fruits and seeds of the program were recolected in the Province of Misiones in areas of the Eastern Subtropical Forest (Paranaense Province). All the tests were realized with lots wich come from different seed areas by way of achieve heterogeneusness. The tests were established in four repetitions of 25/50/100 seeds for the germination test (in green-house with half shadow and the soil composed of sand, clay and organic matter) and the determination of the moist percentage in seeds (in oven till constant weight) according to the ISTA Normas for seed test. The results are presented in tables shwving the number of seeds per fruits, the weight of seeds and fruits, the number of seeds and fruits per kilogram, specifying that the fruits were fresh and ripe (phenologic moment of fullnes to end of the maturity phase). The germination tests let to classify those species that do not need pregerminative treatments and present high percentage of germination (above 40%) as the *Tabebuia ipe*, *T. alba*, *Cedrela fissilis*, *Cabralea oblongifoliola*, *Myrocarpus frondosus*, *Trichilla catiguá*, *Chrysophyllum gonocarpum* and *Cupania vernalis*. Those that need a pregerminative treatment as *Peltophorum dubium*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Gleditsia amorphoides* and *Apuleia leiocarpa*, to improve the germination percentage and to increase their germinative energy and the species that need of stratification with plenty of organic matter as the

Euterpe edulis, *Balfourodendron riedelianum* and *Holocalyx balansae*. Species as *Bastardiopsis densiflora*, *Cordia trichotoma* and *Patagonula americana* with a germination percentage below 20% ned more detailed studies.

Key words: Native trees, seeds, germination, quantitative analysis, store.

III. INTRODUCCION

Las especies forestales nativas de la Provincia de Misiones, poseen características no estudiadas de su autoecología, siendo ésta una de las principales limitantes con que cuentan las mismas para orientar los tratamientos en las prácticas silviculturales a que deben ser sometidas para el mejor aprovechamiento de sus potencialidades.

Como parte fundamental del estudio de los aspectos de la autoecología de las especies, se encara en este trabajo el estudio detallado de sus frutos y semillas, su punto óptimo de madurez fisiológica y las exigencias para su germinación y almacenamiento.

Los objetivos del trabajo fueron los de determinar los métodos de acondicionamiento de semillas, estimar los porcentajes de germinación, la energía germinativa, el tiempo de germinación, identificar en algunos casos los tratamientos pregerminativos, realizar los análisis cuantitativos de frutos y semillas y determinar las condiciones adecuadas para el almacenamiento de algunas especies forestales nativas de importancia comercial en la región.

IV. ANTECEDENTES

El trabajo realizado por el departamento técnico de la Federación de las Cooperativas Brasileñas de Trigo y Soja (Amaral, D. y Araldi, D. B., 1979), presenta las características de número de semillas por kilogramo y épocas de cosecha de frutos para las siguientes especies, *P. rigida*, *M. frondosus*, *P. dubium*, *C. oblongifoliola*, *C. fissilis*, *P. americana*, *B. riedelianum*, *A. leiocarpa*, *T. alba*, *C. trichotoma*, *E. contortisiliquum* y *E. edulis*. También describe métodos de recolección de frutos, acondicionamiento de semillas y posibilidades de almacenamiento para algunas.

Las formas de recolección de frutos en suelo y en árbol, el estado de maduración de los frutos, el punto de maduración fisiológica, las condiciones de beneficio y el almacenamiento así como los factores que afectan la germinación de las semillas en general, están presentados en detalle por Bianchetti, 1981.

Las posibilidades de almacenamiento de las semillas están condicionadas por su clasificación a grandes rasgos en ortodoxas y recalcitrantes, tal como lo expone Roberts, 1973 (en Bonner, F. T., 1990). El mismo autor define a las semillas ortodoxas como aquellas que pueden ser secadas a temperatura ambiente y almacenadas a bajas temperaturas y las recalcitrantes como aquellas que no toleran bajos límites de deshidratación ni bajas temperaturas.

Orozco, A. y Vazques-Yanes, C., 1990, indican la importancia del control de la pérdida de humedad para evaluar las posibilidades del almacenamiento en las semillas recalcitrantes.

En un trabajo realizado por Brack y Weik en 1993, se presentan datos de recolección de frutos para las especies nativas en estudio, entre otros aspectos silviculturales para la flora nativa del Paraguay.

V. MATERIAL Y METODOS

Los frutos y semillas objeto de este estudio fueron recolectados en diferentes áreas semilleras de la Zona Norte de la Provincia de Misiones, en la Selva Subtropical Oriental (Provincia Paranaense), cuya caracterización climática —Cfa— según Koppen (en Ometto, 1981) responde a un clima templado lluvioso todo el año con verano muy caluroso, con precipitaciones anuales que oscilan los 1700 mm a 2400 mm, distribuidos equitativamente en todos los meses del año, con temperaturas medias de 21 °C, máximas absolutas de 39 °C (enero) y mínimas absolutas de -6 °C (julio) (Boletín..., 1994).

El material se identificó al ingresar al laboratorio por especie y lote, que incluye: fecha y lugar de recolección, nombre del colector, características del árbol o rodal y código del árbol en caso de tratarse de ejemplares semilleros marcados. En todos los ensayos se han promediado lotes de diferentes procedencias a los fines de incluir la mayor variabilidad posible.

A los fines de identificar el momento óptimo de cosecha de frutos se dispuso de las series de observación fenológica del Proyecto "Fenología de especies Forestales Nativas" (Eibl, B. y otros, 1994) que indica las fechas de crecimiento, maduración (cambio de color) y caída de frutos.

En general se procedió a la recolección de los frutos en el árbol cuando la cosecha debió ser previa a la dehiscencia natural o cuando son frutos persistentes, utilizando pértigas y a la cosecha de los frutos en el suelo para los demás casos.

La separación de las semillas del fruto se realizó siguiendo criterios diferentes según la especie en estudio: a) se procedió al secado a temperatura ambiente para facilitar la separación de las semillas del fruto cuando se trata de frutos dehiscentes, b) en frutos indehiscentes secos, la separación fue manual, c) en el caso de frutos carnosos, se procedió a remover la pulpa previa inmersión de los mismos en agua, d) los frutos cuyas semillas son de difícil separación se sembraron completos.

A los fines de los ensayos se consideraron frutos frescos maduros aquellos que se presentan fenológicamente como frutos maduros en el árbol (plenitud y fin de fase de maduración de frutos que se refiere a plenitud y fin de fase de cambio de color de frutos).

La cosecha siempre se realizó en el momento de plenitud de maduración, previo a la dehiscencia en el caso de frutos secos y en comienzo y/o plenitud de caída (cosecha en árbol o suelo).

Los frutos y semillas acondicionadas se trataron por tres vías diferentes que fueron:

a) Análisis cuantitativo de frutos y semillas.

b) Ensayos de germinación.

c) Almacenamiento.

a) El análisis cuantitativo de los frutos y semillas incluye los siguientes ítems:

- determinación del porcentaje de impureza,
- determinación del contenido de humedad,
- número de semillas por fruto,
- peso de frutos frescos maduros,
- peso de semillas,
- número de semillas por kilogramo,

— número de frutos frescos maduros por kilogramo.

En la determinación del número de frutos y semillas por kilogramo, se tomaron 4 repeticiones de 100 g a 1.000 g, dependiendo del tamaño de los mismos. En la determinación del contenido de humedad se realizaron cuatro repeticiones de igual peso y se llevó a estufa a 75 °C, hasta peso constante, el porcentaje se refiere a peso húmedo. La determinación del contenido de humedad en base húmeda expresa la relación existente entre el peso del agua presente en la semilla o muestra y el peso total del mismo.

En la determinación del peso de frutos y semillas se tomaron entre 100 a 200 muestras individuales.

El porcentaje de impurezas se referenció en función al remanente luego del conteo individual y que es material ajeno al seminal, incluye tierra, piedras, palos, hojas, cortezas y no los desprendimientos de la misma semilla a causa del manipuleo.

Todas las muestras fueron extraídas al azar del lote.

Estos ensayos se realizaron según las Reglas Internacionales de Ensayos de Semillas (International... 1976).

b) Los ensayos de germinación comprendieron:

- la determinación del porcentaje de germinación,
- tratamiento pregerminativo,
- el número de días del ensayo,
- el tiempo para el inicio de la germinación,
- la determinación del contenido de humedad.

Estos ensayos se realizaron en umbráculo (a la sombra), utilizando cajas de germinación con mezcla de arena, arcilla y materia orgánica en iguales proporciones con temperaturas de suelo entre 25 °C a 30 °C. Se realizó un riego diario.

En todos los casos los tratamientos son aleatorios con cuatro repeticiones de 25/50/100 semillas en cada una. Las metodologías empleadas se ajustaron a las indicadas por las Reglas Internacionales de Ensayos de Semillas (International, 1976).

En situaciones donde la especie presentó problemas en la homogeneidad, porcentaje y tiempo en la germinación se realizaron

tratamientos pregerminativos que consistieron en:

- imbibición en agua a diferentes tiempo y temperaturas,
- escarificación mecánica con papel de lija fina,
- estratificación con elevados porcentajes de materia orgánica (mayor al 50% de la mezcla) en la mezcla del sustrato.

La materia orgánica que se utilizó fue de cualquier tipo de materia vegetal en estado de descomposición avanzada (caso aserrín de madera proveniente de aserraderos).

c) Almacenamiento. Consiste en acondicionar las semillas de modo que puedan ser conservadas el mayor tiempo posible manteniendo elevado su porcentaje de germinación. En general esto se realizó en la forma de semillas secas, sanas, guardadas en frascos de vidrio a temperatura ambiente y/o en bolsas de polietileno de 20 micrones en heladera familiar (8 °C).

Las planillas utilizadas para el levantamiento de datos de los ensayos realizados fueron una adaptación a las utilizadas por Blaser, J., 1985.

VI. RESULTADOS

Los resultados de los ensayos analíticos y de germinación del presente trabajo corresponden a las especies nativas detalladas por nombre común o vernáculo, científico y familia botánica, tipo de fruto y forma de dehiscencia para el caso de frutos secos. Anexo I.

Las épocas óptimas de recolección de frutos maduros en árbol o en el suelo se presentan en Anexo II.

La clasificación preliminar de las semillas en ortodoxas o recalcitrantes, que servirá para encarar los estudios de almacenamiento, para algunas de las semillas en estudio se presenta como Anexo III.

Los resultados obtenidos por especie en los ensayos cuantitativos están presentados en la tabla I. Cuando no aparecen datos de semillas como en los casos de: *B. riedelia-num*, *M. frondosus* y *E. edulis* fue porque el acondicionamiento se hizo en la forma de fruto completo.

Los resultados obtenidos por especie

Tabla I. Análisis cuantitativo de semillas forestales nativas.

Especie Nombre científico	Nombre vernáculo	Peso del fruto fresco en g		Número de frutos frescos en promedio por kg	Número de semillas por fruto rango > frec.	Peso de la semilla en g		Número de semillas en promedio por kg	Porcentaje de impureza en semillas comerciales	Porcentaje de humedad de las semillas	
		x	s			x	s				
<i>Holocalyx balansae</i>	Alecrín	2,5	0,7	400	1-2	1	1,8	0,8	724	—	41,8
<i>Cordia trichotoma</i>	Peteribí	0,03		29.457		1	0,03		37.453	32,9	9,3
<i>Cupania vernalis</i>	Camboata	1,84	0,7	662	1-3	3	0,35		2.825	13,0	32,0
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	Aguaí	2,26	0,5	484	2-5	4	0,25	0,05	4.295	—	—
<i>Didimopanax morototoni</i>	Cacheta	0,36	0,14	3.518	1-3	3	0,03	0,01	38.829	6,5	17,4
<i>Trichilla catigua</i>	Catigua	—	—	—	—	—	0,73	0,09	1.476	—	—
<i>Tabebuia ipé</i>	Lapacho negro	15,8	5,20	63		192 *	0,05	0,02	18.200	—	41,0
<i>Tabebuia ipé</i>	Lapacho negro	15,8	5,20	63		192 *	—	—	29.000	—	6,9
<i>Tabebuia ipé</i>	Lapacho negro	—	—	—	—	—	0,01	—	143.500	—	6,3
<i>Tabebuia alba</i>	Lapacho amarillo	—	—	—	—	—	0,01	—	143.500	—	6,3
<i>Cedraela fisilis</i>	Cedro	13,2	2,40	76		52 *	0,03	0,001	35.500	—	10,0
<i>Eugenia sp.</i>	Cerella	3,2	1,05	323	0-5	1	0,48	0,11	2.373	—	51,0
<i>Myrocarpus frondosus</i>	Inciense	0,13	0,07	9.900	—	1	—	—	—	—	12,0
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Timbó	13,8	4,50	83		18	0,195	—	5.000	—	—
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	Guatambú	0,48	0,24	2.052	0-4	2	—	—	—	—	—
<i>Parapiptadenia rigida</i>	Anchico colorado	1,15	0,26	900		12 *	0,027	—	36.100	—	20,0
<i>Apuleia leiocarpa</i>	Grapia	0,21	0,06	5.400	0-2	1	0,07	0,02	12.250	—	8,9
<i>Cleditsia amorphoides</i>	Espina corona	5,73	1,48	145		5 *	0,27	0,07	3.980	—	—
<i>Ocotea diospyfolia</i>	Laurel ayui	1,12	0,24	900	—	1	0,37	0,15	2.717	—	54,0
<i>Peltosporum dubium</i>	CAña fistola	0,17	0,04	5.280	1-2	—	0,05	—	21.513	—	—
<i>Bastardiopsis densiflora</i>	Loro blanco	0,01	—	103.356	0-5	2 *	—	—	371.000	30,0	—
<i>Cabralea oblongifolia</i>	Cancha-rana	15,54	3,4		78	10 *	0,54	0,12	2.544	24,0	60,0
<i>Ocotea puberula</i>	Laurel guaica	0,17	0,05	6.390	—	1	0,06	—	16.234	—	—
<i>Lonchocarpus muelhbergianum</i>	Rabo molle	1,41	0,42	625	1-4	1	0,64	0,11	1.900	—	10,0
<i>Astronium balansae</i>	Urunday	0,01	0,01	150.000	—	1	—	—	—	14,0	53,0
<i>Allophylus edulis</i>	Cocu	0,24	0,04	4.150		1	0,05	—	20.000	—	30,00
<i>Patagonula americana</i>	Guayubirá	0,033	0,01	25.346		1	0,017	0,004	43.934	42,0	—

Tabla I. Continuación

Especie Nombre científico	Nombre vernáculo	Peso del fruto fresco en g		Número de frutos frescos en promedio por kg	Número de semillas por fruto rango > frec.	Peso de la semilla en g		Número de semillas en promedio por kg	Porcentaje de impureza en semillas comerciales	Porcentaje de humedad de las semillas	
		x	s			x	s				
<i>Euterpe edulis</i>	Palmito	1,08	0,23	960	1-3	1	1,08	—	895	0,5	37,0
<i>Eugenia guaviroba</i>	Guavirá	4,90	1,3	215	1-3	—	0,05	0,01	20.100	—	13,0
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	Palo	0,96	0,18	1.249	2-5	3 *	0,046	0,009	9.720	12,0	61,0

* Promedio.

Fuente: Programa "Semillas Forestales Nativas". Eibl, B. y otros. ISIF-Fac. de Cs. Ftales. UNaM. Eldorado, Misiones, R. A., 1994.

como ensayos de germinación se presentan en la tabla II. Cuando no aparecen datos del contenido de humedad en las semillas al momento del ensayo como el caso de: *B. riedelianum*, *E. contortisiliquum*, *P. dubium*, *G. amorphoides*, fue porque la pérdida de humedad no es significativa en el corto tiempo.

VII. DISCUSION

En el trabajo realizado por Amaral, D. y Araldi, D., 1979, se mencionaron valores de números de semillas por kilogramo que para el caso de *P. dubium*, *M. frondosus*, *C. fissilis*, *A. leiocarpa*, *C. trichotoma* y *E. contortisiliquum* son de escasa diferencia con los del presente trabajo. Sin embargo hay diferencias significativas con especies como *C. oblongifoliola*, *T. ipé* y *P. rigida*, debido posiblemente, a que los contenidos de humedad de las semillas, en ambos trabajos, hayan sido diferentes en el momento de la pesada. Los meses de recolección de frutos maduros para la zona de Rio Grande do Sul son similares a los correspondientes a la Provincia de Misiones (Eibl, B., 1994), para las especies estudiadas, coincidentes en ambos trabajos.

Bonner, F., 1990, describe a las semillas ortodoxas por sus posibilidades de conservación de las mismas, secadas a temperatura ambiente y almacenadas a bajas temperaturas; para los casos analizados del proyecto únicamente se trabajó con conservación a

temperatura ambiente y en frascos de vidrio, a los fines de su clasificación como tal.

Bianchetti, A., 1981, describe en su trabajo las formas de beneficiamiento utilizadas por el proyecto. Las consideraciones sobre el momento de maduración fisiológica óptimo, son coincidentes con las fases fenológicas de plenitud y fin de fase de maduración de frutos (fase de cambio de color) utilizados en este trabajo (Eibl, B., 1994).

El control del contenido de humedad de las semillas es el punto clave para realizar ensayos de almacenamiento en frío con las semillas recalcitrantes, a los fines de mejorar su viabilidad, tal como lo expone Orozco-Vázquez, 1990.

Los datos de recolección de frutos indicados por Brack y Weik, 1993, para el caso de las siguientes especies: *C. trichotoma*, *D. morotoni*, *C. fissilis*, *E. contortisiliquum*, *B. riedelianum*, *P. rigida*, *A. leiocarpa*, *G. amorphoides*, *O. diospyrifolia* y *P. dubium*, de la flora nativa del Paraguay, están contenidos en las fechas indicadas de recolección de frutos maduros para la zona de estudio, Provincia de Misiones (Eibl, B., 1994).

VIII. CONCLUSIONES

Se pueden dividir los frutos y semillas estudiadas en varios grupos:

1) Un primer grupo que son aquellas especies cuyos frutos son de fácil cosecha, las semillas germinan fácilmente (sin tratamiento pregerminativo), en poco tiempo (ele-

Tabla II. Ensayos de germinación de semillas forestales nativas.

Especie Nombre científico	Nombre vernáculo	Número de días del ensayo	Tratamiento pregermina- tivo	Número de días para el inicio de la germinación	Porcentaje de germinación	Porcentaje de humedad
<i>Holocalyx balansae</i>	Alecrín	180	estratif.	90	90	41,8
<i>Cordia trichotoma</i>	Peteribí	120	s/trat.	60	14	9,3
<i>Cupania vernalis</i>	Camboata	100	s/trat.	30	40	32,0
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	Aguaí	75	s/trat.	30	68	—
<i>Eugenia guaviroba</i>	Guavirá	40	s/trat.	6	55	13,0
<i>Trichilla catiguá</i>	Catiguá	90	s/trat.	60	78	—
<i>Tabebuia ipé</i>	Lapacho negro	22	s/trat.	9	54	69,5
<i>Tabebuia ipé</i>	Lapacho negro	40	s/trat.	11	58	42,0
<i>Tabebuia alba</i>	Lapacho amarillo	17	s/trat.	8	24	6,9
<i>Cedraela fisilis</i>	Cedro	16	s/trat.	6	52	6,3
<i>Eugenia sp.</i>	Cerella	30	s/trat.	10	60	10,0
<i>Myrocarpus frondosus</i>	Incienso	42	s/trat.	30	80	51,0
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Timbó	24	s/trat.	14	75	12,0
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	Guatambú	20	s/trat.	—	—	—
<i>Parapiptadenia rigida</i>	Anchico colorado	20	escarif. mec.	10	80	—
<i>Apuleia leiocarpa</i>	Grapia	120	estratif.	43	40	—
<i>Cleditsia amorphoides</i>	Espina corona	28	s/trat.	7	92	20,0
<i>Euterpe edulis</i>	Palmito	90	s/trat.	24	30	8,9
<i>Peltophorum dubium</i>	Caña fistola	23	s/trat.	—	—	—
<i>Bastardiopsis densiflora</i>	Loro blanco	23	escarif. mec.	7	70	—
<i>Cabralea oblongilofiola</i>	Cancharana	135	estratif.	90	70	37,0
<i>Patagonula americana</i>	Guayubirá	21	s/trat.	14	8	—
<i>Lonchocarpus muehlbergianum</i>	Rabo molle	21	escarf. mec.	7	72	—
<i>Astronium balansae</i>	Urunday	18	s/trat.	5	3	—
<i>Allophylus edulis</i>	Cocu	60	s/trat.	34	56	60,0
		50	s/trat.	28	16,5	—
		60	s/trat.	30	76	10,0
		18	s/trat.	5	30	53,0
		45	s/trat.	13	44,5	30,0

Fuente: Programa "Semillas Forestales Nativas". Eibl, B. y otros. Fac. de Cs. Ftales. UNaM. Eldorado, Misiones, R. A., 1994.

vada homogeneidad), con elevada energía germinativa (pocos días para el mayor porcentaje de germinación), como es el caso de las semillas de: *Myrocarpus frondosus*, *Tabebuia ipé* y *T. alba*, *Cedrela fissilis*, *Parapiptadenia rigida*, *Cabralea oblongifoliola*, *Lonchocarpus muehlbergianum*, *Eugenia* sp. y *Astronium balansae*. Estas mismas especies presentan el inconveniente de que sus semillas son recalcitrantes, motivo por el cual las condiciones para su almacenamiento exigen mantener determinados niveles de humedad para garantizar su viabilidad.

2) Un segundo grupo cuyas semillas exigen un tiempo de estratificación para germinar, de tres a cuatro meses en cajas de germinación con abundante materia orgánica, como es el caso del *Balfourodendron riedelianum* (sembrados como fruto completo, por ser de difícil separación de las semillas), *Euterpe edulis* y *Holocalix balansae* (también sembrados como fruto completo ya que son uniseminados y cuya cubierta seminal no presenta interferencias en la germinación), mientras que especies como el *Chrysophyllum gonocarpum*, *Cupania vernalia* y *Trichilla catiguá*, presentan una fácil separación de sus semillas del fruto. Las especies de este grupo presentan una energía germinativa baja, por lo que requieren un tiempo de hasta 6 meses para completar la germinación. Son frutos de fácil cosecha en el suelo en la forma de frutos frescos maduros. El almacenamiento en bolsas de arpillera a temperatura ambiente, por más de un año solamente es posible para el caso del *B. riedelianum*, mientras que el *H. balansae*, *E. edulis* y *C. vernalis* pueden prolongar su viabilidad cuando se conservan en heladera a 6-8 °C.

3) Un tercer grupo de semillas cuya cubierta seminal exige una escarificación mecánica con papel de lija fina que a los fines de los ensayos se realizó en forma manual, presentan elevada energía germinativa, alto porcentaje de germinación y gran homogeneidad cuando son tratadas por este medio, tal es el caso de las semillas de *Enteolobium contortisiliquum*, *Peltophorum dubium* y *Gleditsia amorphoides*. Las semillas de *Apuleia leiocarpa* que pertenecen a este grupo, que a los fines del ensayo no se incluyó la escarificación, posiblemente mejore su porcentaje con este tratamiento. Estos

frutos son de fácil cosecha en el suelo a excepción de la *P. dubium* cuya cosecha se debe realizar en el árbol. Las semillas de estas especies por ser de características ortodoxas pueden ser conservadas cuando la semillas se presentan secas, sanas y separadas de los frutos y mantienen la viabilidad por varios años.

4) Un cuarto grupo de especies como *Cordia trichotoma*, *Bastardiopsis densiflora*, *Patagonula americana* y *Didimopanax morotoni*, de fácil cosecha en el suelo, cuando se extienden mantas bajo los árboles en el momento fenológico de plenitud de caída de frutos, presentan una germinación de porcentaje bajo (menor al 20%); estas especies exigen un estudio más detallado.

A pesar de haber tomado la precaución de trabajar con lotes de diferentes procedencias y años para la misma especie, se notan diferencias en las características cuantitativas y de germinación cuando se comparan con las bibliografías referenciadas. Estas diferencias se deben básicamente a que los porcentajes de humedad con que se trabajan varían y a que hay diferencias cuando las semillas cosechadas son de árboles selectos por su aspecto fenotípico. En este trabajo las semillas en general están representadas por la población de árboles de la especie.

IX. AGRADECIMIENTOS

A los Sres. Federico Robledo y Martín Bogado por su ayuda a los equipos de cosecha de frutos, y sugerencias a los Ing. Luis A. Grance y Domingo C. Maiocco por su permanente apoyo; a la Ing. Alicia Bohren por las identificaciones del material; al Sr. Marcelo da Cunha quien colaboró en algunos ensayos de laboratorio; al Ing. Nicolás Kelsey por las traducciones al inglés y a la Dra. Florencia Montagnini de la Universidad de Yale (EE.UU.) por el incentivo al trabajo y los trámites ante la Fundación A. W. Mellon, cuyos fondos hacen posible este proyecto.

X. BIBLIOGRAFIA CITADA

AMARAL, D. y D. B. ARALDI. Contribuição ao estudo das sementes de essências y florestais nativas do estado de Rio Grande do Sul. Trigo y Soja. Boletín Técnico N° 43, Porto Alegre, Brasil, 1979.

BIANCHETTI, A. Produção e tecnologia de sementes de espécies florestais. EMBRAPA. Doc. Nº 02, nov. 1981. Colombo, Paraná, Brasil.

BOLETIN MENSUAL AGROMETEO-ROLOGICO. Serie Técnica Mensual y Resumen Anual. Período 1984/1994. ISIF, Fac. de Cs. Forestales, Eldorado, Misiones, 1994.

BONNER, F. T. Storage of Seed. Potential and limitations for Germoplasm conservation. *Forest Ecology and Management*, 35 (1990) 35-43.

BLASER, J. El uso de un juego de formularios en la investigación básica de propagación de especies forestales poco conocidas. En *Taller Nacional Semillas y Viveros Forestales*. Ed. Rojas, F. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, pp. 224-259, 1985.

BRACK, W. y J. WEIK. Bosque nativo

del Paraguay. Riqueza subestimada. Serie Nº 15. Proyecto Planificación del Uso de la Tierra. DGP/MAG-GTZ. Asunción, Paraguay, 1993.

EIBL, B., F. SILVA, F., A. BOBADILLA Y G. OTTENWELLER. Fenología de Especies Forestales Nativas en Misiones. Serie Técnica. ISIF. Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado, Misiones, 1994. Aceptado para publicación.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. 1985. International Rules for Seed Testing (Holanda) 13 (2): 322-350.

OMETTO, J. C. Bioclimatología Vegetal. Ed. Agronómica. Ceres Ltda. San Pablo. 1981. Brasil.

OROZCO-SEGOVIA, A. y C. VAZ-QUES-YANES. Effect of moisture on longevity in seeds of some Rain Forest Species. *Biotropica* 22 (2), 1990.

ANEXO 1.

Listado de especies por nombre científico y común, familia, tipo de fruto y dehiscencia para el caso de frutos secos.

Nombre científico	Nombre común	Familia	Tipo de fruto	Dehiscencia
<i>Holocalyx balansae</i>	Alecrín	Leguminosa	drupa	—
<i>Cordia trichotoma</i>	Loro negro, Peteribí	Borraginácea	drupa	—
<i>Cupania vernalis</i>	Camboata	Sapindácea	cápsula	dehisciente
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	Aguaí	Sapotacea	baya	—
<i>Didimopanax morototoni</i>	Cacheta	Araliácea	baya	—
<i>Trichilla catigua</i>	Catigua	Meliácea	cápsula	dehisciente
<i>Tabebuia ipé</i>	Lapacho negro	Bigoniácea	cápsula	dehisciente
<i>Tabebuia alba</i>	Lapacho amarillo	Bigoniácea	cápsula	dehisciente
<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro	Meliácea	cápsula	dehisciente
<i>Eugenia sp.</i>	Cerella	Mirtácea	baya	—
<i>Myrocarpus frondosus</i>	Incienso	Leguminosa	legumbre samaróide	indehisciente
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Timbó	Leguminosa	legumbre	indehisciente
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	Guatambú blanco	Rutácea	tri-samara	indehisciente
<i>Parapiptadenia rigida</i>	Anchico colorado	Leguminosa	legumbre	dehisciente
<i>Apuleia leiocarpa</i>	Grapia	Leguminosa	legumbre	indehisciente
<i>Gleditsia amorphoides</i>	Espina corona	Leguminosa	legumbre	indehisciente
<i>Ocotea diospyrifolia</i>	Laurel ayuí	Laurácea	baya	—
<i>Peltophorum dubium</i>	Caña fistola	Leguminosa	samara	indehisciente
<i>Bastardiopsis densiflora</i>	Loro blanco	Malvácea	cápsula	dehisciente
<i>Cabralea oblongifoliola</i>	Cancharana	Meliácea	cápsula	dehisciente
<i>Ocotea puberula</i>	Laurel guaica	Laurácea	baya	—
<i>Lonchocarpus muehlbergianum</i>	Rabo molle	Leguminosa	legumbre samaróide	indehisciente
<i>Astronium balansae</i>	Urunday	Anacardiácea	drupa	—
<i>Allophylus edulis</i>	Cocu	Sarpindácea	drupa	—
<i>Patagonula americana</i>	Guayubirá	Borraginácea	drupa	—
<i>Euterpe edulis</i>	Palmito	Palmácea	drupa	—
<i>Eugenia guaviroba</i>	Guavirá	Mirtácea	baya	—
<i>Aspidosperma plyneuron</i>	Palo rosa	Apocinácea	folículo	dehisciente

Fuente: Cátedra de Dendrología Foestal, Bohren, A. y otros. Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. Eldorado, Misiones, R. A. 1994.

ANEXO II

Epocas y formas de recolección de frutos maduros de las especies en estudio. En la Provincia de Misiones, R. A.

Nombre científico	Nombre común	Familia	Epocas de recolección(1)	Formas de recolección(*) (**)
<i>Holocalyx balansae</i>	Alecrín	Leguminosa	noviembre a diciembre	suelo
<i>Cordia trichotoma</i>	Loro negro, Peteribí	Borraginácea	abril a julio	suelo
<i>Cupania vernalis</i>	Camboata	Sapindácea	noviembre	suelo
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	Aguaí	Sapotacea	octubre	suelo
<i>Didimopanax morototoni</i>	Cacheta	Araliácea	mayo a julio	suelo
<i>Trichilla catiguá</i>	Catigua	Meliácea	junio	suelo
<i>Tabebuia ipé</i>	Lapacho negro	Bignoniácea	octubre	árbol
<i>Tabebuia alba</i>	Lapacho amarillo	Bignoniácea	octubre	árbol
<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro	Meliácea	mayo a julio	árbol
<i>Eugenia</i> sp.	Cerella	Mirtácea	octubre	suelo
<i>Myrocarpus frondosus</i>	Incienso	Leguminosa	noviembre	suelo
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Timbó	Leguminosa	abril a agosto	suelo
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	Guatambú blanco	Rutácea	abril a julio	suelo
<i>Parapiptadenia rigida</i>	Anchico colorado	Leguminosa	mayo a junio	árbol
<i>Apuleia leiocarpa</i>	Grapia	Leguminosa	marzo	suelo
<i>Gleditsia amorphoides</i>	Espina corona	Leguminosa	marzo a octubre	suelo
<i>Ocotea diospyrifolia</i>	Laurel ayuí	Laurácea	febrero	suelo
<i>Peltophorum dubium</i>	Caña fistola	Leguminosa	marzo a junio	árbol
<i>Bastardiopsis densiflora</i>	Loro blanco	Malvácea	octubre a noviembre	árbol
<i>Cabralea oblongifolia</i>	Cancharana	Meliácea	octubre a noviembre	árbol
<i>Ocotea puberula</i>	Laurel guaica	Laurácea	noviembre	suelo
<i>Lonchocarpus muehlbergianum</i>	Rabo molle	Leguminosa	abril a junio	árbol
<i>Astronium balansae</i>	Urunday	Anacardiácea	febrero	árbol
<i>Allophylus edulis</i>	Cocu	Sarpindácea	noviembre	árbol
<i>Patagonula americana</i>	Guayubirá	Borraginácea	noviembre	suelo
<i>Euterpe edulis</i>	Palmito	Palmácea	mayo a setiembre	suelo
<i>Eugenia guaviroba</i>	Guavirá	Mirtácea	noviembre	suelo
<i>Aspidosperma ptyneuron</i>	Palo rosa	Apocinácea	julio	suelo

Fuente: Proyecto "Fenología de especies forestales nativas misioneras" y "Programa semillas forestales nativas". Eibl, B. y otros. ISIF. Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. Eldorado, Misiones, 1994.

(1) Especies como la cancharana y alecrín presentan frutos maduros en otras épocas del año.

* La recolección en el suelo se realiza extendiendo mantas o carpas al pie del árbol en el momento fenológico de plenitud de caída de frutos.

** La recolección en el árbol se realiza trepando al árbol y/o utilizando pértigas; este método es recomendado cuando los frutos son persistentes y cuando la cosecha debe realizarse antes de la dehiscencia, que coincide con el momento fenológico de fin de fase de maduración de frutos (fin de fase de cambio de color).

ANEXO III

Clasificación de semillas forestales nativas en ortodoxas o recalcitrantes, para definir ensayos de almacenamiento (estudio preliminar).

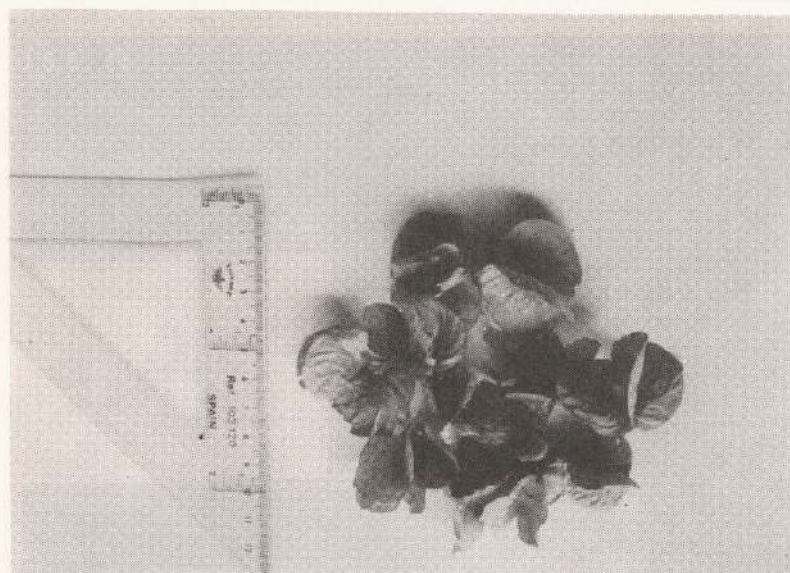
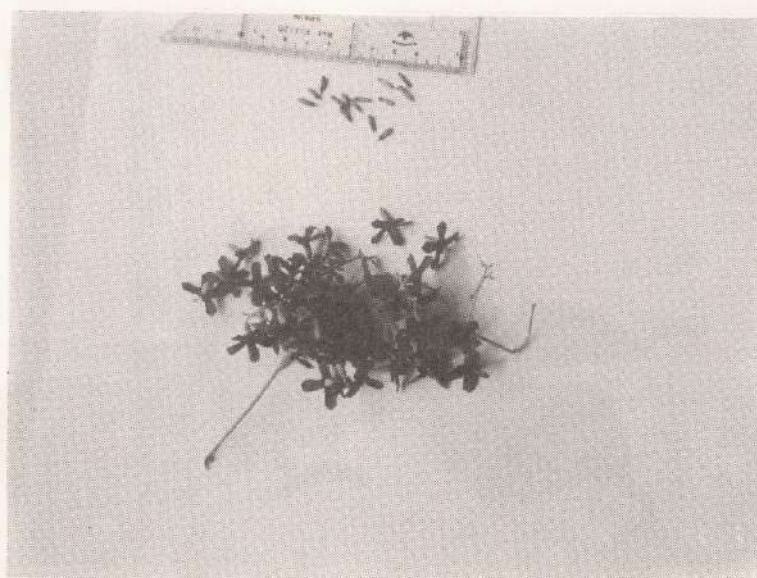
Nombre científico	Nombre común	Familia	Tipo de semilla
<i>Holocalyx balansae</i>	Alecrín	Leguminosa	recalcitrante
<i>Cordia trichotoma</i>	Loro negro, Peteribí	Borraginácea	recalcitrante
<i>Cupania vernalis</i>	Camboata	Sapindácea	recalcitrante
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	Aguaí	Sapotacea	—
<i>Didimopanax morototoni</i>	Cacheta	Araliácea	recalcitrante*
<i>Trichilla catiguá</i>	Catigua	Meliácea	—
<i>Tabebuia ipé</i>	Lapacho negro	Bignoniácea	recalcitrante
<i>Tabebuia alba</i>	Lapacho amarillo	Bignoniácea	recalcitrante
<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro	Meliácea	recalcitrante
<i>Eugenia</i> sp.	Cerella	Mirtácea	—
<i>Myrocarpus frondosus</i>	Incienso	Leguminosa	recalcitrante
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Timbó	Leguminosa	ortodoxa
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	Guatambú blanco	Rutácea	ortodoxa
<i>Parapiptadenia rigida</i>	Anchico colorado	Leguminosa	recalcitrante
<i>Apuleia leiocarpa</i>	Grapia	Leguminosa	ortodoxa
<i>Gleditsia amorphoides</i>	Espina corona	Leguminosa	ortodoxa
<i>Ocotea diospyrifolia</i>	Laurel ayuí	Laurácea	recalcitrante
<i>Peltophorum dubium</i>	Caña fistola	Leguminosa	ortodoxa
<i>Bastardiopsis densiflora</i>	Loro blanco	Malvácea	recalcitrante
<i>Cabralea oblongifoliola</i>	Cancharana	Meliácea	recalcitrante
<i>Ocotea puberula</i>	Laurel guaica	Laurácea	recalcitrante
<i>Lonchocarpus muehlbergianum</i>	Rabo molle	Leguminosa	recalcitrante
<i>Astronium balansae</i>	Urunday	Anacardiácea	recalcitrante
<i>Allophylus edulis</i>	Cocu	Sarpindácea	—
<i>Patagonula americana</i>	Guayubirá	Borraginácea	—
<i>Euterpe edulis</i>	Palmito	Palmácea	recalcitrante
<i>Eugenia guaviroba</i>	Guavirá	Mirtácea	—
<i>Aspidosperma plyneuron</i>	Palo rosa	Apocinácea	recalcitrante

Fuente: Programa "Semillas Forestales Nativas". Eibl, B. y otros. Fac. de Cs. Ftales. UNaM. Eldorado, Misiones, R. A., 1994.

* Semillas ortodoxas: aquellas semillas que permiten ser secadas a temperatura ambiente y conservadas en frío.

** Semillas recalcitrantes: aquellas semillas que no toleran bajos límites de deshidratación.

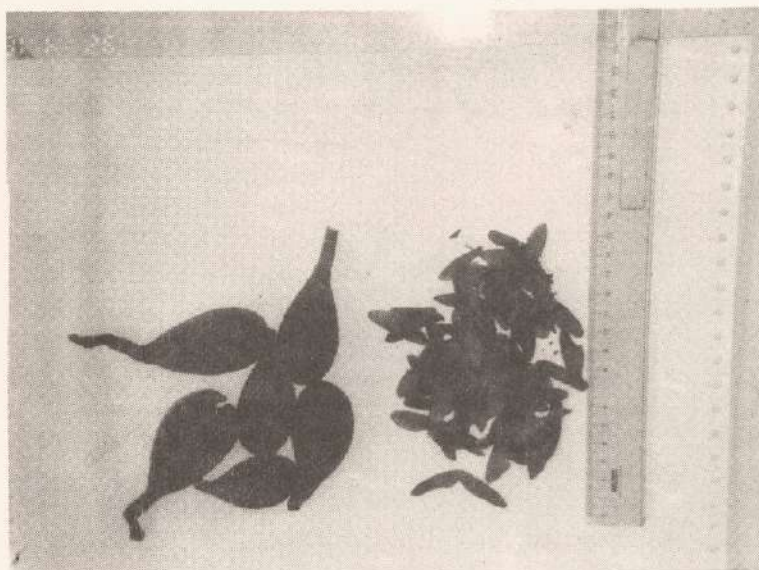
Frutos y semillas de
Cordia trichotoma



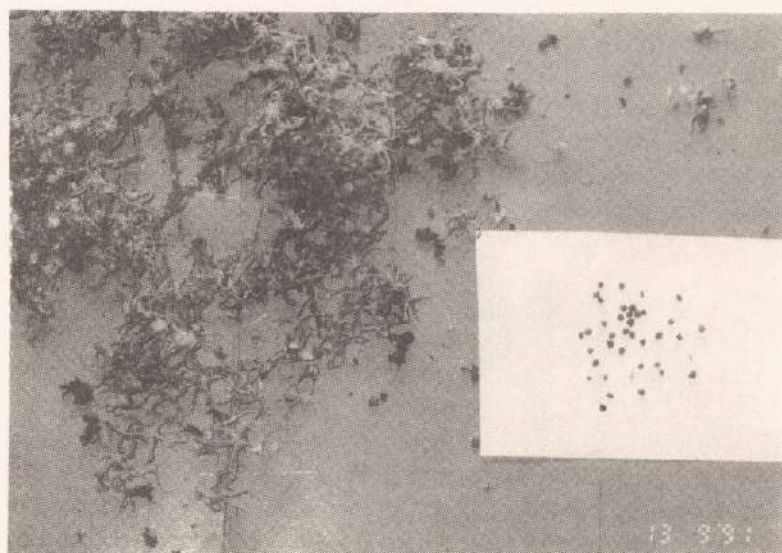
Frutos de
*Balfouroendron
riedelianum*

Frutos y semillas de
*Enterolobium
contortisiliquum*

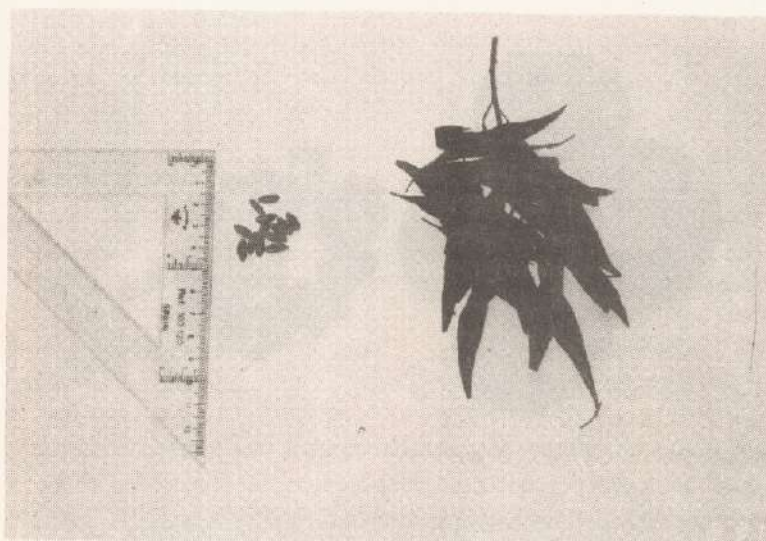




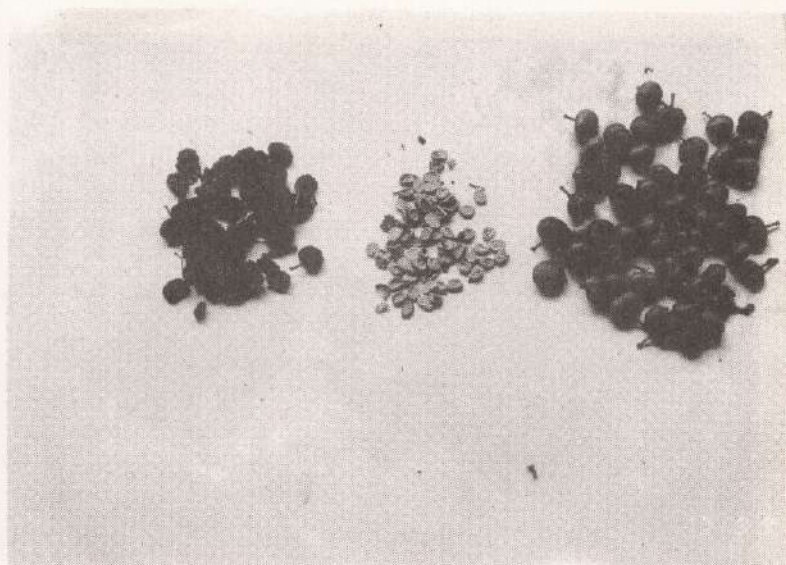
Frutos y semillas de
Cedreia fissilis



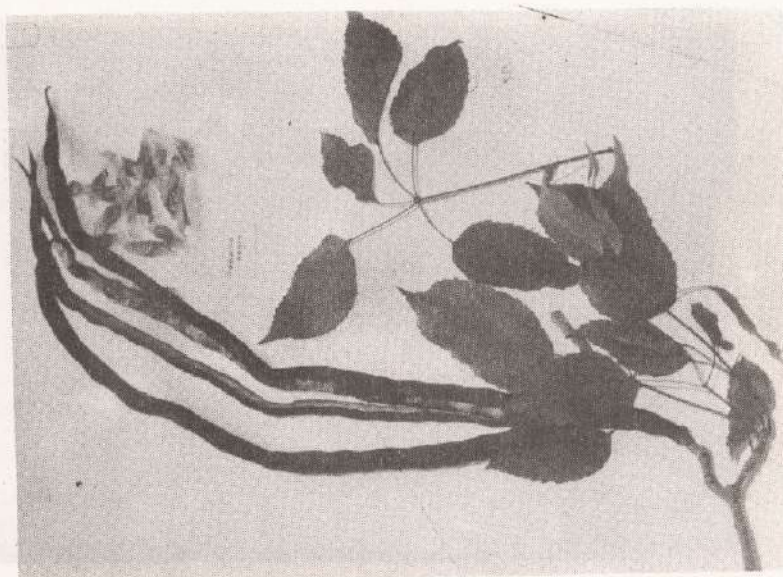
Frutos de
Bastardiopsis
densiflora



Frutos y semillas de
Peltophorum dibium



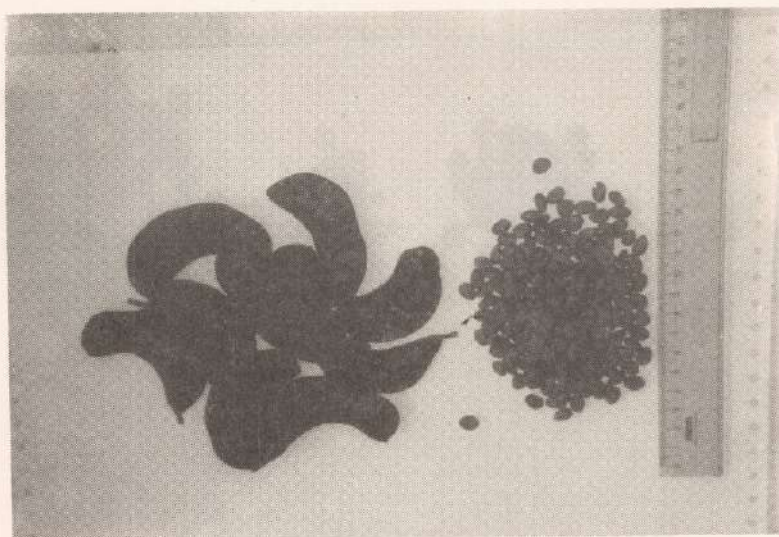
Frutos y semillas de
Didimopanax morototoni



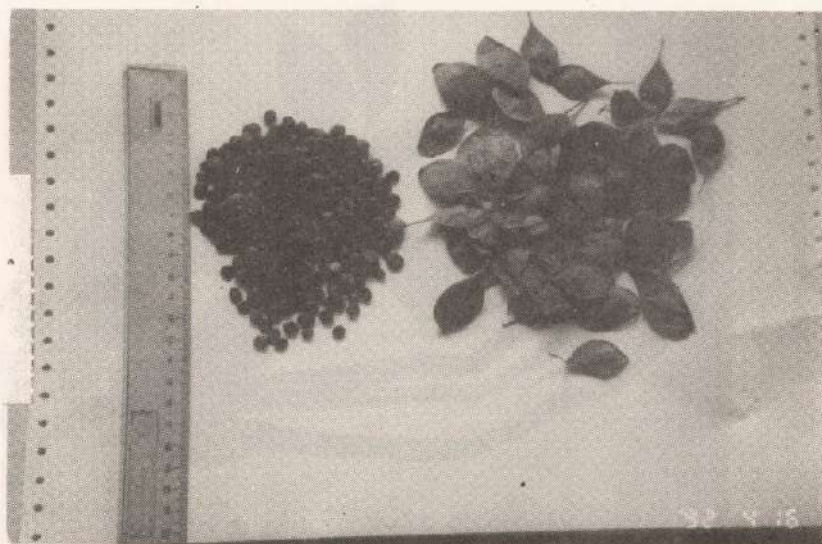
Frutos de
Tabebuia ipe



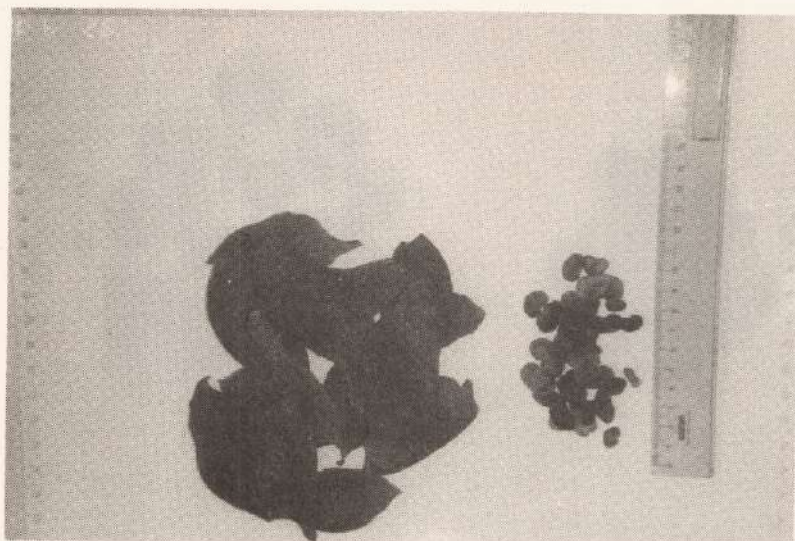
Frutos y semillas de
Holocalyx balansae



Frutos y semillas de
Gleditsia amorphoides



Frutos y semillas de
Apuleia leiocarpa



Frutos y semillas de
Lonchocarpus muehlbergianum

Productividad de hojas, flores y frutos en el Parque Nacional Iguazú

L. Guillermo PLACCI*
Sandra I. ARDITI
Liliana E. CIOTEK

RESUMEN

El objetivo de este trabajo, es comparar la producción de órganos caducos en dos stands de bosque, en el Parque Nacional Iguazú, Misiones, Argentina. Mediante un relevamiento estructural, se caracterizaron las siguientes unidades: "Bosque Yacaratiá" (B.Y.) con árboles de gran porte y "Bosque Macuco" (B.M.) con individuos de mediano porte. Para estimar la producción, se colocaron en cada ambiente 50 trampas de fruta de 790 cm², ubicados cada 25 m. El material, colectado quincenalmente, fue secado, pesado y separado en los siguientes compartimentos: hojas, ramas, flores, frutos y misceláneas. Los frutos fueron contados e identificados por especie. Ambos bosques produjeron, en un ciclo anual, una cantidad semejante de órganos caducos: 777 g/m²/año (B.Y.) y 731 g/m²/año (B.M.). No se hallaron diferencias significativas al comparar el total anual por compartimento. Las hojas aportaron la mayor biomasa, representando el 67% y 70% de la caída anual para B.Y. B.M. respectivamente. El pico de caída se concentró en septiembre, coincidiendo con el fin de la época de heladas y el comienzo del pico de expansión foliar, registrado por observaciones fenológicas; la ausencia de hojas está limitada a pocas especies y por un tiempo muy breve. La caída de frutos, que representó el 2,8 y 3% (B.Y. y B.M.) del

total anual, presentó picos diferidos. En el B.Y. el pico observado en el verano corresponde principalmente al aporte de frutos de lauráceas, más abundantes en este tipo de bosque, pero con fructificación poco predecible entre años; en tanto que el pico observado en octubre, en el B.M., se debe principalmente al aporte de frutos de *Cupania vernalis*, especie asociada a bosques jóvenes.

Palabras clave: Productividad de hojas, flores y frutos, selva subtropical húmeda, Misiones (Argentina).

SUMMARY

The litterfall of two forests stand in the Iguazú National Park, Misiones, Argentina, was compared. One of them is characterized by the presence of big trees, "Bosque Yacaratiá" (B.Y.); and the other by the presence of median size trees, "Bosque Macuco" (B.M.). 50 fruit traps were placed at 25 m distance in each stand. Litterfall was collected each 15 days, and dried and weight by leaf, flowers, fruits and miscellaneous. Both stands dropped similar quantities of annual

* Laboratorio de Investigaciones Ecológicas de Las Yungas (LIEY). Fac. Cs. Nat. e IML (UNT). CC 34, Yerba Buena, (4107) Tucumán.

litterfall: 777 g/m² (B.Y.) and 731 g/m² (B.M.). Leaf-fall represented 67% and 70% of total annual litterfall for B.Y. and B.M. respectively, with a higher peak in september, at the end of frost season and the beginning of leaf flush. The absence of leaf is reduced to a few species and for a short period of time. Fruit-fall represented 3% of the annual total in both stands but with different peaks of production if dry and fleshy fruit are consider separately. Fleshy fruit production was similar in the two stands (10 g/m²/year) but shows differences in the interannual fluctuation due to the specific composition. So, the coexistence of forest patches with different production patterns, reduce fruit scarcity period for frugivores.

Key words: Leaf, flowers and fruit productivity, subtropical rain forest, Misiones (Argentina).

INTRODUCCION

El estudio de la periodicidad, es de suma importancia para la comprensión de la dinámica de ecosistemas forestales (Fournier, 1976). La estacionalidad climática (temperatura, humedad, lluvias, vientos, fotoperíodo) condiciona cambios en la cantidad y calidad de recursos para las plantas. Así, unos pocos factores limitantes, regulan los períodos de crecimiento y descanso (Lieberman, 1982). En selvas tropicales de Malasia, donde la estacionalidad climática es poco evidente, también se han detectado importantes fluctuaciones en la producción; esto sugiere que los mismos podrían estar determinados por factores biológicos más que por una respuesta a las variaciones climáticas (Leigh, 1982). Las especies adoptarían estrategias de producción de hojas y frutos con fluctuaciones rítmicas de sobreabundancia y escasez como una eficiente defensa contra los consumidores primarios (Smythe, 1982; Leigh, 1982; Foster, 1982). De esta manera, algunas especies arbóreas concentran su producción de hojas y frutos en períodos de sobreproducción, saciando la demanda de folívoros y frugívoros y asegurando su dispersión; pero la corta duración de estos picos de producción actúa como un factor limitante sobre el crecimiento poblacional de sus consumidores (Milton, 1980; Leigh, 1982; Hladick, 1978).

La cuantificación de la productividad de órganos caducos (hojas, flores y frutos) de los principales componentes arbóreos y arbustivos del bosque, permite evaluar la disponibilidad de recursos alimenticios para los consumidores primarios. De esta manera se pueden interpretar fluctuaciones estacionales identificando las épocas de abundancia y escasez de recursos. Las especies que ofertan recursos en las épocas críticas, constituyen un elemento de importancia en la regulación de las poblaciones de consumidores primarios. Muchos estudios sobre estas temáticas han sido realizados en bosques tropicales (Leigh y Windsor, 1978; Foster, 1982; Janson, 1983; Smythe, 1982; Terborgh, 1983; Hladick, 1978) pero es escaso aún el conocimiento en bosques de nuestro país (Placci et al., 1992; Brown, en prep.; Chediack et al., en consid.; Arturi et al., en prep.; Morales y Bustos, com. pers.).

El objetivo de este trabajo es comparar la producción de órganos caducos en dos unidades de bosque en distinto estado de recuperación, luego de una explotación realizada hace más de 50 años, en el Parque Nacional Iguazú, a fin de evaluar la disponibilidad de recursos para consumidores primarios en ambos ambientes.

MATERIALES Y METODOS

El área de estudio se ubica en el sector de reserva del Parque Nacional Iguazú, Misiones, Argentina (25°36,5'S, 34°34'W). Pertenece a la Provincia Fitogeográfica Paranaense. El terreno es suavemente ondulado (200-300 msnm) con suelos lateríticos.

El clima es templado-cálido, con un balance hídrico constantemente positivo, una temperatura media del mes más cálido de 26 °C y del más frío de 14 °C. Las precipitaciones ocurren durante todo el año, con 2 máximas en los meses de abril y octubre, alcanzando los 1800 mm anuales (Ledesma y Boletta, 1972).

En base a un relevamiento estructural, se caracterizaron dos unidades de bosque. Una dominada por un estrato de árboles de gran porte (con alta representatividad de individuos mayores a 40 cm de DAP: diámetro a la altura del pecho), denominada "Bosque Yacaratiá" (B.Y.) y otra, con un estrato arbó-

reo de individuos de mediano porte (entre 5 y 40 cm de DAP), el "Bosque Macuco" (B.M.) (Placci y Giorgis, este volumen). Ambos tipos de bosques fueron explotados antes de la creación del parque, hace unos 50 años. El bosque Yacaratiá es de estructura heterogénea, con áreas de dosel abierto, resultado de un sistema de explotación selectivo en el que los árboles de gran porte son los que, al momento de la explotación, carecían de valor económico. El bosque Macuco, refleja en su estructura, una vieja capuera en recuperación (Placci y Giorgis, este volumen).

Para estimar la producción de órganos caducos (Newbould, 1970) se colocaron en cada ambiente 50 "trampas de fruta". Estas consisten en canastos plásticos de 790 cm², ubicados cada 25 m (área total muestreada = 7,9 m²). El material, colectado quincenalmente, fue secado, pesado y separado en los siguientes compartimentos: hojas, ramas, flores, frutos, artrópodos, materia fecal y misceláneas. Los frutos fueron contados e identificados por especie y separados por su morfología en secos y carnosos.

RESULTADOS

Ambos bosques produjeron, en un ciclo anual, una cantidad equiparable de órganos caducos: 777,59 g/m²/año (B.Y.) y 731,03 g/m²/año (B.M.). La variación mensual de la caída se expresa en la figura 1.

No se hallaron diferencias significativas al comparar el total anual, por compartimento, para ambos bosques.

Las hojas aportaron la mayor biomasa, representando el 67% y 70% de la caída anual para B.Y. y B.M. respectivamente. Analizando la variación mensual, se observa en ambos bosques, un pico entre julio y octubre con valores que superan los 100 g/m²/mes (Fig. 1). La caída de ramitas menores a 1 cm de DAP y los restos de corteza, representaron 19% (B.Y.) y 17% (B.M.) del total, y no reflejaron un patrón de caída definido sino que se observó una gran oscilación en la producción mes a mes.

Las flores, aportaron el 3 y 3,7% del total para B.Y. y B.M. respectivamente. La distribución de esta caída, a lo largo del año, reflejó una época de mínima producción (menor a 1 g/m²/mes) entre marzo y julio, elevándose bruscamente para alcanzar su

pico máximo entre septiembre y noviembre con valores que oscilan entre los 4 y 5 g/m²/mes (Fig. 1).

En ambos bosques, la caída de frutos representó alrededor del 3% del total anual, siendo los valores totales semejantes: 22,1 g/m²/año (B.Y.) y 21,6 g/m²/año (B.M.). La producción osciló entre 0,3 y 1,5 g/m² mensuales entre febrero y agosto de 1991, elevándose bruscamente a partir de septiembre, con un pico de producción en octubre, con 6,9 g/m² en el B.M. y 2,6 g/m² en el B.Y. Al discriminar entre frutos secos y carnosos, se observan picos diferidos entre ambos bosques (Fig. 1); el B.Y. produjo 9,9 g/m² de frutos carnosos y 5 g/m²/año de frutos secos, en tanto que en el B.M. se registró la caída de 10,6 y 15 g/m²/año de frutos carnosos y secos respectivamente.

DISCUSION

La medición de la caída de órganos caducos a través del método empleado, es discutido por algunos autores dada la escasa superficie de muestreo total (Blake et al., 1990). Esto es particularmente importante en selvas de alta diversidad donde existe una baja probabilidad de que cada especie esté muestreada en forma proporcional a su abundancia. Así, en este estudio, la estimación de la caída de frutos es factible sólo para las especies muy abundantes y frecuentes del bosque, mientras que cuantificar la productividad de otras especies no tan comunes, demandaría de una cantidad de trampas prácticamente inmanejable. No obstante esta importante limitación metodológica, los resultados obtenidos permiten una buena estimación de la caída total de cada compartimiento (hojas, flores y frutos) y de las tendencias de su fluctuación estacional, de alto valor comparativo con otros ambientes similares.

Los valores de caída anual de hojas (511 y 521 g/m²) en el P. N. Iguazú, están dentro de los valores más bajos obtenidos para bosques tropicales (entre 530 y 760 g/m², tabla 1). Sin embargo, son considerablemente mayores que los valores obtenidos en otras selvas subtropicales. Brown (en prep.) estimó la caída anual de hojas en 389 g/m² para las selvas subtropicales de montaña argentinas. En estas últimas existe una estacio-

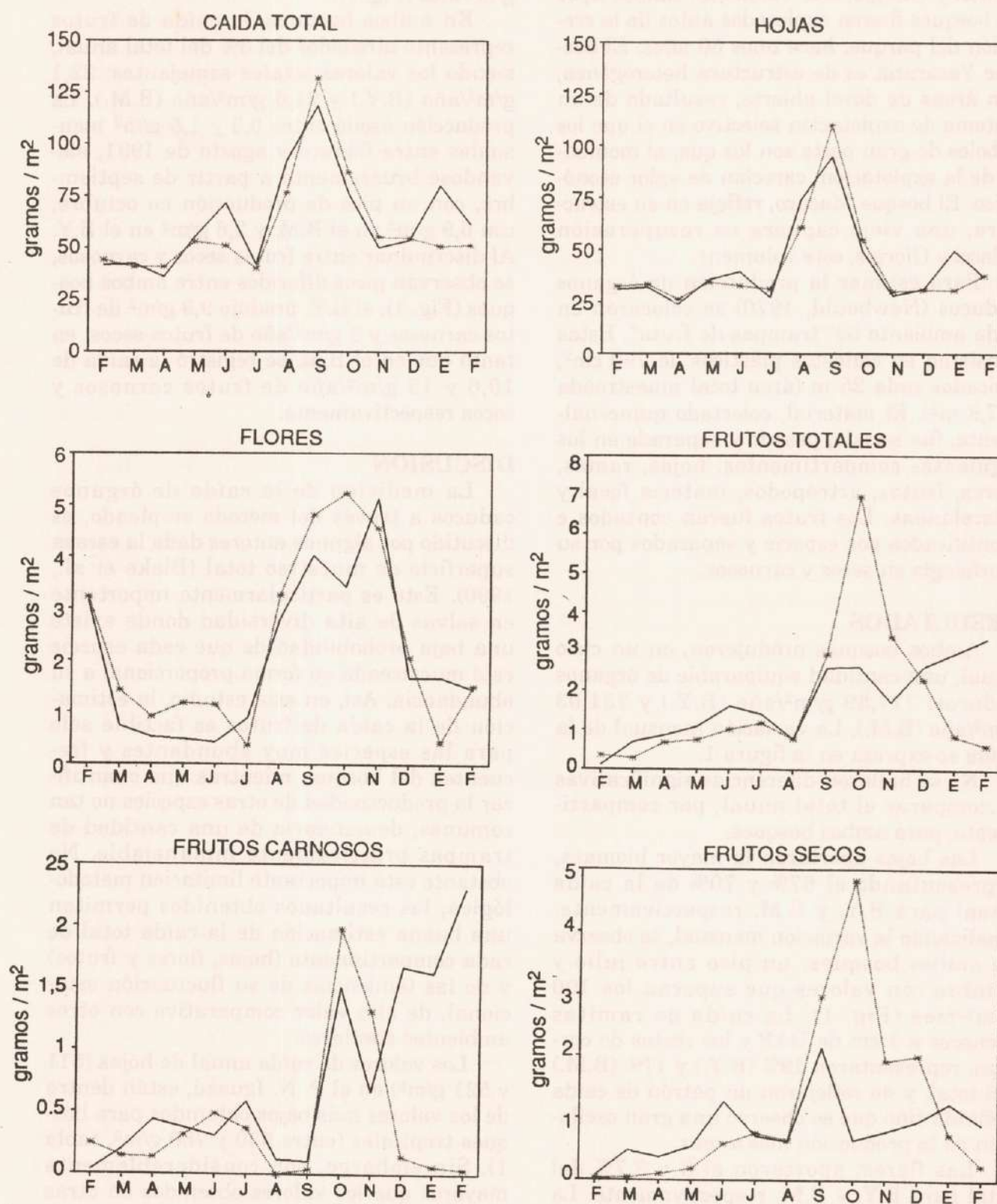


Figura 1. Variación estacional en la caída de hojas, flores, frutos secos y carnosos (g/m²/mes) en dos unidades de bosque del Parque Nacional Iguazú (— Bosque Yacaratiá y —*— Bosque Macuco).

nalidad hídrica muy acentuada, a la que las plantas responden con una elevada sincronización fenológica entre individuos; y el 30% de los árboles pierde su follaje en invierno (Brown, en prep.). En cambio, en la selva de Misiones, si bien existe estacionalidad térmica, no hay una época seca definida. Leigh y Smythe (1982) atribuyen los diferentes niveles de producción de hojas entre sitios a las diferencias climáticas. Así, los valores de caída de hojas para distintos sitios de selvas de tierras bajas son muy similares entre sí a pesar de las grandes diferencias en la composición del suelo. Por el contrario, la producción de frutos está relacionada con la fertilidad del suelo (Leigh y Windsor, 1982). Los valores en la producción anual de frutos para los mismos bosques comparados, presentan diferencias mucho más importantes que los de caída de hojas (entre 20 y 300 g/m²/año) (Tabla 1).

A partir de observaciones fenológicas (Placci, datos no public.) conocemos que el pico de expansión foliar en la selva de Iguazú, se presenta inmediatamente después, y en parte superpuesto con el pico de caída de hojas. Esta estrategia, es característica de ambientes con baja estacionalidad hídrica y estacionalidad térmica moderada, interpretado por Jackson (1978) de la siguiente manera: las especies sincronizan la producción de nuevas hojas con el comienzo de la época cálida; las hojas tienden a permanecer en la planta hasta el momento de la expansión foliar de manera de aprovechar

la traslocación de nutrientes desde las hojas viejas a las nuevas; la época fría es desfavorable para el crecimiento por lo que las especies tenderían a voltear sus hojas; así, existe un balance entre costos de mantenimiento de hojas durante la época desfavorable, y beneficios de llegar a la época de crecimiento sin voltear las hojas. Este balance, condicionado por la longitud de la época fría, es diferente para cada especie, determinando su comportamiento fenológico. En el área estudiada, sin períodos de déficit hídrico y con un período de bajas temperaturas restringido a los meses de julio y agosto, las especies más sensibles a las bajas temperaturas, voltean sus hojas a partir de mediados de julio, coincidiendo con la ocurrencia de heladas y condicionando su comportamiento caducifolio. Este comportamiento, aumenta hacia fines de agosto ocasionando el pico de caída de hojas, que en septiembre se superpone con el recambio de hojas de las especies perennifolias. Así, el período de ausencia total de hojas es relativamente corto y limitado a unas pocas especies.

La interpretación de las fluctuaciones estacionales en la caída de cada compartimiento, en relación a la disponibilidad de recursos para consumidores primarios, se interpreta de manera diferente, según se trate de hojas, flores o frutos.

El pico de caída de hojas, representa el momento a partir del cual éstas dejan de estar disponibles. Como ya se dijo, la expansión se produce inmediatamente a la caída,

Tabla 1. Valores de caída de hojas, flores, frutos y total (g/m²/año) para distintas selvas tropicales y subtropicales del mundo (* = datos extraídos de Leigh y Windsor, 1982).

Lugar y autor		Hojas	Flores-Frutos	Total
Barro Colorado, Panamá	(Foster, 1982)*	578-740		1.089-1.340
Barro Colorado, Panamá	(Leigh y Windsor, 1982)*	536-749	11-37 16-112	853-1.200
Belem, Brasil	(Klinge, 1974, 1975)*	670-780	(40-80)	860-1.070
Banco, Costa de Marfil	(Bernhard, 1970)*	730-920	(39-122)	
Yapo, Costa de Marfil	(Bernhard, 1970)*	570-760	(41-132)	
Kade, Ghana	(Jhon, 1973)*	740	(39)	970
Ipasa, Gabón	(Hladik, 1978)*	650	(51)	1.390
Pasoh, Malasia	(Soepadmo, 1972, 1973)*	530-740	(33)	740-1.021
P. N. El Rey, Argentina	(Brown en prep.)*	389	27	
P. N. Iguazú, Argentina	(este trabajo)*	512-522	23-27 22-21	731-777

por lo que se puede inferir que el recurso "hojas" está disponible en cantidad durante todo el año, con un pico de escasez en agosto. Sin embargo, este recurso, muy estable en cantidad, es muy variable en calidad debido a las variaciones en los contenidos de fibras, dureza, compuestos secundarios, palatabilidad y estadio morfológico de cada especie (Freeland y Janzen, 1974; Gautier-Hion et al., 1985; Schowalter et al., 1986; Kursar y Coley, 1992). De esta manera, el método permite una estimación de la cantidad total producida menos lo consumido en la planta (Terborgh, 1983) pero no podemos inferir en qué momento se encontró disponible, como recurso genuino para sus potenciales consumidores.

A diferencia de las hojas, cada flor o fruto está disponible como recurso para consumidores, durante un tiempo muy corto de maduración que raramente excede la semana (Placci, obs. pers.). Así, las curvas de caída pueden interpretarse como curvas de disponibilidad, diferidas en unos 15 días. Ya que el material fue colectado quincenalmente y que en el análisis se promediaron las 2 colectas mensuales; tanto el recurso flores como frutos podrían considerarse disponibles, siguiendo la misma curva de caída de estos compartimentos. Así, el recurso flores, se caracteriza por una marcada estacionalidad bimodal, muy similar entre ambos stands estudiados, con un pico desde agosto a diciembre y otro menor de febrero y marzo. Esta curva se correlaciona con la curva de abundancia de insectos (Di Bitetti, datos no public.); así, al igual que lo observado para muchos sitios tropicales, la floración está sincronizada con la abundancia de polinizadores (Janzen, 1967; Lieberman, 1982).

Las tendencias estacionales en la caída de frutos son más complejas. Foster (1982) concluye que el momento de fructificación es el resultado de un balance entre las ventajas de florecer en la época de óptimo crecimiento con las de fructificar en el mismo. En la selva del P. N. Iguazú la fructificación, con un pico desde septiembre a noviembre, parecería depender de la sincronización del período de floración con el óptimo de polinización, al comienzo de la época cálida. El comportamiento durante el resto del año es menos claro. Esto se debe a los múltiples factores

que influyen a lo largo de todo el proceso de formación-maduración de los frutos: clima, polinización, abortos, predación, sincronización con la dispersión, etc. Los frutos secos, energéticamente más económicos, con tiempos de formación-maduración cortos como las sámaras, son los primeros en caer en las trampas; ocasionando que el pico de caída de frutos secos, comience antes que el de frutos carnosos.

Las diferencias observadas en la caída anual de frutos secos entre ambos bosques (15 g/m² en B.M. contra 5 g/m² en B.Y.), se deben a la mayor abundancia de especies productoras de frutos secos en el bosque Macuco (215 Ind./ha) respecto al Yacaratiá (115 Ind./ha) (Placci y Giorgis, este vol.).

A diferencia de lo observado para frutos secos, la caída anual de frutos carnosos es muy similar entre ambos bosques (10 g/m² en B.M. y 9,9 g/m² en B.Y.) concordando con valores muy similares en su densidad: 219 Ind./ha en B.M. y 258 Ind./ha en B.Y. (Placci y Giorgis, este vol.). Sin embargo, se presentaron diferencias importantes en su fluctuación estacional. En el B.Y., el pico observado en el segundo verano corresponde principalmente al aporte de frutos de Lauráceas, ausentes el verano anterior. Estas especies poseen tiempos de floración y formación-maduración de frutos muy prolongados por lo que estarían expuestas a muchos períodos críticos, con probabilidad de abortar la fructificación completa. Esto, sumado a su elevada densidad en estas selvas (Placci y Giorgis, este vol.), ocasiona diferencias interanuales marcadas en la producción total de frutos carnosos, haciendo poco predecible la disponibilidad de recursos para frugívoros durante los meses de verano. En el bosque Macuco en cambio, la caída de frutos carnosos durante el segundo verano fue prácticamente nula; mientras que durante el primer verano, aunque no muy abundante, estuvo presente. De esta manera, las fuertes fluctuaciones interanuales en la disponibilidad de frutos carnosos se verían, en parte, compensadas por la heterogeneidad ambiental. La coexistencia de parches de bosques con diferentes niveles estacionales en la producción, disminuiría los períodos de escasez del recurso "frutos" para la comunidad de frugívoros de estos ambientes.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue realizado en el marco del proyecto "Primate Social Structure in a Low-Predation Environment: Test of a New Model" financiado por National Science Foundation. Agradecemos especialmente a los directores del proyecto, Dr. Charles Janson y Dr. Alejandro Brown. Colaboraron en la colecta y procesamiento de muestras los guardaparques W. Maciel, A. Wüthrich, P. Giorgis y C. Saibene, y los Lic. D. Rode, M. Di Bitetti y S. Chediack. Agradecemos también a la Administración de Parques Nacionales, a CONICET y a la Fundación ECO-RED por el apoyo logístico.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BLAKE, J. G., B. A. LOISELLE, T. C. MOERMOND, D. J. LEVEY y J. S. DENSLOW (1990). Quantifying abundance of fruits for birds in tropical habitats. *Studies in Avian Biology* 13: 73-79.
- FOSTER, R. B. (1982). The seasonal rhythm of fruitfall on Barro Colorado Island. En: *The Ecology of a Tropical Forest, Seasonal Rhythms and Long-term Changes*. Leigh, E. G., A. S. Rand y D. W. Windsor (eds.), Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. pp. 151-172.
- FOURNIER, L. A. (1976). Observaciones fenológicas en el bosque húmedo de premontano de San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. *Turrialba*, vol. 26 (1): 54-59.
- FREELAND, W. J. y D. H. JANZEN (1974). Strategies of herbivory in mammals: the role of plant secondary compounds. *Am. Nat.* 108: 269-289.
- GAUTIER-HION, A., J. M. DUPLANTIER, R. QURIS, F. FEER, C. SOURD, J. P. DECOUX, G. DUBOST, L. EMMONS, C. ERARD, P. HECKETSWEILER, A. MOUNGAZI, C. ROUSSILHON y J. M. THIOLLAY (1985). Fruit characters as a basis of fruit choice and seed dispersal in a tropical forest vertebrate community. *Oecologia* 65: 324-337.
- HLADICK, A. (1978). Phenology of leaf production in rain forest of Gabon: Distribution and Composition of food for folivores. En: *The ecology of the arboreal folivores* (G. G. Montgomery, ed.). The Symposia of the National Zoological Park. Smithsonian Institution, pp. 51-71.
- JACKSON, J. F. (1978). Seasonality of flowering and leaf-fall in a Brazilian subtropical lower montane moist forest. *Biotropica* 10 (1): 38-42.
- JANZEN, D. M. (1967). Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. *Evolution* 21: 620-637.
- JANSON, C. H. (1983). Adaptations of fruit morphology to dispersal agents in a neotropical forest. *Science* 219: 187-189.
- KURSAR, T. A. y P. D. COLEY (1992). Delay greening in tropical leaves: an antiherbivore defense? *Biotropica* 24 (2b): 256-262.
- LEDESMA, N. R. y P. E. BOLETTA (1972). Clima de las regiones forestales argentinas. *Actas del VII Congreso Forestal Mundial*, Buenos Aires. Nº 136.
- LEIGH, E. G. (1982). Estructura y clima de la pluviselva tropical. En: *Evolución en los trópicos*. G. A. de Alba y R. W. Rubinoff, eds. Smithsonian Tropical Research Institution. Editorial Universitaria, Panamá. pp. 161-175.
- LEIGH, E. G. y N. SMYTHE (1978). Leaf production, leaf consumption and the regulation of folivores on Barro Colorado Island. En: *The ecology of arboreal folivores*. (G. G. Montgomery ed.). The Symposia of the National Zoological Park. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. pp. 33-50.
- LEIGH, E. G. y D. W. WINDSOR (1982). Forest production and regulation of primary consumers on Barro Colorado Island. En: *The Ecology of a Tropical Forest, Seasonal Rhythms and Long-term Changes*. Leigh, E. G., A. S. Rand y D. W. Windsor (eds.), Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. pp. 111-122.
- MILTON, K. (1979). Factors influencing leaf choice by howler monkeys: A test of some hypotheses of food selection by generalist herbivores. *Am. Nat.* 114: 362-378.
- NEWBOULD, P. J. (1970). Methods for estimating the primary production of forest. *IBP Handbook Nº 2 International Biological*

programme. Blackwell scientific publications. Oxford and Edinburgh. 60 pp.

PLACCI, L. G. y P. GIORGIS (este volumen). Estructura y diversidad de la selva del Parque Nacional Iguazú, Argentina.

PLACCI, L. G., S. I. ARDITI, P. A. GIORGIS y A. A. WUTHRICH (1992). Estructura del palmital e importancia de *Euterpe edulis* como especie clave en el Parque Nacional "Iguazú", Argentina. *Vyvareta* 3 (3): 93-108.

SCHOWALTER, T. D., W. W. HARGROVE y D. A. CROSSLEY Jr. (1986). Her-

bivory in forested ecosystems. *Ann. Rev. Entomol.* 31: 177-196.

SMYTHE, N. (1982). Relaciones entre las épocas de abundancia de frutos y los métodos de dispersión de las semillas de un bosque neotropical. En: *Evolución en los trópicos*. G. A. de Alba y R. W. Rudinoff, eds. Smithsonian Tropical Research Institution. Editorial Universitaria, Panamá. pp. 77-83.

TERBORGH, J. (1983). Five New world primates: a study in comparative ecology. *Monographs in behavior and ecology*, Princeton University Press, N.J.

Estructura y composición de un bosque húmedo tropical explotado en la región norte de Costa Rica

Eugenio GONZALEZ J.¹
Eladio CHAVES S.²

ABSTRACT

The structure, composition and silvicultural characteristics of the natural regeneration were studied in a harvested tropical rain forest, located in Sarapiquí, Costa Rica (10° 32' N, 84° 04' W). Three years before harvesting the forest, palms, lianas and noncommercial plants were cut and in 1984 a commercial volume of 40 m³/ha was logged. The natural regeneration sampling was conducted three years after logging the forest. Using concentric circular plots, trees with a DBH greater than 10 cm were sampled in 100 m² plots; saplings with DBH less than 10 cm and taller than 1.5 m in 25 m² plots, and seedlings taller than 30 cm and less than 1.5 m in 4 m² plots. In each plot, the DBH of all trees was measured and registered individually by species. According to relative crown position in the stratum, an individual tree was classified as dominant, codominant, intermediate and overtopped. Saplings and seedlings were recorded individually by species in each plot. After sampling the regeneration, the species were classified in three commercial groups: high commercial value, median commercial value and other species without known commercial value. The data were quantitatively analyzed for abundance, dominance, frequency and importance value index (IVI) by species, regeneration size and

commercial group. Diametric distributions for basal area and trees per hectare were elaborated. The relative crown position was analyzed by commercial group. The species with highest ecological importance (IVI) was *Pentaclethra macroloba*, which was classified as a noncommercial species for this study. With regard to saplings, it was found 247 saplings/ha for high and medium commercial value species, with high frequency and abundance of *Virola sebifera*, a commercial species. The number of seedlings of valuable species was 1160 seedlings/ha, distributed on several species. For high and medium commercial value species in was found 25 trees/ha, with a basal area of 2.75 m²/ha. On the basis of data on structure and composition of this forest, it was found that the commercial tree species did not have optimal conditions for the sustained management of the forest; however, saplings and seedlings showed favorable silvicultural conditions for the management, which could be attributed preliminarily to

1. Dirección actual: Department of Forest Science, Texas A & M. University, College Station, Texas 77843-2135, U.S.A.
2. Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional, Apdo. 86-3000, Heredia, Costa Rica.

the elimination of palms and lianas performed three years before harvesting the forest.

INTRODUCCION

Los estudios estructurales de la masa forestal constituyen la principal herramienta para el silvicultor, pues permite, entre otras cosas, hacer inferencia sobre el origen, características ecológicas y dinámicas y tendencias futuras de una comunidad vegetal (Lamprecht, 1964). Generalmente los estudios estructurales se han utilizado para describir varias características de agregados de árboles. Algunos autores como White (1963) y Finol (1970), han caracterizado a través de estos estudios las distribuciones diamétricas de las diferentes clases de tamaños dentro de las masas forestales; otros, como Richards (1976), lo han utilizado para explicar las distribuciones de individuos dentro de estratos. Así, es entonces posible hablar de estructuras diamétricas, de copa, de estructura espacial de una especie o grupo, entre otros.

En términos prácticos es posible simplificar el análisis estructural de la vegetación hablando de organización horizontal y vertical. En este sentido, Bourgeron (1983) da dos enfoques para el estudio estructural: la comunidad boscosa puede ser descrita cualitativa o cuantitativamente. Desde la perspectiva cualitativa, el enfoque se orienta hacia los patrones de distribución de los árboles en la estructura horizontal y vertical. En forma cuantitativa, y especialmente para el bosque húmedo tropical, se han desarrollado modelos que permiten estudiar las relaciones entre algunas variables dasométricas (Rollet 1980, Bourgeron 1983).

Existen muchos parámetros para el estudio de la estructura horizontal de masas forestales, siendo la riqueza florística y la diversidad los más estudiados (Rollet 1980). Sin embargo, se ha considerado que estas características sólo conducen a planteamientos teóricos, no permitiendo una interpretación de la dinámica del bosque y las especies, teniendo que profundizarse más en otros parámetros, como por ejemplo en la distribución diamétrica de número de árboles y el área basal (Rollet 1980).

Entre las distribuciones diamétricas en

masas tropicales, la de mayor importancia desde el punto de vista silvícola es la del número de árboles por clases de tamaño (Dawkins 1958, Baur 1964, Rollet 1980, Withmore 1984). Para el total de árboles, con diámetro en la sección normal (DAP) mayor a 10 cm, la distribución se aproxima a una serie geométrica decreciente (Rollet 1980), aproximándose a la forma de una "J invertida" (Dawkins 1958, Baur 1964, Rollet 1980). Muchos estudios en masas tropicales así lo confirman (Brüning 1983, Lieberman et al. 1985, de Graaf 1986, Peralta et al. 1987, Finegan y Sabogal 1988, 1988a). Esa típica distribución diamétrica permite precisar los efectos de los principales factores ambientales, como por ejemplo explotaciones u otro tipo de perturbaciones (Rollet 1983). Del mismo modo, se ha sugerido que las distribuciones diamétricas en forma de "J invertida" refleja a las especies tolerantes a la sombra, la de forma de campana con diferentes grados de asimetría se ajusta a las especies intolerantes (Rollet 1983).

Un parámetro ampliamente estudiado ha sido el área basal o basimétrica de los árboles, el cual da una buena idea del grado de ocupación del espacio por los árboles (Rollet 1983). Se estima que el área basal media de bosques húmedos tropicales primarios es de 21 m²/ha, para todas las especies con DAP mayor a 20 cm (Rollet 1983) e incluso algunos bosques tropicales pueden alcanzar valores hasta 29 m²/ha, para árboles a 10 cm de DAP (Hartshorn 1983, Finegan y Sabogal 1988). En términos prácticos silviculturales, Dawkins (1958) desarrolló el criterio de área basal limitante, la cual representa el nivel de ocupación donde el crecimiento se aproxima a cero. De esta forma, si se reduce el área basal de un bosque primario entre un 35-75% de su ocupación original, se espera que la regeneración natural remanente incremente hasta alcanzar el nivel máximo posible.

Como consecuencia de los levantamientos de la distribución diamétrica y área basal, la organización de la masa forestal puede describirse en términos de abundancia de árboles y/o especies, frecuencia de ocupación y dominancia, este último entendido como ocupación en área basal (Oldeman, 1983).

En términos de organización vertical, una herramienta cualitativa práctica ha sido el diagrama de perfil (Oldeman 1983, Rollet 1983). A pesar del uso frecuente, se discute su validez en la representación de la estructura del bosque (Rollet 1983). En forma cuantitativa, el bosque húmedo tropical ha sido estudiado utilizando algunos indicadores, por ejemplo la altura total, altura de los estratos (si se definen), tamaño y forma de la copa, entre otros (Dawkins 1963, Francis 1966, Rollet 1969, Gray 1975). Brüning (1983) sugirió una caracterización basada en la altura total, altura hasta la base de la copa y otras variables consideradas secundarias; sin embargo, la medición de alturas, principalmente en bosques sin intervención, es difícil de medir y tediosa de precisar. Synnott (1979) recomendó sustituir la medición de alturas y reemplazarla por una sencilla determinación de la exposición de la copa a la iluminación y de la clasificación de la forma de copa.

Así, basados en la necesidad de generar bases teórico-prácticas tendientes hacia el manejo sostenido del bosque húmedo tropical, se desarrolló un estudio estructural sobre regeneración natural en un bosque intervenido en la Región Norte de Costa Rica. De esta forma, discutimos en este trabajo los posibles efectos sobre el establecimiento y desarrollo de regeneración natural del bosque que produjeron las limpiezas aplicadas antes del aprovechamiento y la extracción de árboles comerciales.

MATERIAL Y METODOS

Zona de estudio: El bosque estudiado se localiza en la zona norte húmeda de Costa Rica (10°38'N, 84°04'W). La precipitación anual media oscila entre 3200 y 4500 mm, con ausencia de meses completamente secos. La temperatura media anual varía entre 24 y 26 °C. El área clasifica dentro de la formación vegetal Bosque Húmedo Tropical (Tosi 1969) y los suelos son clasificados como Oxíc Tropohumult.

Antecedentes: El bloque de bosque natural intervenido tiene una extensión de 30 ha. En 1979 se realizó un inventario forestal, encontrándose un volumen comercial de 124 m³/ha (Zeaser 1979). Posterior al inventario y antes de la explotación, se realizó una

roza o chapia, eliminando palmas, bejucos y otras plantas sin valor comercial conocido. En diciembre de 1984 se realizó un aprovechamiento comercial del bosque, extrayéndose un volumen comercial de 40 m³/ha, y un área basal media de 5,45 m²/ha, con un diámetro mínimo cortable de 50 cm.

Muestreo de vegetación y clases de tamaño muestreadas: Con el objetivo de estudiar los posibles efectos sobre la regeneración del bosque como resultado de los tratamientos, tres años después del aprovechamiento se hizo un inventario de regeneración. Para ello se establecieron líneas de muestreo con unidades circulares concéntricas equidistantes. Los fustales, árboles con DAP mayor o igual a 10 cm, fueron registrados en parcelas de 100 m²; los latizales, individuos entre 1,5 m de altura y DAP menor de 10 cm, en parcelas de 25 m²; y los brinales, plantas entre 0,3 y 1,5 m de altura, en parcelas de 4 m². Para la clase de tamaño fustal, se anotó la posibilidad de surgir de los individuos en el estrato, la cual fue estimada en función de la posición de la copa en la clase de tamaño, según lo sugerido por Synnott (1986). De esta forma, el individuo con una copa expuesta y desarrollada fue clasificado como dominante; cuando la dominancia estuvo compartida con otros individuos o especies se denominaron codominantes; cuando el individuo no presentó una posición de copa bien definida en el estrato se clasificó como intermedio y finalmente los individuos con copa oprimida. La intensidad de muestreo para los fustales fue de 10%; latizales de 4% y brinzales 2%, según lo sugerido por Dawkins (1958) y Baur (1962) para muestreos de regeneración natural.

Análisis de la información: Se realizó una clasificación de las especies de acuerdo al valor de la madera en el mercado, la cual, por razones prácticas, incluyó tres grupos: (i) Especies de alto valor comercial, (ii) Especies de mediano valor comercial y (iii) "Otras especies", incluyendo no comerciales y arbustivas.

La estructura horizontal del bosque se analizó cuantitativamente de acuerdo a la abundancia, frecuencia, dominancia e índice de valor de importancia (Curtis y McIntosh 1950, Lamprecht 1962, Braun-Blanquet 1979, Greig-Smith 1983). En términos de

estructura vertical, se realizó una distribución porcentual de los grupos comerciales de acuerdo a las posibilidades de surgir que presentaron según la posición de la copa.

Para interpretar cualitativamente la regeneración, las especies comerciales se clasificaron en grupos ecológicos según los grupos definidos por Finegan (1988) y estudiados por Manta (1988) para las especies arbóreas del bosque húmedo tropical de la región norte de Costa Rica.

RESULTADOS Y DISCUSION

1. Cuadro de vegetación por clase de tamaño:

1.1 Fustal: La especie con mayor importancia ecológica encontrada fue *Pentaclethra macroloba*, con un IVI igual a 82,3%. Le siguieron *Pouteria neglecta*, *Tetragastris panamensis*, *Pouteria* spp. y *Vochysia ferruginea*, con un IVI de 8,5, 7,5, 7,5 y 7,5% respectivamente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Frecuencia, abundancia, dominancia e índice de valor de importancia para la clase de tamaño fustal, según valor comercial de las especies.

Grupo comercial	Frecuencia		Abundancia		Dominancia		I.V.I.
	Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
ALTO VALOR COMERCIAL							
<i>Carapa guianensis</i>	0,0196	0,79	0,5	0,68	0,11	1,75	3,22
<i>Lecythis ampla</i>	6,5E-3	0,26	0,2	0,23	0,05	0,85	1,34
<i>Minguartia guianensis</i>	9,8E-3	0,39	0,2	0,34	0,01	0,19	0,92
<i>Terminalia amazonia</i>	3,3E-3	0,13	0,1	0,11	0,01	0,11	0,35
<i>Vatairea lundeli</i>	3,3E-3	0,13	0,1	0,11	0,03	0,50	0,74
<i>Vochysia ferruginea</i>	0,0621	2,50	1,5	2,15	0,18	2,15	7,52
Subtotal	0,1046	4,20	2,6	2,56	0,39	5,55	14,09
MEDIANO VALOR COMERCIAL							
<i>Brosimum guianensis</i>	0,0425	1,71	3,8	1,47	0,36	1,77	4,95
<i>Calophyllum brasiliensis</i>	3,3E-3	0,13	0,3	0,11	0,02	0,09	0,33
<i>Dussia macrophyllata</i>	0,0294	1,18	2,7	1,02	0,20	0,98	3,18
<i>Dipteryx panamensis</i>	0,0131	0,53	1,2	0,45	0,21	1,02	2,00
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	0,3E-3	0,13	0,3	0,11	0,20	0,98	1,22
<i>Ormosia isthmensis</i>	0,0261	1,05	2,4	0,90	0,54	2,67	4,62
<i>Otoba novogranatensis</i>	0,0359	1,45	3,2	1,24	0,13	0,66	3,35
<i>Qualea</i> spp.	0,0131	0,53	1,2	0,45	0,06	0,32	1,30
<i>Sacoglottis trichogyna</i>	0,0131	0,53	1,2	0,45	0,14	0,69	1,27
<i>Tapirira guianensis</i>	0,0294	1,18	3,2	1,24	0,56	2,79	5,21
<i>Vantanea barbourii</i>	6,5E-3	0,26	0,6	0,23	0,32	1,60	2,09
<i>Virola sebifera</i>	0,0392	1,58	1,0	1,36	0,09	1,44	4,37
<i>Vochysia</i> spp.	3,3E-3	0,13	0,3	0,11	0,01	0,03	0,27
Subtotal	0,2552	10,39	22,5	9,14	2,84	15,04	34,48
OTRAS ESPECIES*							
<i>Pentaclethra macroloba</i>	0,5523	22,66	271	30,66	16,01	29,02	82,34
<i>Pouteria neglecta</i>	0,0621	2,50	19	2,45	1,98	3,59	8,54
<i>Tetragastris panamensis</i>	0,0719	2,89	23	2,60	1,66	3,01	8,50
<i>Pouteria</i> spp.	0,0686	2,76	21	2,38	1,28	2,39	7,53
<i>Quararibea</i> sp.	0,0654	2,63	22	2,49	0,57	1,04	6,16
Subtotal	0,7750	85,15	26,11	91,21	16,83	85,92	250,87
Total	1,00	100,0	286,3	100,0	19,58	100,00	300,00

* Se incluyen sólo cinco especies de un total de 125 identificadas.

Al analizar cada parámetro por separado (Cuadro 1), y considerando los parámetros estudiados, *P. macroloba* fue superior a las otras especies, ya que su abundancia (30,7%), frecuencia (22,7%) y dominancia (29%) son superiores a las otras especies. En relación a la abundancia, en segundo orden se encontraron *Tetragastris panamensis*, *Quararibea* sp., *Pouteria* spp. y *V. ferruginea*, con una abundancia muy similar entre éstas. De acuerdo a la frecuencia, después de *P. macroloba*, la especie mejor distribuida fue *T. panamensis*, con una frecuencia de 2,9%. Valores similares de frecuencia presentaron *Pouteria* spp., *Quararibea* sp. y *V. ferruginea*. Entre las especies con mayor dominancia estuvieron *Pouteria neglecta*, *T. panamensis*, *V. ferruginea* y *Tapira guianensis*.

De acuerdo a la calidad comercial de las especies el grupo "otras especies" presentó mayor importancia ecológica en este bosque explotado, con un IVI de 250,9% (83,6% del bosque) (Cuadro 1). En orden decreciente se encontró el grupo de especies de mediano valor comercial, con un IVI igual a 30,7% (10,2% del bosque). En último lugar se encontraron las especies de alto valor comercial. Este hecho hace evidente la explotación selectiva que tuvo este bosque. Árboles maduros de *V. ferruginea* y *Carapa guianensis* fueron selectivamente extraídos en el aprovechamiento aplicado.

1.2 Latizal: Para el total de las especies, *Virola sebifera* presentó la mayor abundancia, con 144 plantas/ha (20,6% del total) (Cuadro 2). Siguió *Laetia procera* con 122 plantas/ha (17,4%), *P. macroloba* con 39 (4,5%), *Ryania speciosa* con 29 (4,1%) y *V. ferruginea* con 27 (3,9%). Por grupo comercial, el grupo "otras especies" dominó la abundancia y frecuencia, con 517 plantas/ha (67,5%) y una ocupación de 68,0% (Cuadro 2).

1.3 Brinzal: La especie más abundante encontrada fue *P. macroloba*, con 2475 plántulas/ha (Cuadro 3). En orden de abundancia le siguieron *Miconia* sp., *Laetia procera*, *Porouma aspera* y *Caesaria arborea* con 1380, 1120, 657 y 552 individuos/ha respectivamente. Al observar la frecuencia, nuevamente *P. macroloba* fue la especie mejor distribuida en el bosque, con un 15,3% de ocupación de sitio (Cuadro 3). De acuerdo al

valor comercial de las especies, de las 11 129 plantas/ha encontradas, el 90,5% de la abundancia estuvo representado por el grupo "otras especies". Las especies de alto valor comercial sólo ocuparon un 5,4% y las de mediano valor un 4,1% del total. Para la frecuencia, el patrón de ocupación fue el mismo (Cuadro 3).

2. Caracterización estructural:

2.1 Organización horizontal: Del total de individuos, incluyendo las tres clases de tamaño muestreadas y sin considerar la calidad comercial de las especies, el 92,1% estuvo representado por los brinzales, el 5,7% por latizales y el 1,9% por fustales (Cuadro 4). El total relativo para los fustales es ligeramente inferior al 2,5% reportado por Manta (1988) para un bosque secundario en la misma región de estudio. Posiblemente algunos individuos de otras especies se cortaron y eliminaron con la extracción de las especies comerciales. No se descarta la posibilidad de que estos bosques fueran originalmente diferentes. Como era de esperar, el número de individuos es cada vez inferior conforme se avanza en las clases de tamaño, aspecto característico de los bosques húmedos tropicales (Dawkins 1958, Baur 1964, Rollet 1980).

2.2 Número de árboles y área basal para la clase de tamaño fustal: En total se encontraron 286 árboles/ha con un DAP mayor a 10 cm (Cuadro 5). El 52,7% de los árboles se encontraron en la clase diamétrica 10-19,9 cm, y el 87% se presentó con diámetros inferior a 40 cm. Esta distribución diamétrica es característica de los bosques naturales tropicales, y similar a las distribuciones encontradas por Hartshorn (1972), Hertwitz (1986) y de Graaf (1986), en las cuales se reportó una alta concentración de árboles en las clases diamétricas inferiores (Figura 1a).

El área basal para los fustales del bosque estudiado fue de 19,6 m²/ha, la cual estuvo mayormente representada en la clase diamétrica 30-39,9 cm, con un 17,1% (Cuadro 5, Figura 1a). El 75% del área basal correspondió a diámetros menores de 60 cm. Si se suma a esta cantidad los 5,4 m²/ha extraídos en la explotación, se estima que el bosque tuvo un área basal de 25,0 m²/ha,

Cuadro 2. Frecuencia y abundancia para la clase de tamaño latizal, según calidad comercial de las especies.

Grupo comercial	Frecuencia		Abundancia	
	Abs	Rel	Abs	Rel
ALTO VALOR COMERCIAL				
<i>Carapa guianensis</i>	0,0098	0,68	3,9	0,51
<i>Lecythis ampla</i>	0,0033	0,23	1,3	0,17
<i>Minguartia guianensis</i>	0,0065	0,45	3,9	0,51
<i>Terminalia amazonia</i>	0,0033	0,23	1,3	0,17
<i>Vatairea lundelli</i>	0,0065	0,45	3,9	0,51
<i>Vochysia ferruginea</i>	0,0556	3,88	27,3	3,57
Subtotal	0,0850	5,92	41,6	5,43
MEDIANO VALOR COMERCIAL				
<i>Brosimum guianensis</i>	0,0098	0,68	3,9	0,51
<i>Dussia macrophyllata</i>	0,0033	0,23	5,2	0,68
<i>Dipteryx panamensis</i>	0,0294	2,05	20,8	2,72
<i>Ormosia isthmensis</i>	0,0033	0,23	2,6	0,34
<i>Otoba novogranatensis</i>	0,0033	0,23	1,3	0,17
<i>Qualea</i> spp.	0,0098	0,68	5,2	0,68
<i>Tapiria guianensis</i>	0,0359	2,51	14,3	1,87
<i>Virola koschnyi</i>	0,0131	0,91	5,2	0,68
<i>Virola sebifera</i>	0,2549	17,81	144,3	18,88
<i>Vitex cooperi</i>	0,0033	0,23	1,3	0,17
Subtotal	0,3661	26,01	205,9	27,04
OTRAS ESPECIES*				
<i>Laetia procera</i>	0,2059	14,38	122	17,44
<i>Pentaclethra macroloba</i>	0,0556	3,88	31	4,45
<i>Ryania speciosa</i>	0,0621	4,34	29	4,08
<i>Euphorbiaceae</i> ?	0,0523	3,65	25	3,52
<i>Licaria</i> sp.	0,0490	3,42	21	2,96
Subtotal	0,5424	68,03	516,7	67,51
Total	1,000	100,00	764,3	100,00

* Se incluyen sólo cinco especies de un total de 142 identificadas.

Cuadro 3. Frecuencia y abundancia para la clase de tamaño brinzal, según calidad comercial de las especies.

Grupo comercial	Frecuencia		Abundancia	
	Abs	Rel	Abs	Rel
ALTO VALOR COMERCIAL				
<i>Terminalia amazonia</i>	0,0130	0,39	32,4	0,26
<i>Vatairea lundeli</i>	0,0098	0,29	24,3	0,19
<i>Vochysia ferruginea</i>	0,0261	0,78	81,0	0,66
Subtotal	0,0460	1,46	137,8	1,11
MEDIANO VALOR COMERCIAL				
<i>Brosimum guianensis</i>	0,0163	0,49	48,6	0,39
<i>Calophyllum brasiliense</i>	0,0359	1,07	97,2	0,79
<i>Dipteryx panamensis</i>	0,0392	1,18	129,6	1,05
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	0,0033	0,10	8,1	0,07
<i>Qualea</i> spp.	0,0065	0,19	16,2	0,13
<i>Sacoglottis trichogyna</i>	0,0033	0,0	8,1	0,07
<i>Tapiria guianensis</i>	0,0196	0,58	64,2	0,53
<i>Virola sebifera</i>	0,1795	5,27	526,4	4,28
<i>Vitex cooperi</i>	0,0425	1,27	103,5	0,84
Subtotal	0,3461	10,25	1.002,5	8,15
OTRAS ESPECIES*				
<i>Pentaclethra macroloba</i>	0,5131	15,33	2.475	20,95
<i>Miconia</i> sp.	0,3464	10,35	1.380	11,68
<i>Laetia procera</i>	0,2974	8,89	1.128	9,55
<i>Porouma aspera</i>	0,2026	6,05	657	5,56
<i>Casearia arborea</i>	0,1209	3,61	552	4,67
Subtotal	0,5948	87,88	11.129,4	90,46
Total	1,000	100,0	12.299,1	100,0

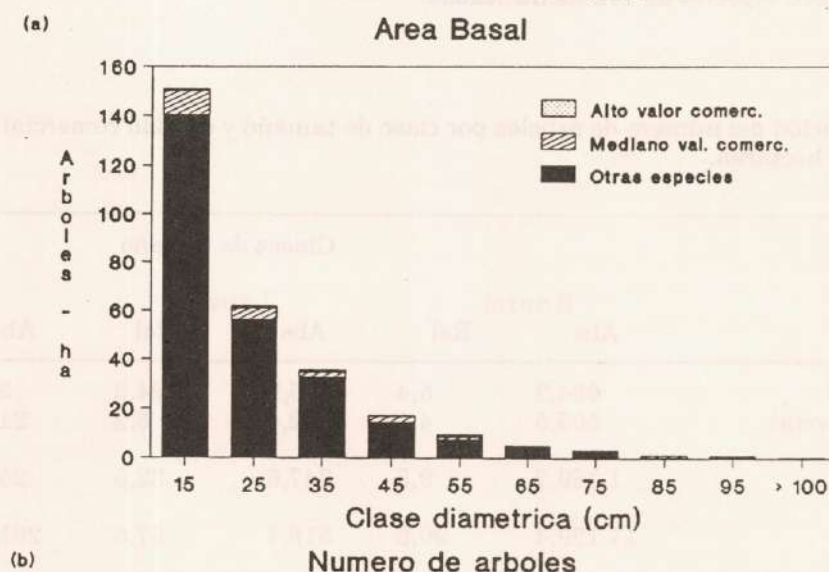
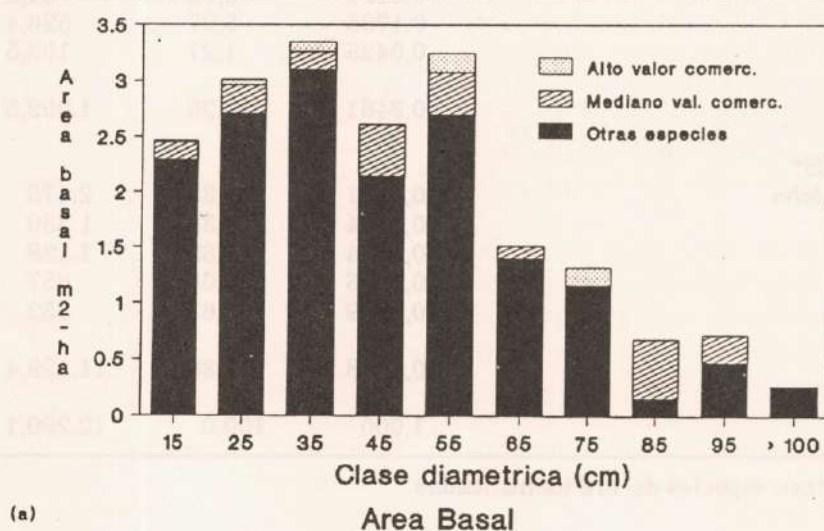
* Sólo se incluyen cinco especies de 112 identificadas.

Cuadro 4. Distribución del número de árboles por clase de tamaño y calidad comercial. Cifras referidas a la hectárea.

Grupo comercial	Clases de tamaño					
	Brinzal		Latizal		Fustal	
	Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel
Alto valor comercial	664,2	5,4	185,2	24,3	3,6	1,3
Mediano valor comercial	505,5	4,1	62,4	8,2	21,6	7,6
Subtotal	1.169,7	9,5	247,6	32,5	25,2	8,9
Otras especies	11.129,4	90,5	516,7	67,5	261,5	91,1
Total	Abs 12.299,1	Rel 100,0	Abs 764,3	Rel 100,0	Abs 286,0	Rel 100,0
		92,1		5,7		2,1

Cuadro 5. Distribución diamétrica del área basal y el número de árboles según calidad comercial.

Clase diamétrica (cm)	Alto valor comercial				Mediano valor comercial				Otras especies			
	Área basal (m ² /ha)		Árboles (ha)		Área basal (m ² /ha)		Árboles (ha)		Área basal (m ² /ha)		Árboles (ha)	
10,0-19,9	0,01	0,2	0,65	0,4	0,16	6,4	9,8	6,5	2,29	93,3	140,6	93,1
20,0-29,9	0,05	1,7	0,98	1,6	0,25	8,2	4,6	7,4	2,71	90,1	56,5	90,1
30,0-39,9	0,09	2,8	0,98	2,7	0,16	4,7	1,9	5,5	3,10	92,6	32,9	91,8
40,0-49,9	—	—	—	—	0,46	17,6	2,3	13,5	2,15	82,5	14,7	86,5
50,0-59,9	0,17	5,2	0,65	6,8	0,38	11,8	1,3	13,7	2,70	83,1	7,5	79,4
60,0-69,9	—	—	—	—	0,11	7,4	0,3	6,7	1,40	92,6	4,6	93,3
70,0-79,9	0,16	9,1	0,33	10,0	—	—	—	—	1,16	91,0	2,9	90,0
80,0-89,9	—	—	—	—	0,52	75,6	1,0	75,4	0,16	24,4	0,3	24,6
90,0-99,9	—	—	—	—	0,24	33,4	0,3	33,0	0,48	66,6	0,7	67,0
mayor 100,0	—	—	—	—	—	—	—	—	0,27	100,0	0,3	100,0
Total	Abs	0,48	3,59		2,28		2,15		16,42		261	
	Rel	2,50	1,55		11,79		7,52		85,61		91,23	

**Figura 1.** Distribución diamétrica del área basal y número de árboles por hectárea para la clase de tamaño fustal según grupo comercial de las especies.

ocupación relativamente menor a los 28,2 m²/ha estimados por Hartshorn (1972) para el bosque virgen de la Estación Biológica La Selva, Costa Rica.

2.3 Organización estructural de los grupos comerciales. En este apartado sólo se consideraron los fustales, pues desde el punto de vista silvicultural representan la cosecha próxima futura y sobre éstos se concentran los tratamientos silviculturales. En general, sólo se observó una tendencia clara en la distribución del número de árboles del grupo "otras especies" (Cuadro 6, Figura 1b). Para las especies de alto y mediano valor comercial se encontraron pocos individuos en las clases inferiores, casi manteniéndose constante a lo largo de la curva. Sólo se presentó una clase donde el grupo "otras especies" fue superado, la cual fue 80-89,9 cm. En general, las especies de alto valor estuvieron mal representadas en las diferentes clases diamétricas, y el total de individuos con DAP mayor de 10 cm sólo representó un 1,2%. Similar ocupación se observó para el grupo de mediano valor comercial.

La distribución de los grupos comerciales de interés refleja el comportamiento de especies que no toleran la sombra, lo que se manifiesta por la ausencia de éstos en algunas clases diamétricas. Caso contrario se presenta en el grupo "otras especies", donde existen especies que regeneran continuamente, como es el caso de *P. macroloba* (Hartshorn 1972, 1983).

El área basal presentó una alta dominancia del grupo "otras especies". Del total de 19,6 m²/ha, el 91,2% estuvo aportado por este grupo. Sólo en la clase 80-89,9 cm este grupo estuvo menor representado. El grupo de alto valor comercial sólo ocupó un 2,4% del área basal total. Este grupo no presentó individuos con diámetros mayor a 80 cm, lo que se explica por la extracción selectiva a que fue sometido el bosque.

2.4 Posición silvicultural de los grupos comerciales en la clase de tamaño fustal: Para obtener una clara idea de las posibilidades silvícolas de este bosque explotado, se estudió la posición relativa de los individuos de esta clase de tamaño en el plano vertical del bosque (Figura 2). De estas estimaciones se obtuvo que, del total de indivi-

Cuadro 6. Clasificación de las especies comerciales de la clase de tamaño fustal por grupo ecológico.*

Especie	Grupo ecológico*
ALTO VALOR COMERCIAL	
<i>Carapa guianensis</i>	4
<i>Lecythis ampla</i>	4
<i>Minguartia guianensis</i>	5
<i>Terminalia amazonia</i>	4
<i>Vatairea lundellii</i>	4
<i>Vochysia ferruginea</i>	2
MEDIANO VALOR COMERCIAL	
<i>Brosimum guianensis</i>	6
<i>Colophyllum brasiliensis</i>	4
<i>Dussia macrophyllata</i>	3
<i>Dipteryx panamensis</i>	6
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	3
<i>Ormosia isthmensis</i>	4
<i>Otoba novogranatensis</i>	4
<i>Qualea</i> spp.	4
<i>Sacoglottis trychogyna</i>	4
<i>Tapirira guianensis</i>	3
<i>Virola koschnyi</i>	4
<i>Virola sebifera</i>	4
<i>Vitex cooperi</i>	3
OTRAS ESPECIES	
<i>Laetia procera</i>	3
<i>Miconia</i> spp.	(2)
<i>Pentaclethra macroloba</i>	4
<i>Porouma aspera</i>	3

* Grupo ecológico según Finegan (1988): 2. Heliófito durable de rápido crecimiento. 3. Heliófito durable de crecimiento regular. 4. Esciófito parcial. 5. Esciófito total. 6. Grupo ecológico no definido. (2) Posiblemente pertenece al grupo señalado.

duos muestreados en el grupo de alto valor comercial, sólo un 1% presentó altas posibilidades de surgir. Asimismo, se encontró que el 84% de los individuos de interés comercial están con pocas posibilidades de surgir (oprimidos), lo que dificulta su desarrollo. Por otro lado, el grupo "otras especies", considerado sin valor comercial, es el que presentó mayores posibilidades de desa-

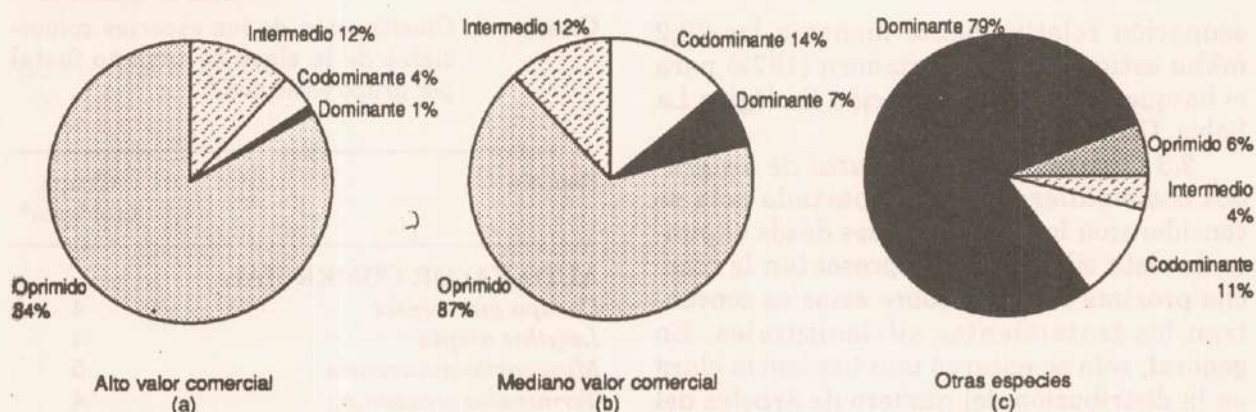


Figura 2. Posición relativa de la copa en el estrato para la clase de tamaño fustal según grupo comercial de las especies.

rollo, ya que un 79% de los individuos tiene una buena posición en el plano vertical del bosque.

2.5 Exigencias de los grupos comerciales de alto y mediano valor comercial para el manejo: El número de árboles de alto y mediano valor comercial es muy reducido, aspecto ya discutido. Únicamente fueron encontrados 25 árboles/ha con un DAP mayor a 10 cm; y de éstos seis presentaron diámetros superiores a 40 cm (Cuadro 5), los cuales representan la cosecha próxima. Estas existencias totales no alcanzan el grado de ocupación mínimo de 150 individuos/ha con DAP entre 10 y 50 señalados por Dawkins (1958) para el manejo del bosque natural tropical en general. En área basal, los grupos comerciales ocupan 2,75 m²/ha, ocupación relativamente baja para el manejo sostenido del bosque a partir de esta clase de tamaño.

En relación a las otras categorías de tamaño, las existencias encontradas fueron más altas. En la clase latizal, se encontró un total de 247 plantas/ha, aportando las especies de alto valor más del 70% (Cuadro 3). Esta ocupación supera ligeramente el óptimo de 240 plantas (60% de ocupación) requeridas para el manejo según Dawkins (1958). Podría pensarse que en el futuro, los fustales están asegurados, máxime que se trata de un bosque intervenido.

El número de brinzales superó 1160 plántulas/ha en especies valiosas para el manejo, con más del 55% representado por especies de alto valor comercial. Dawkins (1958) consideró que una ocupación de 1000

plántulas/ha en un bosque es suficiente para iniciar el manejo con base a su regeneración natural.

3. Interpretación ecológica de la regeneración: En vista de la importancia de la clase de tamaño fustal, sobre ésta se ha enfocado la discusión (Cuadro 6). Para el grupo heliófitas durables de rápido crecimiento, sólo *Vochysia ferruginea* fue así clasificada. Según Finegan (1988) y Manta (1988) las especies de este grupo ecológico se caracterizan por establecerse y crecer bajo dosel, pero requieren de claros, aunque pequeños para crecer en etapas posteriores.

La presencia de individuos de *V. ferruginea* en la clase de tamaño fustal puede deberse entonces a las perturbaciones naturales de pequeña escala que ocurren en el bosque, debido a fenómenos como caída de árboles vivos y muertos, vientos fuertes y tormentas, entre otros.

En los latizales, las limpias antes del aprovechamiento, así como la apertura del estrato superior por la cosecha, favorecieron el establecimiento y desarrollo de *V. ferruginea*. El muestreo de regeneración se realizó de 3 a 3,5 años después del aprovechamiento, tiempo suficiente para que esta especie se establezca y crezca (Finegan 1988). La ausencia de brinzales de esta especie podría atribuirse a la poca cantidad de luz en el piso del bosque para que las semillas germinen y las plántulas se desarrollen.

Vitex cooperi, *Dussia macrophyllata*, *Hyeronima alchorneoides* y *T. guianensis* se clasifican dentro del grupo heliófitas dura-

bles de crecimiento regular, especies con características ecológicas muy similares al grupo antes discutido. La escasa abundancia y pobre distribución en la clase fustal, aspectos también observados en otros bosques de la región (Werner 1985, Peralta et al. 1987, Manta 1988), junto con otros factores como producción de semillas y luz posiblemente han limitado el establecimiento y desarrollo de individuos en las clases de regeneración menor.

Los grupos ecológicos con mayor cantidad de especies en este bosque son las esciófitas parciales y totales. Entre las esciófitas parciales sobresalió *V. sebifera*. Dada los requerimientos de las especies de este grupo, posiblemente los tratamientos aplicados al bosque favorecieron el establecimiento de esta especie; sin embargo, son pocos los estudios fenológicos de las especies del bosque natural, lo cual dificulta entender el comportamiento regenerativo de este grupo de especies. *C. guianensis*, clasificada también como esciófita, presenta una fructificación anual, con abundante producción cada 2-3 años (McHargue y Hartshorn 1981). Este comportamiento reproductivo limita el establecimiento de plantas, lo que podría explicar la ausencia de plántulas de las especies de este grupo ecológico en las clases de regeneración inferiores.

Como esciófitas totales clasificaron *Minquartia guianensis* y *Sacoglottis trichogyne*, posiblemente el *Vantanea barbouri* también clasifique como tal. Según Finegan (1988), las especies de este grupo se establecen bajo sombra, haciéndolo lentamente, o no crecen del todo, pero pueden sobrevivir en estado de supresión. Además, éstas regeneran continuamente, con individuos en cualquier clase de tamaño, dando una población disetánea para la especie o grupo, reflejado en el presente estudio por el grupo comercial "otras especies".

Es importante notar que las especies clasificadas como no comerciales clasifican mayormente como heliófitas durables de crecimiento regular. Las intervenciones efectuadas favorecieron el establecimiento y crecimiento de éstas. Resultados similares fueron encontrados por Manta (1988), señalando además que el aprovechamiento selectivo y la buena capacidad de dispersión de

semillas que poseen estas especies permite el establecimiento y desarrollo efectivo de las plantas.

4. Consideraciones finales para el manejo: Según el marco teórico expuesto por Dawkins (1958) y exceptuando la clase de tamaño fustal, el bosque boscoso presentó una ocupación óptima para el manejo de latizales y brinzales. Bajo estas condiciones, el principal tratamiento silvicultural debe estar orientado hacia la estimulación del desarrollo y crecimiento de las clases de regeneración inferiores, teniendo también presente el favorecer los fustales de especies valiosas para el manejo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a J. R. Rojas (qdp) del Proyecto Forestal Cuatro Esquinas S.A. por el apoyo logístico brindado. A L. J. Poveda, N. Zamora y Q. Jiménez por la identificación botánica de las especies. A los revisores B. Finegan, C. Sabogal, I. Hutchinson, R. Quesada, D. Rodríguez, R. Butterfield, J. Pérez y O. Chinchilla por sus valiosos comentarios y críticas.

REFERENCIAS

- BAUR, G. N. 1964. The ecological basis of rain forest management. Forest Commission of New Wales/FAO. Sydney, Australia. 466 pp.
- BOURGERON, P. 1983. Spatial aspects of vegetation structure, pp. 29-47. In F. Golley(ed.). Tropical rain forest ecosystems: structure and function. Netherland, Elsevier.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1979. Fitosociología: Base para el estudio de las comunidades vegetales. Trad. por J. Jo Lalucalt. Madrid, España. Ediciones H. Blume. 820 pp.
- BRUNING, E. F. 1983. Vegetation structure and growth, pp. 49-75. In F. Golley (ed.). Tropical rain forest: structure and function. Amsterdam, Netherland, Elsevier.
- CURTIS, J. T. y R. P. McINTOSH. 1950. The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. Ecology 31: 434-455.

- DAWKINS, H. C. 1958. The management of natural high forest with special reference to Uganda. Common. For. Ins. Paper No. 34. 155 pp.
- DAWKINS, H. C. 1963. Crown diameters: their relation to bole diameters in tropical forest trees. Commonw. For. Rev. 42: 318-333.
- DE GRAAF, N. R. 1986. A silvicultural system for natural regeneration of tropical rain forest in Suriname. Agricultural University, Wageningen. 250 pp.
- FINEGAN, B. 1988. Los grupos ecológicos de las especies forestadas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 12 pp.
- FINEGAN, B. y C. SABOGAL. 1988. El desarrollo de sistemas de producción sostenible en bosques tropicales húmedos de bajura: Un estudio de caso en Costa Rica. El Chasqui N° 17: 3-24.
- FINEGAN, B. y C. SABOGAL. 1988. El desarrollo de sistemas de producción sostenible en bosques tropicales húmedos de bajura: Un estudio de caso en Costa Rica. El Chasqui N° 18: 16-24.
- FINOL, H. 1970. Nuevos parámetros a considerar en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. Escuela de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela. 17 pp.
- FRANCIS, E. C. 1966. Crowns, boles and timber volumes from aerial photographs and field surveys. Commonw. For. Rev. 45: 32-66.
- GRAY, B. 1975. Size, composition and regeneration of *Araucaria* stands in New Guinea. J. Ecol. 63 (1): 273-289.
- GREIG-SMITH, P. 1983. Quantitative plant ecology. Studies in ecology. Vol. 9 3er. Edición. University of California Press. California. 359 p.
- HARTSHORN, G. S. 1972. The ecological life history and population dynamics of *Pentaclethra macroloba* a tropical wet forest dominant and *Stryphnodendron excelsum* and occasional associate. Ph.D. Thesis, University of Washington, Washington, USA. 119 pp.
- HARTSHORN, G. S. 1983. Plants, pp. 158-183. In D. Janzen (ed.). Costa Rica Natural History. University of Chicago Press.
- LAMPRECHT, H. 1962. Ensayo sobre métodos para el análisis estructural de los bosques tropicales. Acta Científica Venezolana 13 (2): 57-65.
- LAMPRECHT, H. 1964. Ensayo sobre la estructura florística de la parte sur-oriental del bosque Universitario El Caimital. Rev. For. Venez. 7 (10-11): 77-199.
- LIEBERMAN, D., M. LIEBERMAN, R. PERALTA y G. S. HARTSHORN. 1985. Mortality patterns and stand turnover rates in a wet forest in Costa Rica. J. Ecol. 73: 915-924.
- McHARGUE, L. A. y G. S. HARTSHORN. 1981. Seed and seedling ecology of *Carapa guianensis*. Turrialba 33 (4): 399-404.
- MANTA, M. I. 1988. Análisis silvicultural de dos tipos de bosque húmedo de bajura en la vertiente atlántica de Costa Rica. Tesis Mag. Sci., CATIE, Turrialba, Costa Rica. 152 pp.
- OLDEMAN, R. A. A. 1983. Tropical rain forest, architecture, silvigenesis and diversity, pp. 139-150. In S. L. Sutton, T. C. Withmore y T. Chadwick (eds.). Tropical rain forest: Ecology and management. Blackwell, Oxford.
- PERALTA, R., G. S. HARTSHORN, D. LIEBERMAN y M. LIEBERMAN. 1987. Estudios a largo plazo sobre composición florística y dinámica del bosque húmedo tropical en La Selva, Costa Rica. pp. 41-54. In D. A. Clark y R. Dirzo (eds.). Ecología y efisiología de plantas en los bosques Mesoamericanos. Biología Tropical 35 (Supl. 1).
- RICHARDS, S. L. 1976. The tropical rain forest: An ecological study. Cambridge University Press, London. 459 pp.
- ROLLET, B. 1963. La régénération naturelle en forêt dense humide sempervirente de plaine de la Guyane vénézuélienne. Bois et Forest des Tropiques 124: 19-38.
- ROLLET, B. 1980. Organización, pp. 126-162. In UNESCO, PNUMA y FAO

(eds.). Ecosistemas de los bosques tropicales: informes sobre el estado de conocimiento. Roma, Italia.

ROLLET, B. 1983. La régénération naturelle dans les trouées. Un processus général de la dynamique des forêts tropicales humides. I. Bois et Forest des Tropiques 202: 19-34.

SYNNOTT, T. S. 1979. A manual of permanent plot procedures for tropical rain forest. Commonw. For. Ins. Paper No. 14. 67 pp.

TOSI, J. E. 1969. Mapa ecológico de Costa Rica. Escala 1:750000. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica.

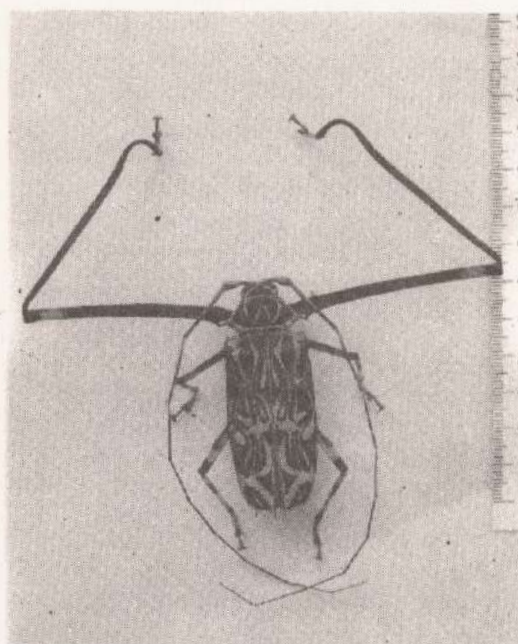
WERNER, P. 1985. La reconstitution de la forêt tropicale humide au Costa Rica. Analyse de croissance et dynamique de la végétation. Thesis Dr. Institute de Botanique, Université de Lausanne, France. 173 pp.

WHITE, H. H. Jr. 1963. Variation and stand structure correlated with altitude in Luquillo Mountains. Caribbean Forester 24 (1): 46-52.

WITHMORE, T. C. 1984. Tropical rain forest of the far east. Oxford, Clarendon Press. 341 pp.

ZEAZER, D. 1979. Inventario forestal, finca Cuatro Esquinas S.A. San José, Costa Rica. 33 pp. (mimeo).

FICHA TECNICA

INSECTOS DE
INTERES FORESTAL*Acrocinius longimanus* (L., 1.758)

Adulto

Nombre común:

"Arlequín de monte", "Kiritó".

Ubicación sistemática:

Orden: Coleóptera

Sub-Orden: Polyphaga

Superfamilia: Cerambycoidea

Familia: *Cerambycidae*

Género: *Acrocinius*

Especie: *Acrocinius longimanus*

DESCRIPCION DEL INSECTO:

Insecto de gran tamaño, mide aproximadamente 8 cm de largo. Coloración de fondo: negra; dibujos asimétricos de colores verde y naranja.

Los machos presentan las patas anteriores muy desarrolladas en relación con las hembras; ambos presentan las tibias achata-das. Las antenas más largas que el cuerpo.

CICLO BIOLOGICO:

Epoca de reproducción: meses de octubre-noviembre. Las hembras efectúan la postura en las cortezas de los árboles, colocando muchos huevos en un mismo orificio; las larvas que nacen se comen unas a otras; las que sobreviven se introducen en el leño, alimentándose del mismo. El ciclo evolutivo dura aproximadamente 1 año.

Especies forestales atacadas:

Géneros: *Ficus*, *Lonchocarpus*, *Chorisia*, *Enterolobium*.

METODOS DE CONTROL:

Eliminación de plantas afectadas, procurando eliminar las larvas en el interior de las galerías. Se sugiere efectuar la quema de dichas plantas.

Realizar un control químico preventivo.

Nueva especie de lepidóptero que ataca *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. en San Antonio, Misiones

Jorge VIZCARRA SANCHEZ*
Graciela VALLE**

RESUMEN

Se describe la biología, daños que ocasiona y el control de un lepidóptero desconocido hasta la fecha en Misiones (Argentina), que provoca defoliación en plantaciones de Pino Paraná (*Araucaria angustifolia*). Las observaciones y la recolección de material (orugas y pupas), se efectuó en un rodal de 77 ha, de 19 años de edad en la localidad de San Antonio (Misiones). Las orugas de color verde, de 8 a 10 cm de longitud y con 4 hileras de "espinas" amarillentas, comen ávidamente las hojas de *Araucaria angustifolia*, presentando los árboles aspecto de enorme decadencia. Se determinó como *Dirphia araucarie*, Jones 1908, orden Lepidoptera, fam. Saturnidae, subfm. Hemileucinae; "plaga" específica de *Araucaria angustifolia* difundida en el Brasil. El control indicado sería el tratamiento con *Bacillus thuringiensis*; pero dada la superficie de la plantación y altura de los árboles, se aconseja aplicación al suelo de insecticidas de contacto, donde se encuentran gran cantidad de pupas y larvas.

Palabras clave: Orugas, *Dirphia*, *Araucaria angustifolia*.

SUMMARY

The biology, damage, and control of a unknown *Lepidopterous* which causes defo-

liation in Paraná pine plantation, is described here.

The material (caterpillars and chrysalis), observation and compilation was done in a 77 ha stand, which was 19 years old and was located in San Antonio (Misiones). The green caterpillars of about 8 to 10 cm long and with 4 rows of yellows "thorns" eat the leaves of *Araucaria angustifolia* eagerly. The tree slows up an aspect of great decay after the attack. The caterpillar was identified as *Dirphia araucarie*, Jones 1908, Lepidoptera, fam. Saturniidae, subfam. Hemileucinae; a specific "plague" of *Araucaria angustifolia*, which is scattered in Brasil. The appropriate control would be the treatment with *Bacillus thuringiensis* but due to the plantation area and the trees height, it is advised the application of contact insecticides to the soil where is the great majority to the chrysalis and larvae.

Key words: Caterpillar, *Dirphia*, *Araucaria angustifolia*.

* Ing. Agr. Profesor Titular de la Cátedra de Plagas y Enfermedades Forestales, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones, Eldorado, Misiones.

** Ing. Ftal. Ayudante Docente de la Cátedra de Plagas y Enfermedades Forestales, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones, Eldorado, Misiones.

MATERIALES Y METODOS

Las observaciones se realizaron en la plantación de *Araucaria angustifolia* citada anteriormente, efectuándose los siguientes trabajos:

1. Recolección de material

Examinando exhaustivamente la plantación, se verificó la presencia de gran número de larvas (orugas) entre las ramas y hojas de los árboles, desde 1,5 cm de altura hacia arriba. Las mismas miden de 8 a 10 cm de longitud por 1,2 a 1,5 cm de ancho; color verde, con 4 hileras de cerdas de color amarillo situadas a lo largo del cuerpo y 10 líneas oscuras transversales que dividen al cuerpo en 11 segmentos, mostrando un singular mimetismo confundiendo con las hojas (Foto 1).

En el suelo se advierte un colchón de excrementos. Al respecto Pedrosa Macedo dice: "Las larvas pasan por 7 mudas, siendo la excrementación media por hora en la 1ª a 3ª mudas de 1,42 excrementos y en las muda 6ª y 7ª, de 3,10 excrementos. Con el auxilio de la excrementación se puede estimar el número de larvas existentes en la copa del árbol".

Bajo la hojarasca y malezas del sotobosques, de 1 a 10 cm de profundidad aparecen diseminadas las pupas o crisálidas en número apreciable. Son de forma cónica, de color castaño oscuro brillante, de 3,5 a 4,5 cm de largo por 1,5 a 2 cm, en su mayor parte desnudas, encontrándose también

algunas protegidas por un débil capullo formado con la propia hojarasca. Orugas sobre ramas tiernas y pupas se llevaron al laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Forestales de Eldorado y se colocaron en jaulas de tejido metálico.

Las orugas sobrevivieron de 2 a 3 días; empezaron a cambiar de color: del verde al castaño oscuro; algunas murieron a los 2 días y otras a los 3 días. Posiblemente por el cambio del ambiente al de origen, en cuanto a temperatura y humedad. Las pupas se acomodaron bajo restos de hojas y materia orgánica en descomposición, y a los 35 a 40 días se mostraron los adultos: de coloración castaño-rojizo, con líneas blancas que se extienden oblicuamente por el margen interno; de 6,5 cm de envergadura alar, antenas pectinadas, cortas, de color amarillo. Son de hábitos nocturnos (Foto 2).

2. Determinación de la especie

De acuerdo a una revisión de antecedentes y bibliografía brasileña, el insecto pertenece al Orden: Lepidoptera, Familia: Saturniidae, Sub-Familia: Hemileucinae, Género y Especie: *Dirphia araucarie*, Jones 1908.

Es una plaga específica de *Araucaria angustifolia* conocida en el Brasil desde hace muchos años con el nombre común de "Lagarta de la Araucaria", y se encuentra en los Estados de Paraná: Curitiba, Ponta Grossa, Guarapuava; en Santa Catarina: São Bento do Sul y en el Estado de San Pablo: zona de Capón Bonito.

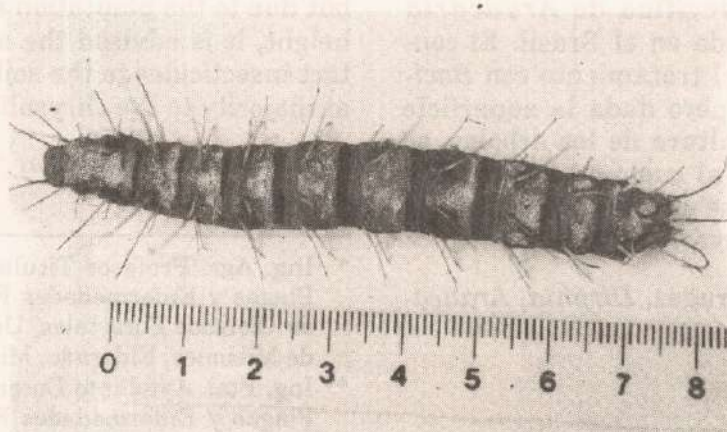


Foto 1. *Dirphia araucarie*. Oruga.

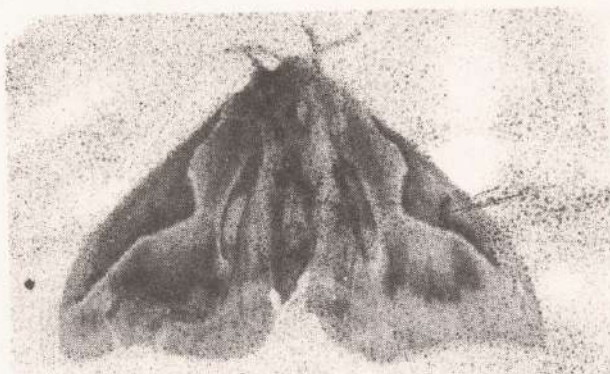


Foto 2. *Dirphia araucarie*. Adulto.

DAÑOS QUE OCASIONA

La excesiva cantidad de orugas y grado de voracidad por árbol, alimentándose de las hojas ininterrumpidamente (día y noche), hace que la planta quede totalmente defoliada, produciendo detención del crecimiento y desarrollo, amarillamiento general de copas y evidente declinamiento; la recuperación requiere aproximadamente 2-3 años (Foto 3).

CONTROL

Para efectuar el control, es necesario conocer el ciclo biológico y fijar en qué fase o estadio es más conveniente y efectivo realizarlo. El más indicado sería en la fase larval o de oruga, efectuando el tratamiento con *Bacillus thuringiensis*, que es un insecticida microbiano a base de bacterias que provocan la muerte de las orugas o larvas defoliadoras. Pero en plantaciones de gran superficie y árboles altos, resultaría oneroso el procedimiento. Por los motivos señalados, aconsejamos la aplicación de insecticidas de contacto al suelo, donde se encuentran las larvas y pupas. Afortunadamente esta especie tiene un gran número de insectos que son enemigos naturales, pudiendo ser utilizados en el control biológico y/o integrado.



Foto 3. Estado de la plantación después del ataque.

La mosca *Leschenaultia lencophrys*, Wiedeman, parasita larvas y pupas, existiendo también microhimenópteros.

AGRADECIMIENTOS

Ing. Ftal., Doctor rerum Naturalium, J. H. Pedrosa Macedo, Ing. Agr. Víctor Revilla, Lic. Teresa Argüelles, Sr. Nicolás Kelsey.

BIBLIOGRAFIA

PEDROSA MACEDO, J. H. Posibilidades de Controle integrado da lagarta da Araucaria. In: Problemas Florestais do gênero Araucaria. Curitiba, 1980.

Metodología para la instalación y medición de parcelas permanentes en el estudio de la dinámica productiva del bosque subtropical misionero (primeros resultados)

Domingo César MAIOCCO*
Luis Alberto GRANCE*
Oscar Arturo GAUTO*
Hugo Guzmán OTAZU*

RESUMEN

En la propiedad de la Universidad Nacional de Misiones se comenzó con la instalación y medición de una serie de parcelas permanentes a los efectos de evaluar el crecimiento de las especies de interés comercial, la producción total de la masa y su dinámica, luego de la explotación forestal.

Los primeros resultados obtenidos para 2 hectáreas censadas son: 53 especies, mayores a 10 cm de D.A.P., un promedio de 377 árboles/ha, resultando un área basal de 23,1377 m²/ha. La porción de la masa con buena forma y estado sanitario alcanza el 43%.

Palabras clave: Parcelas permanentes, bosque subtropical misionero, tratamiento silvícola.

SUMMARY

A series of permanent sample plots were installed and measured in a native forest land, property of the National University of Misiones. The objective was to evaluate the growth yield of the species of commercial interest, and its evolution.

The first results obtained by hectare surveyed were 53 species, larger than 10 cm of DBH, an average of 377 trees per ha, resulting in a basal area of 23.1377 m²/ha.

The portion of the forest with good form and sanitary conditions reaches 43%.

Key words: Permanent sample plots, subtropical forest of Misiones, silvicultural treatments.

1. INTRODUCCION

En diciembre de 1989, la Facultad de Ciencias Forestales inició el aprovechamiento de un área cubierta de bosque nativo ubicado en el Departamento Guaraní, mediante un plan especial de corta enmarcado dentro del Plan de Ordenación Forestal.

El Plan de Ordenación está formulado sobre la base del método experimental el cual tiene como criterio principal la no imposición de reglas restrictivas a la organización del vuelo, sino que las mismas adquieren el carácter de provisional y revisable en el tiempo.

El método adoptado otorga principal importancia a:

- 1) Tratamiento silvícola, como medio para lograr el aceleramiento del crecimiento de las especies de interés, mediante cortas selectivas.
- 2) La medida permanente de la evolu-

* Docentes Facultad de Ciencias Forestales.

ción de la masa y de la producción, lo cual permite ir consolidando las normas propias para cada tipo de bosque.

De esta manera, se aplica el tratamiento sobre la base del criterio que se explica en el punto 2.2. En el presente trabajo se pretende cubrir el segundo aspecto del método experimental, siendo éste el seguimiento de la evolución de la masa relevando densidades, crecimiento y producción.

MATERIALES Y METODOS

2.1. Área de estudio

El área en estudio, comprende una superficie total de 1000 hectáreas, cubiertas con bosque nativo, zonificadas de la siguiente manera: bosques productivos, improductivos y protectores.

Las parcelas permanentes se están instalando en las zonas productivas, distribuidas en áreas con diferentes intensidades de corta.

2.2. Tratamiento silvícola aplicado

El tratamiento silvícola aplicado a la masa es el de **entresaca selectiva por espaciamiento uniforme**, con marcación previa de los árboles a apear, de acuerdo al siguiente criterio:

a. Se privilegia la uniformidad en la ocupación horizontal del terreno por los individuos, resultando de ello que el número de ejemplares apeados depende del grado de cobertura que producen.

b. Mantener la diversidad específica.

c. Dejar un adecuado número de ejemplares que tengan la función de semilleros.

2.3. Parcelas de medición

Se instalarán 4 parcelas seleccionadas por el método del expertaje, intentando representar la totalidad de la escala de intensidades de corta, garantizando la homogeneidad de la muestra y tomando el área basal como indicador de densidad.

El tamaño de las parcelas se estableció en 4 hectáreas cada una, materializadas en el terreno por medio de rumbos, y cuyos vértices están definidos por mojones (A, B, C, D). La parcela es dividida en subparcelas de 1 hectárea, por medio de 2 transectas perpendiculares.

La toma de datos se efectúa en bloques de 2000 m² (100 m × 20 m), identificándose a los ejemplares según se encuentren en el lado derecho o izquierdo del mismo.

2.4. Mediciones

En cada bloque para todos los ejemplares con más de 10 cm de D.A.P., son considerados los siguientes parámetros: especie, D.A.P., altura de fuste y total, forma del fuste, estado sanitario, coordenadas ortogonales, número de árbol, efectuándose las mediciones cada tres años.

2.4.1. Identificación de los componentes de la parcela

Código Parcela: Definido por tres números, por ejemplo 125, el número de la izquierda determina la parcela, cuya superficie total es de 4 ha (200 m × 200 m); la cifra central define la subparcela de 1 ha (100 m × 100 m); el número de la derecha indica el bloque dentro de cada subparcela (2000 m², 100 m × 20 m).

PARCELA 1 = 4 ha

C	SUBPARCELA 3 1 ha		SUBPARCELA 4 1 ha		D
A	SUBPARCELA 1 1 ha		SUBPARCELA 2 1 ha		B

SUBPARCELA 1 = 1 ha BLOQUE 1 = 0,2 ha

A	B	B	B	B	B	A	L	L	1 0 0 m
	L	L	L	L	L		A	A	
	O	O	O	O	O		D	D	
	Q	Q	Q	Q	Q		O	O	
	1	2	3	4	5		I	D	

El lado del bloque se identifica con una letra, I para el lado izquierdo y D para el

lado derecho. Cada lado de bloque tiene una superficie de 1000 m^2 ($10 \text{ m} \times 100 \text{ m}$).

2.4.2. Secuencia para la toma de datos

La obtención de resultados sobre la dinámica del bosque es a largo plazo, requiriendo esta práctica mediciones periódicas con grupos de trabajo diferentes. Para que las mediciones sean comparables es fundamental realizarlas de la misma manera.

Se comienza la medición en la subparcela 1, bloque 1, lado izquierdo (éste se corresponde al sentido AC), regresando por el lado derecho (sentido CA); continuándose con el procedimiento hasta finalizar los 5 bloques y así sucesivamente con las subparcelas 2, 3 y 4 (ver punto anterior).

2.4.2.1. Número de árbol

Cada individuo es identificado con un número pintado a aproximadamente 1,7 m sobre el nivel del suelo. No se enumeran los árboles muertos (M), decrépitos (DE), caídos naturalmente (CDO), pindó (PD), apeados (A).

2.4.2.2. Código de la especie

Cada especie es identificada con un código, compuesto por no más de 3 letras (ver Anexo 1).

2.4.2.3. Diámetro Normal (D.A.P.), altura de fuste y total estimada

Todas las especies son medidas con cinta diamétrica; para el caso de los árboles enumerados se pinta la altura de medición. La unidad de medida empleada para el D.A.P. es el centímetro, con una precisión al milímetro.

Para cada árbol enumerado se determina la altura estimada en metros.

2.4.2.4. Forma del fuste y estado de la copa

Se define considerando un eje imaginario, perpendicular al suelo, pasando éste por el centro de simetría del fuste. Surgiendo en consecuencia las siguientes categorías:

Recto
Tortuoso

R
T

Inclinado	I
Recto inclinado	RI
Tortuoso inclinado	TI
Recto descopado	RD
Tortuoso descopado	TD
Recto inclinado descopado	RID
Tortuoso inclinado descopado	TID

2.4.2.5. Estado sanitario

Para este ítem, se definen 3 categorías a saber:

- B** Bueno: son aquellos individuos que no presentan síntomas de enfermedad.
- R** Regular: son aquellos individuos que presentan síntomas de enfermedad no muy demarcados.
- M** Malo: aquellos individuos enfermos no aptos para la industria.

2.4.2.7. Coordenadas

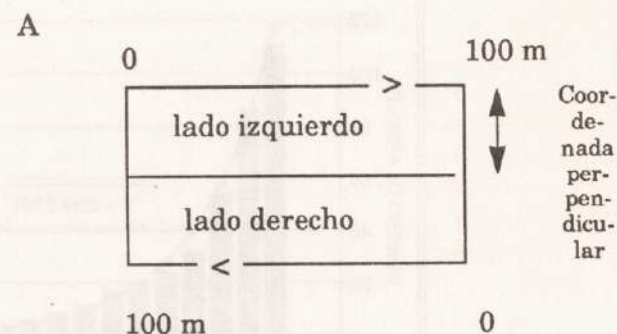
Coordenada perpendicular: A los efectos de facilitar el mapeo de los individuos que componen la parcela, y como fue explicado en el punto 2.4.1 el bloque queda subdividido en 2 sectores de 10 metros de ancho.

Desde el rumbo que define el bloque se mide la distancia al árbol y se anota en la planilla.

Coordenada longitudinal: Se toma esta distancia desde los vértices de cada bloque, quedando definida la ubicación del árbol por orden de aparición.

Con las 2 coordenadas se procede al mapeo de los ejemplares.

Coordenada longitudinal



4. PRIMEROS RESULTADOS Y DISCUSION

Teniendo en cuenta la ley de Liocourt, se obtiene la siguiente ecuación:

$$Y = 289,27 \cdot e^{-0,072x}$$

$$r = -0,9847$$

Cuadro 1. Valores medios por clases de D.A.P.

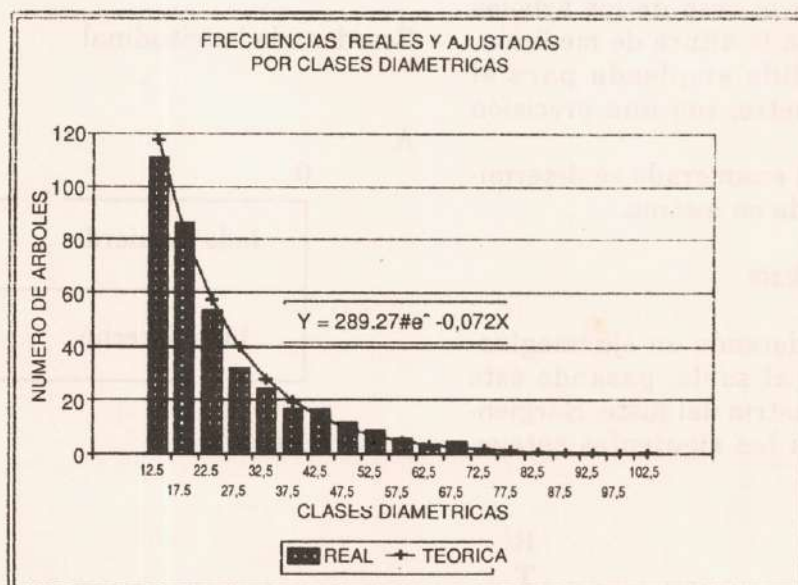
Clase de D.A.P.	Número de árboles	Area basal (m ²)	% número de árboles	% área basal
12,5	111,0	1,3199	29,44	5,70
17,5	86,0	1,9929	22,81	8,61
22,5	53,5	2,0817	14,19	9,00
27,5	32,0	1,8719	8,49	8,09
32,5	24,0	1,9194	6,37	8,30
37,5	16,5	1,7942	4,38	7,75
42,5	16,5	2,2311	4,38	9,64
47,5	11,5	1,9978	3,05	8,63
52,5	8,5	1,8090	2,25	7,82
57,5	5,5	1,3800	1,46	5,96
62,5	3,5	1,0382	0,93	4,49
67,5	4,5	1,5788	1,19	6,82
72,5	1,5	0,6051	0,40	2,62
77,5	0,5	0,2263	0,13	0,98
82,5	0,5	0,2634	0,13	1,14
87,5	0,5	0,3041	0,13	1,31
92,5	0,5	0,3181	0,13	1,37
97,5	0,0	0,0000	0,00	0,00
102,5	0,5	0,4062	0,13	1,76
Total	377,0	23,1377	100	100

Si bien la curva de distribución diamétrica, presenta un perfecto equilibrio, en lo referente a su composición métrica, desde el punto de vista silvícola, se debe analizar la composición específica de las clases. Para las 5 primeras, las especies *Prunus subcoriacea*, *Rapanea ferruginea*, *Rapanea lorentziana*, *Ocotea puberula*, *Ateleia glazioviana* (9% de las especies presentes), representan el 49% del número de árboles.

El número de árboles de todas las especies presentes en el rango de D.A.P. 10 cm a 35 cm, alcanzan el 81% del total; en tanto que el área basal cubre el 40%.

Un aspecto importante a contemplar, es la relación entre el número de especies respecto al total de árboles de la población (coeficiente de mezcla "QM"), obteniéndose en este caso los siguientes valores:

$$\begin{aligned} QM &= 53:377 & 1:7,11 \\ QM \text{ n/2} &= 6:192 & 1:32 \\ QM 10 &= 10:240,5 & 1:24,05 \end{aligned}$$



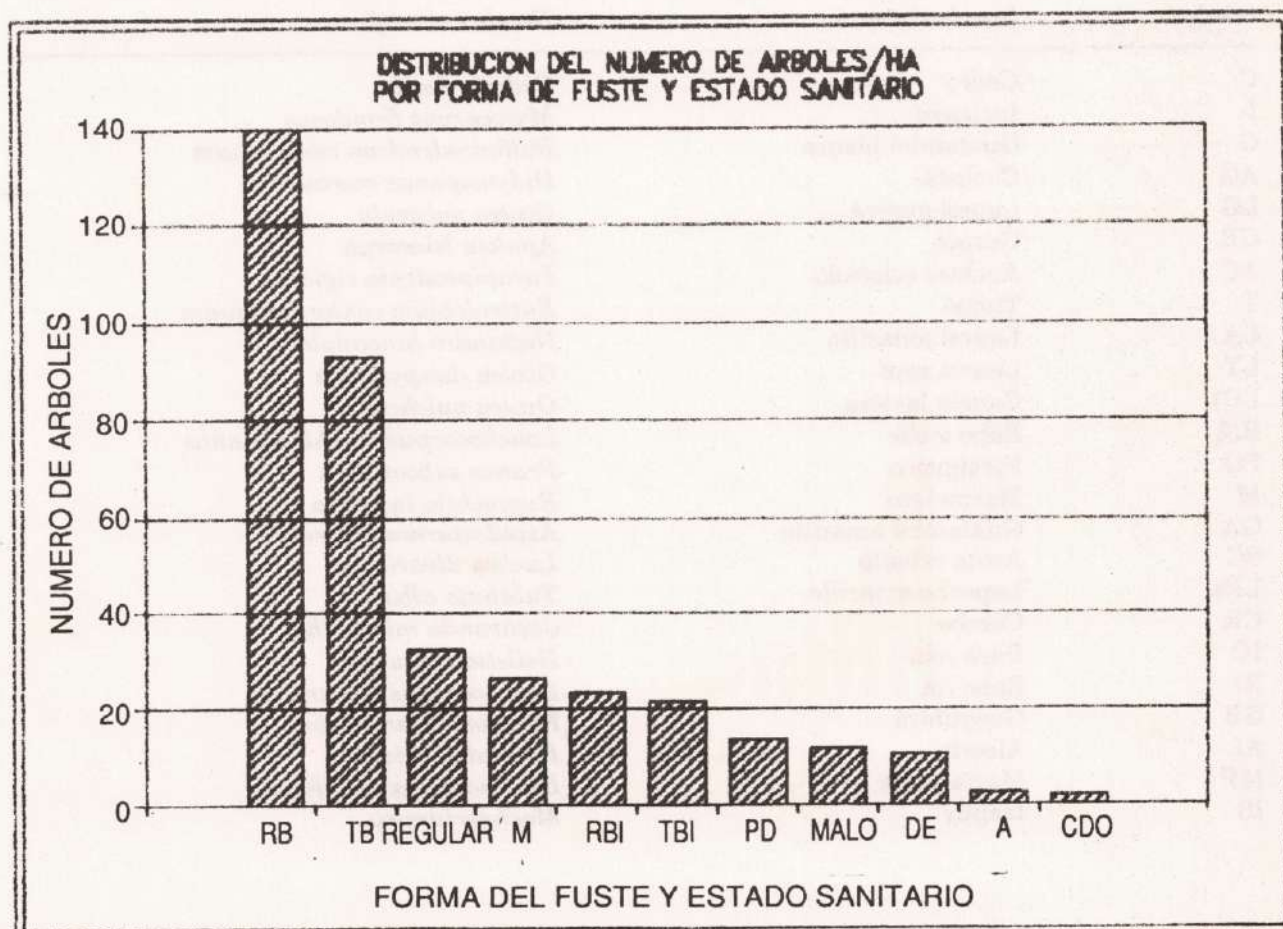
Cuadro 2. Relación de las especies arbóreas más abundantes.

Especies	Nº árb./ha	% Nº árb.	A.B. (m ² /ha)	% área basal
PG	65,00	17,24	2,0821	9,00
RS	39,50	10,48	0,9195	3,97
RP	25,50	6,76	0,4669	2,02
TB	23,50	6,23	1,7277	7,47
LG	21,50	5,70	3,7170	16,06
LY	17,00	4,51	1,8149	7,84
PD	13,50	3,58	0,4161	1,80
PC	12,50	3,32	0,1953	0,84
YB	11,50	3,05	0,8724	3,77
GR	11,00	2,92	2,4402	10,55
LA	10,00	2,65	0,5000	2,16
Subtotal	250,50	66,45	15,1519	65,49
43 esp.	126,50	33,55	7,9857	34,51
Totales	377	100,00	23,1376	100,00

Cuadro 3. Valores medios según estado sanitario y forma de fuste, para el número de árboles y área basal, por hectárea.

E.S.	Nº árb.	A.B.	% Nº árb.	% A.B.
DE	10,5	0,4971	2,79	2,15
CDO	2,0	0,1569	0,53	0,68
M	26,5	1,7613	7,03	7,61
Malo	11,5	1,7237	3,05	7,45
Regular	32,5	2,5150	8,62	10,87
A	2,5	0,8655	0,66	3,74
RB	140,0	8,8405	37,14	38,21
RBI	23,5	2,1383	6,23	9,24
TB	93,0	3,3928	24,67	14,66
TBI	21,5	1,0885	5,70	4,70
PD	13,5	0,1584	3,58	0,68
Totales	377,0	23,1377	100,00	100,00

E.S.: Estado sanitario. Nº árb.: Número de árboles. A.B.: Área basal.

DISTRIBUCION DEL NUMERO DE ARBOLES/HA
POR FORMA DE FUSTE Y ESTADO SANITARIO

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

* Los tratamientos silviculturales tienen como objetivo estimular la regeneración natural y aumentar el ritmo de crecimiento de los árboles deseables. Es importante por ello evaluar la composición de la masa por su forma de fuste y estado sanitario.

* Las parcelas permanentes deben contemplar el seguimiento de la evolución de los ejemplares con más de 10 cm de D.A.P. y respuesta de la regeneración natural.

* Los individuos agrupados como: Recto Bueno y Recto Inclinado Bueno, son los que deben considerarse para la producción futura del bosque.

* La instalación y medición de las parcelas permanentes, requiere de un equipo compuesto por 1 (un) técnico forestal de nivel medio y 2 (dos) obreros con experiencia en apertura de rumbos y reconocimiento

de especies. La apertura de rumbos y la limpieza de las coordenadas perpendiculares a cada árbol insume 2 (dos) jornales de obrero forestal y 1 (un) jornal para el técnico forestal. La medición requiere 2 días, empleando 2 personas; estos valores responden a la materialización y censo de 1 hectárea.

* La orientación de los rumbos que definen los boques deben ser **este-oeste**. Esto permitirá planificar las tareas silviculturales necesarias para el manejo de la masa (implantación bajo cubierta, conducción de la regeneración natural, tareas de liberación, etc.).

* Se requiere de un Ingeniero Forestal con experiencia en actividades de campo, para la implementación de esta metodología, cuyas funciones son: seleccionar el área donde se instalará la/s parcela/s, capacitar al equipo de trabajo en el uso de instrumentos de medición, reconocimiento de las especies arbóreas y regeneración natural.

ANEXO 1 LISTADO DE LAS ESPECIES RELEVADAS

Código	Nombre común	Nombre científico
C	Cedro	<i>Cedrela fissilis</i>
I	Incienso	<i>Myrocarpus frondosus</i>
G	Guatambú blanco	<i>Balfourodendron riedelianum</i>
AG	Cacheta	<i>Didymopanax morototoni</i>
LG	Laurel guaica	<i>Ocotea puberula</i>
GR	Grapia	<i>Apuleia leiocarpa</i>
AC	Anchico colorado	<i>Parapiptadenia rigida</i>
T	Timbó	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>
LA	Laurel amarillo	<i>Nectandra lanceolata</i>
LY	Laurel ayuí	<i>Ocotea diospyrifolia</i>
LC1	Canela layana	<i>Ocotea pulchella</i>
RM	Rabo molle	<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>
PG	Persiguero	<i>Prunus subcoriacea</i>
M	Marmelero	<i>Ruprechtia laxiflora</i>
GA	Guatambú amarillo	<i>Aspidosperma australe</i>
SC	Azota caballo	<i>Luehea divaricata</i>
LPa	Lapacho amarillo	<i>Tabebuia alba</i>
CR	Caroba	<i>Jacaranda micrantha</i>
IO	Ibirá robí	<i>Helietta apiculata</i>
RI	Rabo itá	<i>Lonchocarpus leucanthus</i>
GB	Guayubirá	<i>Patagonula americana</i>
AL	Alecrín	<i>Holocalyx balansae</i>
MP	María preta	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>
IS	Isapuy	<i>Machaerium</i> sp.

ANEXO 1. Continuación

Código	Nombre común	Nombre científico
ISP	Isapuy para	<i>Machaerium brasiliensis</i>
VS	Vasuriña	<i>Chrysophyllum</i> sp.
TB	Timbó blanco	<i>Ateleia glazioviana</i>
CB	Camboatá blanco	<i>Matayba eleagnoides</i>
AY	Aguay	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>
TR	Tarumá	<i>Vitex</i> sp.
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	Flia. Euforbiácea, A det.
YB	Yerba mate	<i>Ilex paraguariensis</i>
GU	Guabirá	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>
MC	Mamica de cadera	<i>Fagara rhoifolia</i>
QM	Quiebra machado	A determinar
RS	Canelón resinoso	<i>Rapanea ferruginea</i>
RP	Canelón colorado	<i>Rapanea lorentziana</i>
PR	Pororoca	<i>Rapanea</i> spp.
LE	Lechero	<i>Sebastiana brasiliensis</i>
BC	Burro caá	<i>Casearia</i> spp.
FG	Colita	<i>Cordia</i> sp.
EG	Espolón de gallo	<i>Strychnos brasiliensis</i>
KU	Kurupí	<i>Sapium haematospermum</i>
FB	Fumo bravo	<i>Solanum verbasifolium</i>
PD	Pindó	<i>Syagrus romanzoffiana</i>
PC	Palo de capuera	A determinar
ND	Nombres desconocidos	

BIBLIOGRAFIA

LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los Trópicos. Cooperación técnica República Federal Alemania. p. 326.

GRANCE, L. A. et al. 1989. Plan de Ordenación Forestal, Cuartel Guaraní I. Eldorado, Misiones.

GOTZ, I. 1987. Estructura de la masa de un bosque nativo de Misiones, espesura, área basimétrica y volúmenes. IV Jornadas Técnicas Bosques Nativos Degradados. Eldorado, Misiones, pp. 46-61.

Efectos del ácido indol burítico sobre el crecimiento de plantines de *Araucaria angustifolia* Bert.

Teresa ARGUELLES Y ANDRES*
Rubén PANCHUK**

RESUMEN

Para determinar el efecto de los reguladores del crecimiento sobre algunas especies de interés comercial, en el sentido de aumentar su crecimiento por unidad de tiempo en el estadio de plantines en vivero, para que al ser llevado a campo la tasa y supervivencia de éstos se vea mejorada, se comenzó estudiando el efecto del ácido indol butírico (IBA), sobre plantines de *Araucaria angustifolia* Bert.

Los experimentos demuestran que a las concentraciones usadas y con los métodos de aplicación utilizados, el IBA tiene un efecto nulo o totalmente negativo, causando a concentraciones altas la muerte de los plantines. Tampoco se vieron efectos apreciables positivos sobre las raíces

Palabras clave: *Araucaria angustifolia*, hormonas vegetales, plantines.

SUMMARY

The aim of this work was to try to reduce the interval of time the seedlings are in nurseries, and to obtain plantlets of good height, to be established in the field. For that purpose, the effects of indol butiric acid (IBA) on the growth of seedlings of *Araucaria angustifolia* was studied.

The results show that at the concentrations used, and with the application met-

hods described, IBA has no effect, or an absolute negative one. At high concentrations causes death of seedling. No positive effects over roots were noticed.

Key words: *Araucaria angustifolia*, growth regulators, seedlings.

INTRODUCCION

Consideraciones de orden muy diverso nos hacen desear en la actualidad un rápido crecimiento de las especies vegetales. El crecimiento que significa un incremento irreversible en la masa de un organismo vivo, acompañado por un cambio de forma, se efectúa principalmente a costa de una transformación de dióxido de carbono en masa viva, y es así que al crecer las plantas actúan como máquinas cuya materia prima es el dióxido de carbono.

Nuestra civilización está produciendo y descargando a la atmósfera una gran cantidad de dióxido de carbono, debido sobre todo a la quema de combustibles fósiles. También ayuda el hecho de que al destalar los montes eliminamos los únicos seres capaces de absorber dicho CO₂. La acumu-

* Prof. Adjunto Fisiología Vegetal. Fac. Ciencias Ftales. UNaM. Misiones.

** Ing. Ftal. Bernasconi. Prov. de Bs. As.

lación de este gas en la atmósfera es una de las causas del efecto invernadero que aparentemente está comenzando a sufrir nuestro planeta.

En un terreno mucho más humilde, un aumento de la tasa de crecimiento puede disminuir la cantidad de tiempo que los plantines estén en el vivero y también puede proveernos de plantines más vigorosos que al ser llevados a campo tendrán aumentada su capacidad de supervivencia. En estos dos últimos casos el conseguir el incremento del crecimiento significa una ganancia monetaria para el silvicultor.

Por otro lado los reguladores del crecimiento son, según nuestros conocimientos actuales, los que dirigen a las células para llevar a cabo las distintas funciones de crecimiento y diferenciación. Cualquier conocimiento que nos ayude a conocer su forma de actuación y las concentraciones a las que son efectivos, aumentará nuestra posibilidad de tener una herramienta para dirigir o modificar en parte, desde afuera y a nuestra conveniencia, el crecimiento de las plantas incluyendo manifestaciones de este crecimiento tan importantes como la floración y la fructificación.

MATERIALES Y METODOS

Se trabajó en invernadero con plantines de seis y nueve meses de edad ubicados en macetas de polietileno de 25 cm de altura. El fotoperíodo fue artificialmente alargado hasta 16 horas de luz, con tubos fluorescentes que producían una intensidad luminosa de 1000 luxes sobre los plantines. La tierra que se utilizó fue mantillo recogido de un monte de araucarias cercano. Las semillas de las que nacieron los plantines fueron de procedencia comercial, así como el IBA utilizado. Durante el tratamiento las plantas fueron regadas cuando necesario con agua sin aditivos y fueron pulverizadas mensualmente con una suspensión de Benlate en agua al 0,2%.

El IBA se suministró de dos formas diferentes. En la primera de ellas las plantas de seis meses de edad fueron regadas una vez cada 45 días con una solución que contenía IBA, iniciando el tratamiento en $t=0$ (ver tabla 1). Los tratamientos fueron de 0, 100, 200, 300 y 400 ppm, y 25 planti-

nes para cada uno. El IBA se disolvió en la mínima cantidad de alcohol posible y después se llevó a volumen con agua, a la que se adicionaron 4 gotas de tritón por litro, para disminuir la tensión superficial y facilitar el contacto de la disolución con la raíz o las hojas de la planta.

En otro lote diferente de nueve meses de edad, las plantas se regaron normalmente con agua y la hormona, preparada como en la forma anterior, fue suministrada por pulverización sobre las hojas de los plantines con uno de esos pulverizadores manuales. Se pulverizó hasta asegurarse que las hojas quedaban mojadas, pero sin que la solución llegara a gotear hacia la tierra. Los tratamientos fueron de 0, 200, 400, 600 y 800 ppm. Las plantas se pulverizaron cada 15 días comenzando en $t=0$ (ver tabla 2).

Las mediciones se hicieron con la misma regla de metal para todos los casos, apoyando la regla cerca del plantín en su base en la tierra, y tomando hasta la parte más alta del tronco principal.

El ensayo total comprendió 1125 plantines.

RESULTADOS Y DISCUSION

Cada vez que una planta moría y al dar por finalizados los experimentos, se extranjeraron con cuidado y se observaron las raíces. Los resultados fueron muy erráticos y poco concluyentes. En general las raíces principales de las plantas de los controles negativos ($t=0$), eran de 2 a 7 cm más largas que sus tallos, pero en los tratamientos positivos se encontraron algunas raíces extremadamente largas, de 45 cm y más, mientras que las de otros plantines del mismo tratamiento se habían transformado en unos muñones gruesos de 4 a 5 cm. No se encontró relación entre la longitud de la raíz y la muerte de la planta. Plantas con muñones permanecieron vivas hasta el final. Sin embargo sí quedó claro que el polimorfismo en la raíz era causado por la hormona, ya que en los controles no se encontraron esas diferencias.

Los resultados de las medidas de las alturas están resumidos en las tablas 1 y 2, y graficadas en las respectivas figuras. Según se aprecia inmediatamente en el gráfico, ningún tratamiento con IBA mejoró el

Tabla 1. Efectos de la aplicación del IBA en solución en el agua de riego, sobre el crecimiento en altura de plantines de seis meses de edad de *Araucaria angustifolia* Bert.

Tratamientos		IBA 0 ppm	IBA 100 ppm	IBA 200 ppm	IBA 300 ppm	IBA 400 ppm
Tiempo t=0	\bar{X}	13,75	11,42	12,35	13,64	13,05
	G ²	2,46	7,0	4,9	3,99	4,08
	G	1,50	2,65	2,21	1,99	2,02
	%S	100	100	100	100	100
Tiempo t=1	\bar{X}	19,53	18,65	16,88	18,38	18,22
	G ²	11,15	11,45	10,35	7,20	4,18
	G	3,34	3,30	3,21	2,68	2,04
	%S	92	100	90	96	82
Tiempo t=2	\bar{X}	21,65	20,49	17,38	19,95	19,79
	G ²	7,29	9,26	13,40	5,33	7,14
	G	2,70	3,04	3,66	2,35	2,67
	%S	88	75	83	80	64
Tiempo t=3	\bar{X}	23,72	20,57	18,20	19,88	19,77
	G ²	5,85	9,07	14,09	5,29	7,97
	G	2,41	3,01	3,75	2,30	2,82
	%S	88	72	70	78	50

\bar{X} = promedio de alturas, desde el suelo hasta la parte más alta del plantín.

G² = varianza.

G = desviación estándar.

%S = número de plantines vivos, en porcentaje.

crecimiento de los controles no tratados, y en general, el tratamiento por aspersión pareció más agresivo hacia las plantas que la aplicación de la hormona en el agua de riego. Al confrontar los datos sobre los tratamientos de 400 ppm en ambos experimentos, se nota el mayor efecto del IBA, cuando se aplica por vía foliar. Sin embargo hay que tener en cuenta el factor tiempo que es diferente en los dos experimentos. Los intervalos de tiempo entre las aspersiones fueron menores porque como se tuvo mucho cuidado al regar de no lavar con el agua de riego la hormona aplicada, se supo que todo el IBA en solución en el agua de riego quedaba en la maceta disponible para la raíz, mientras que no estaba seguro de lo que pasaba cuando quedaba sobre la superficie de la hoja. Se pensó que tal vez la hormona sobre la hoja era más susceptible de ser destruida, por ello se hicieron aspersiones más continuadas.

De hecho no existe evidencia de su des-

trucción o no, pero por sus efectos sabemos que una cantidad suficiente debió penetrar en el interior de las plantas para causar su muerte.

Las plantas que murieron lo hicieron con los mismos síntomas como lo hace una planta que se ha pulverizado con un herbicida sistémico. Las plantas amarillaron rápidamente, quedando todas de un color paja claro, con hojas y troncos limpios, sin manchas.

Los tratamientos por aspersión de 400, 600 y 800 ppm causaron gran mortandad de plantas, no quedando material vivo después de 2 y 1/2 meses.

Los tratamientos de 200 y 300 ppm en agua de riego tuvieron un efecto enanizante, con respecto al control, ya que mientras que el control y los 100 ppm presentan una diferencia de 10 cm, medido desde t=0 a t=3, la misma diferencia para los tratamientos 200 y 300 ppm es de aproximadamente 6 cm.

Tabla 2. Efectos de la aplicación del IBA por aspersión, sobre el crecimiento en altura de plantines de *Araucaria angustifolia* Bert.

Tratamientos		IBA 0 ppm	IBA 200 ppm	IBA 400 ppm	IBA 600 ppm	IBA 800 ppm
Tiempo t=0	X	23,43	17,26	18,66	19,33	21,20
	G ²	8,94	5,6	5,95	6,20	8,00
	G	2,98	2,36	2,44	2,48	2,82
	%S	100	100	100	100	100
Tiempo t=1	X	25,06	19,26	20,57	21,00	23,20
	G ²	7,02	6,2	7,10	9,2	10,83
	G	2,64	2,48	2,66	3,03	3,29
	%S	96	92	80	73	61
Tiempo t=2	X	25,70	19,73	21,42	21,71	23,43
	G ²	5,67	6,0	7,72	11,83	13,79
	G	2,38	2,44	2,77	3,43	3,71
	%S	96	77	65	46	50
Tiempo t=3	X	26,26	20,00	21,95	24,18	24,54
	G ²	13,26	10,55	10,95	12,05	14,02
	G	3,64	3,24	3,30	3,47	3,74
	%S	96	69	35	35	27
Tiempo t=4	X	28,42	20,05	—	—	—
	G ²	11,03	9,9	—	—	—
	G	3,32	3,14	—	—	—
	%S	88	58	0	0	0

X = promedio de alturas, desde el suelo hasta la parte más alta del plantín.

G² = varianza.

G = desviación estándar.

%S = número de plantines vivos, en porcentaje.

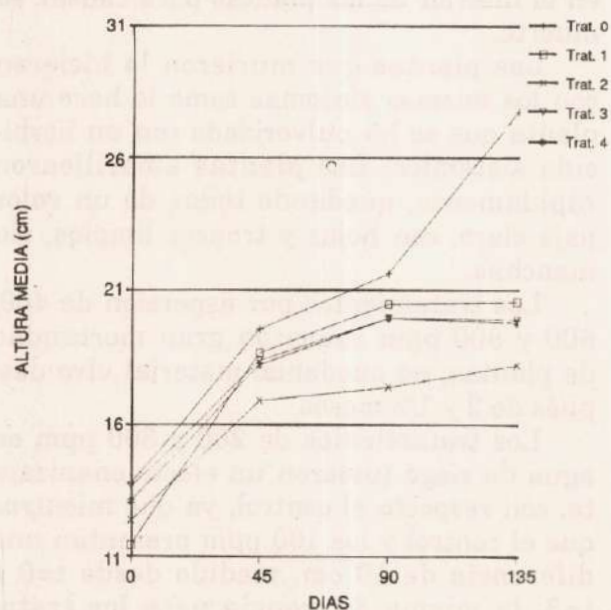


Figura 1. Efectos de la aplicación del IBA en solución de agua de riego.

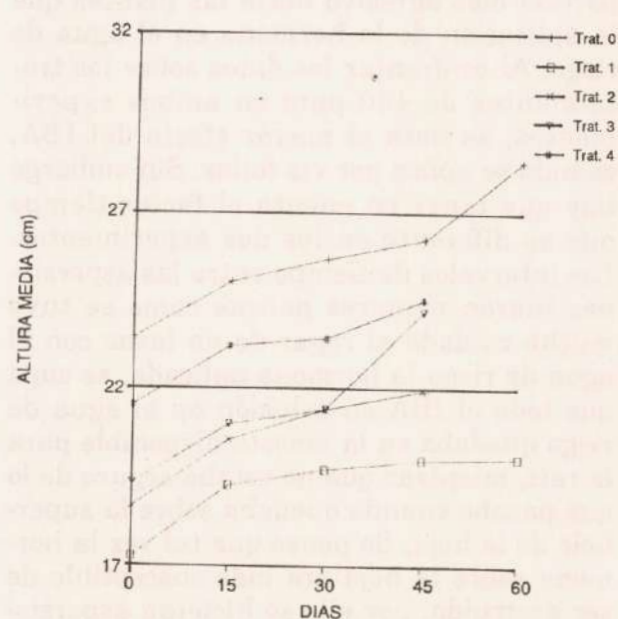


Figura 2. Efectos de la aplicación del IBA por aspersión.

En conclusión en ninguna de las concentraciones utilizadas en los dos experimentos, el IBA aparece como un metabolito que activa el crecimiento, sino muy al contrario, a pequeñas dosis su efecto es enanizante, y a dosis mayores actúa como un buen herbicida.

Faltaría discutir en qué podríamos aplicar las conclusiones efectuadas. Ya sabíamos que las auxinas a grandes concentraciones actuaban como herbicidas, pero hemos evidenciado un hecho que abre perspectivas. ¿Por qué son enanizantes? ¿Será que disminuyen la velocidad de crecimiento? O sea un efecto justo opuesto a nuestra hipótesis original. La hidroponia nos brinda la herramienta para poder estudiar la tasa de utilización de nutrientes, quizás en el futuro nos interese averiguar de qué manera el IBA interfiere en esa utilización de nutrientes.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Ftal. Alejandro Friedl por su ayuda con la computadora y las figuras.

BIBLIOGRAFIA

1. AUDUS, J. L. 1972. Plant Growth Substances. Leonard Hill Books. Londres.
2. BARCELO COLL, J., G. NICOLAS RODRIGO, B. SABATER GARCIA y SANCHEZ TAMES. 1983. Fisiología Vegetal. Ed. Pirámide.
3. CLELAND, R. E. 1975. Auxin induced hydrogen ion excretion: correlation with growth and control by external pH and water stress. Planta vol. 127.
4. DAVIES, P. J. 1976. Bound auxin formation in growth stems. Plant Physiol. vol. 57.
5. LEOPOLD, A. C. y P. E. KRIEDERMANN. 1975. Plant growth and development. McGraw-Hill. New York.
6. MINOCHA, S. C. y W. HALPERIN. 1975. Hormones and metabolites which control tracheid formation. Planta vol. 116.

NOTICIAS FORESTALES - NOTICIAS FORESTALES - NOTICIAS FORESTALES - NOTICIAS FORESTALES - NOTICIAS FORESTALES - NOTICIAS FORESTALES

* CURSOS DE ACTUALIDAD

En el 2º semestre de 1993 se organizaron dos cursos destinados al perfeccionamiento del personal docente de nuestra Casa de Estudios como así a técnicos, empresarios y profesionales de la actividad pública y privada de la Provincia de Misiones.

Del 20 al 24 de setiembre tuvo lugar el curso sobre planificación del uso y conservación de los recursos naturales a escala regional, dictado por el Ing. Agr. Alejandro Imbach, actual director de proyectos de investigación y desarrollo para Centroamérica, con sede en CATIE, Costa Rica. El objetivo central estuvo referido a profundizar los aspectos del desarrollo sustentable, manejo de ecosistemas, acciones e impactos de la actividad antrópica sobre los recursos naturales renovables, manejo de áreas protegidas y todo lo relacionado con la planificación y ejecución de proyectos de desarrollo sostenible con sus escalas, detalles, estilos, diagnósticos y estrategias.

Para el corriente año, se continuará con un segundo módulo donde se abordarán proyectos específicos elaborados por los participantes, definiendo perfiles y estrategias para cada región ecológica en particular.

Bajo el marco convenido entre el Gobierno Nacional a través de la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente Humano con el Gobierno de Canadá, la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones desarrolló un curso sobre control y manejo de incendios forestales y un proyecto relacionado a la definición de una estrategia en el desarrollo de datos de crecimiento y producción para las coníferas implantadas en Misiones.

El primero de ellos, a cargo del experto canadiense Dr. Keith Barr estuvo dirigido a técnicos, empresarios y profesionales de Misiones y norte de Corrientes, con un reconocimiento previo, en diferentes empresas forestales, sobre los aspectos que hacen a la organización, infraestructura, métodos empleados en la prevención y control de incendios forestales como así a las necesidades más destacadas en la materia.

El segundo aporte brindado por el Gobierno de Canadá, estuvo referido a un proyecto de relevamiento y evaluación de los datos de crecimiento y producción derivado de las plantaciones de coníferas implantadas en Misiones y norte de Corrientes, como una etapa preliminar para la construcción de modelos matemáticos que permitan estimar la producción volumétrica como mejorar el manejo forestal regional.

El documento final elaborado por los expertos canadienses Dr. James Trower y Dr. Mario Di Lucca y nuestro docente Ing. Ftal. Walter Salazar concluyó con una serie de sugerencias y recomendaciones destinadas a las empresas forestales de la región:

- 1) Creación de un grupo cooperativo de crecimiento y producción para el establecimiento de metodologías comunes.
- 2) Estandarización y mejora de la toma de datos.
- 3) Creación de crecimiento y producción, incluyendo modelos de predicción computarizados.

Este estudio es parte del Proyecto de Desarrollo de Recursos Humanos fundado por la Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional (CIDA) a través del Servicio Universitario Mundial de Canadá (WUSC), la Secretaría de Recursos Naturales y

Ambiente Humano y la Facultad de Ciencias Forestales de Misiones.

* JORNADAS TECNICAS

La Facultad de Ciencias Forestales, juntamente con el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria realizó en el segundo semestre de 1993 tres eventos técnicos, dos de ellos referidos a la implantación, cuidados y manejo del Kiri, *Pawlonia* spp. y el tercero referido a los sistemas agroforestales.

En los mismos tuvieron una destacada participación los productores de Misiones, ávidos por contar con mayor información sobre la especie mencionada como los modelos alternativos de producción en sistemas agroforestales. Este tipo de acercamiento con la producción del medio rural viene brindando desde hace años resultados sumamente alentadores ya que permite una íntima interrelación del técnico con el productor para la transferencia de los conocimientos que surjan de las investigaciones y experiencias que ambas instituciones vienen llevando a cabo.

La reunión agroforestal permitió intercambiar información y experiencias sobre los modelos existentes, ventajas y desventajas, como su inserción de componente alternativo de importancia para el Programa Nacional de Reconversión Productiva.

Este encuentro tuvo también como objetivo central la consolidación de la Red del Noreste en Sistemas Agroforestales.

Los talleres sobre Kiri también tuvieron una nutrida concurrencia de productores y empresarios, donde en diferentes comisiones de trabajo se analizaron diversos aspectos determinantes de la especie en cuanto a vivero, plantación, cuidados culturales y manejo, resultando un balance exitoso en materia de recomendaciones técnicas para su difusión.

Las conclusiones generales de estos talleres fueron muy positivas por cuanto se han generado y discutido informaciones que resultarán de suma utilidad práctica para el forestador.

Las mismas se hallan actualmente en etapa de impresión.

El bosque nativo fue también un tema que convocó a más de 350 personas de distintas regiones del país y de otros para intercambiar informaciones y experiencias acerca del uso, manejo y conservación de los recursos naturales, en el ámbito de las VII Jornadas Técnicas sobre "Ecosistemas Forestales Nativos".

Contó con la presencia de académicos, investigadores, funcionarios y empresarios de las distintas regiones fitogeográficas del país y de Chile, Paraguay, Brasil, Costa Rica y Estados Unidos de Norteamérica, con llamativa concurrencia de estudiantes forestales.

Con la presentación de más de cuarenta trabajos, quedó reflejado que la temática está siendo abordada por diversas personas y/o grupos de personas en distintas instituciones públicas o privadas, con la debida responsabilidad de dar respuesta a los inconvenientes que el hombre está generando al hacer un uso inadecuado de los recursos forestales nativos.

Para cualquier participante quedó claro que existe un caudal enorme de información y de conocimientos disponibles en algún lugar, y que no son divulgados suficientemente.

Fueron presentadas entre otras, nueve propuestas de manejo para el bosque nativo de la Provincia, las actividades que desarrolla el Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables (Misiones es la única provincia argentina que cuenta con ese rango para atender la actividad forestal), la propuesta de ley sobre el bosque nativo de Chile, el uso maderable del bosque, el reciclaje de nutrientes con especies nativas para recuperar suelos degradados en Misiones, la regeneración de especies nativas, el enriquecimiento del bosque nativo, etcétera.

Simultáneamente y aprovechando la concurrencia masiva se reunieron los integrantes de la Comisión Nacional Permanente del género *Prosopis* (Algarrobos) para tratar temas de su interés e incumbencia y conformar una organización no gubernamental (ONG).

También se realizó un taller sobre "Disturbios ambientales a causa de la deforestación" coordinado por el Dr. Brown, del

Instituto Las Yungas de la Provincia de Tucumán.

Numerosas instituciones adhirieron al evento destacándose el Gobierno de la Provincia de Misiones, Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables, Municipalidad de Eldorado, Subsecretaría de Medio Ambiente y Recursos Humanos de la Nación, Instituto de Recursos Tropicales (USA), Fundación A. W. Mellon (USA), Universidad de Yale (USA), Fundación Vida Silvestre Argentina, Banco COINAG Coop., Instituto de Fomento Agrícola Industrial (IFAI), Comisión de Recursos Naturales de la Honorable Cámara de Diputados de la Provincia de Misiones, etcétera.

*** DIMITRI, Milán Jorge.**

Ing. Agrónomo. Profesor. Académico

A la edad de 81 años falleció el 21 de febrero de 1994 en la ciudad de Buenos Aires.

Este notable botánico-dendrólogo enriqueció las ciencias argentinas por más de 50 años en una infatigable labor de estudioso y publicista de las especies leñosas del país, con particular preferencia por las cultivadas, en su mayoría exóticas, difícilmente superable. También fue ecólogo y profundo conservacionista de la naturaleza. Mostró especial atención a la flora de los parques nacionales y en este sentido su nombre y sus publicaciones sobre ella serán temas obligados cuando de tales parques se vieran referencias. Fue proficuo autor, como lo demuestra una lista seleccionada de 25 títulos, libros en su mayoría, que incluimos en nuestra obra "Repertorio de la literatura forestal argentina" (1982, págs. 72/73), tales como "Los eucaliptos en la Silvicultura" (coautor de H. Mangieri, 1961, publicación premiada), "Flora arbórea del Parque Nacional Iguazú" (1974), "La región de los bosques andino-patagónicos" (1972), "II Flora dendrológica y cultivada" (1982), "Iconografía dendrológica" (1989, con 76 láminas a la pluma). Quizá la cumbre de su rica producción es la actualización y ampliación del capítulo sobre Sistemática Vegetal en la obra del Profesor Lorenzo R. Parodi "Enciclopedia argentina de agricultura y jardine-

ría", trabajo que le demandó 3 años y ocupó 2 volúmenes de 1160 páginas (1978 y 1980).

Nació en Buenos Aires, 1913, pero hizo la enseñanza primaria y secundaria en Punta Arenas, Chile; en 1943 egresa Ing. Agrónomo de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Buenos Aires; aún alumno cumplía funciones en el entonces Laboratorio de Botánica del Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación, sito en el viejo Hotel de Inmigrantes de Puerto Nuevo, acompañando al Ing. E. Clos cuando dedicado a herborizar y describir arbustos y árboles cultivados en Buenos Aires; años después siendo esta dependencia el Instituto de Botánica, dirigido por A. Ragonese, es Dimitri quien asume la serie de publicaciones sistemáticas de plantas cultivadas, que incluye géneros completos de árboles. En 1953 es designado Jefe del Departamento de Protección de la Naturaleza en la Dirección de Parques Nacionales, y de aquí deviene gran aporte de su literatura científica botánica-dendrológica. También fue Docente auxiliar de Parodi en sus clases de Botánica. Como becario sigue cursos de su especialidad en la Universidad de Colorado, Estados Unidos. En 1960 obtiene por concurso la Cátedra de Morfología y Sistemática Vegetal de la Facultad de Agronomía, Universidad de La Plata, donde finaliza siendo su Decano y Profesor Emérito. Su última etapa institucional transcurrió como Rector de la Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, hasta 1983. Desde el año siguiente convive en nuestra Cátedra de Dasonomía, UBA, como investigador contratado por CONICET, en un programa de estudios dendrológicos que finaliza aquejado por crecientes dolores pero sin por ello abandonar su actividad, pues en colaboración con su otro gran amigo, el Ing. E. Orfila, estaba terminando el tan ansiado "Catálogo de las especies leñosas argentinas" que, comenzando por Julio A. Castiglioni y A. Ragonese, va a reemplazar el viejo "Índice de la flora leñosa argentina" de F. E. Devoto y M. Rothkugel, publicado hace 54 años, y que resultó de suma utilidad para los forestales de aquellos primeros tiempos. En 1984 resultó designado Miembro de Número de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria.

Este pequeño homenaje a un académico de renombre como lo fue el Ing. Milán Jorge Dimitri, profesor de numerosos profesionales de la Agronomía y Ciencias Forestales, es una contribución que nos hiciera llegar el Profesor Domingo Cozzo, con lo cual nuestra Casa de Estudios hace suyo este sentido reconocimiento.

*** TINTO, José Claudio.
Profesor e Investigador**

Como contribución al homenaje sentido de la pérdida de nuestro colega Ing. José C. Tinto, se vuelca a continuación unas palabras en su memoria a cargo del Ing. Roberto Chiani.

Recordar al Ing. Agr. José Claudio Tinto implica transitar por su semblanza de ser humano y su perfil de destacado profesional, manifestaciones de su trascendencia como esposo, padre y amigo; y de una acendrada vocación al servicio de la investigación y enseñanza forestales.

Hijo de San Juan, nació en Angaco Sud el 12 de setiembre de 1919; se diplomó de Ingeniero Agrónomo en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad de Buenos Aires.

Su trayectoria profesional podemos enmarcarla en su tesón por impulsar y ubicar en el lugar que le corresponde a la actividad forestal en el país.

Perteneció a ese puñado de fecundos pioneros que orientados por el Ing. Lucas Tortorelli y acompañados por una pléyade de colegas, se dedicaron a estructurar un servicio forestal nacional casi inexistente y a catapultar la ciencia y la tecnología del árbol y de la madera.

Se inició en la modesta Dirección Forestal del antiguo Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación. Colaboró activamente en la implementación de la Ley 13.273 de Defensa de la Riqueza Forestal, dictada en 1948.

En ese ámbito se desempeñó en variadas funciones técnicas y jerárquicas, a lo largo de fructuosos 40 años, sembrados de alegrías e ingratitudes, desde Jefe de la División Preservación hasta la asesoría de directores generales e interventores de turno.

Quienes estuvimos a su lado podemos

atestiguar que toda su vida fue un abogar para y por la investigación tecnológica de la madera, pero su vuelo alcanzó mayores alturas porque también se preocupó del quehacer forestal en todas sus expresiones y de la formación y capacitación profesional, necesaria al servicio de aquella actividad.

Durante su gestión en el ex IFONA participó en numerosos eventos, seminarios y congresos forestales. Viajó por Latinoamérica, Europa y EE.UU., aprendiendo y exponiendo sus ideas y conocimientos. Arribó siempre enriquecido con un bagaje que supo aplicar y difundir en pos del mejoramiento y desarrollo de la tarea que lo apasionaba: la madera y el bosque.

Fue socio fundador de la Asociación Forestal Argentina, sociedad civil sin fines de lucro, creada para promover el desarrollo forestal del país.

Su currículum es un fiel exponente de la diversidad y profundidad de las investigaciones que llevó a cabo, particularmente en el área de la tecnología del leño. Sus últimos años lo sorprendieron como investigador principal del CONICET, donde supo aplicar su experiencia y dotes de tecnólogo.

Dentro de su labor profesional se destaca la enseñanza; lo preocupó hasta hace pocos años antes de su tránsito. Fue destacado colaborador en la creación de la Escuela Superior de Bosques en la Universidad de La Plata, fundada en 1960; allí ejerció como profesor de Industrias Forestales.

Propulsó la creación de la Facultad de Ingeniería Forestal de Formosa y la carrera de Técnico Forestal en la Universidad de Concepción del Uruguay, donde se desempeñó como profesor.

Participó en la organización de la Facultad de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de la Patagonia con asiento en Esquel; en esta Casa de Estudios actuó asimismo en funciones docentes.

Otra faceta de su temperamento, poco conocida, fue su inclinación y preocupación por los iniciados en las ciencias forestales. Por su oficina de la calle Azcuénaga primero y Pueyrredón después, desfilaron alumnos y profesionales jóvenes que buscaban una orientación o un consejo en una especialidad que él cultivara profundamente.

El Ing. Tinto es merecedor por parte de

sus amigos, colegas y compañeros, como de la generación que ahora emprende su camino, del mayor de los respetos y el sincero reconocimiento, por ser un hombre que amó lo que hizo y dio lo que supo. Uno de esos raros paradigmas que no se presentan con frecuencia y que resulta provechoso imitar. En él se fundieron dos hechos de contornos auspiciosos: amor por el trabajo y concentración en la obra.

Mi amigo y colega fue un dedicado esposo y abnegado padre de sus hijas; tuvo la sabiduría de la humildad y la honestidad, del trato cordial y sereno, como así del oportuno consejo y apoyo a quien se lo pidiera.

Atesoraba una personalidad que ahora, fuera de todo tiempo y espacio, en mi carácter de alumno y amigo resulta difícil de soportar en cuanto a la ausencia de su amistad y profesionalidad.

Su familia, amigos y colegas y la actividad forestal en todos sus estamentos y manifestaciones, han perdido un irremplazable ser humano de relieves no comunes.

*** MIEMBRO DE LA U.I.C.N.**

La Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones ha sido formalmente admitida como miembro de la Unión Mundial para la Naturaleza, U.I.C.N. Este hecho jalona una expectativa ampliamente anhelada por las autoridades, habiéndose recibido tanto en el año 1992 como 1993 un constante apoyo de ella, a través del aporte de expertos que nos visitaran oportunamente, bibliografía, viaje de nuestros docentes, apoyo a determinados proyectos de investigación, etcétera.

Del 18 al 26 de enero de 1994 se realizó en la ciudad de Buenos Aires, la XIX Asamblea Trienal de la U.I.C.N. donde a través de la organización de diez talleres se produjo un interesante intercambio internacional de opiniones y estrategias para la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica del mundo. En la ocasión, nuestra Facultad se vio favorecida con la aprobación de un proyecto destinado a la elaboración de un Plan de Desarrollo Agroforestal para la localidad de San Pedro,

Misiones, donde los receptores y principales beneficiarios son los productores agrarios, ganaderos y forestales de un área de, aproximadamente, 10 000 ha con aspectos de marginalidad tanto económica como social. El objetivo es revertir el cuadro de situación actual y ofrecer al medio las alternativas válidas para la reconversión productiva de sus tierras, el manejo y la conservación de las masas forestales nativas como la capacitación del productor y su familia.

Argentina cuenta con 23 organizaciones adheridas a dicha organización mundial, las que desde hace un año decidieron autoconvocarse en un Comité Argentino, para coordinar y potenciar 35 proyectos ligados al medio ambiente y al desarrollo sostenible.

*** PROGRAMA DE EXTENSION PARA EL PEQUEÑO PRODUCTOR FORESTAL**

La Facultad ha firmado recientemente un nuevo convenio, en este caso con el Ministerio de Bienestar Social, de la Mujer y la Juventud de Misiones, en el marco del Programa Federal de Solidaridad y el Plan Silvicultural Provincial, donde nuestros docentes son los responsables de implementar un programa de extensión que contendrá dos aspectos, la capacitación de los pequeños productores silvicultores en las técnicas de manejo silvicultural tendiente a la restauración del bosque nativo y el monitoreo de la gestión. El convenio prevé financiamiento e incentivos para 127 silvicultores con el objetivo de la restauración de monte nativo en 3 ha c/u. En el mes de abril, se iniciaron los primeros cursos de transferencia de tecnología, conformación de grupos solidarios de trabajo y preparación de una cartilla básica sobre implantación bajo cubierta natural y conducción de renovales.

Estas acciones permitirán a mediano plazo transformar paulatinamente las masas forestales nativas subtropicales degradadas en áreas enriquecidas y con manejo silvicultural en proceso de recuperación, con la participación del propio interesado, el silvicultor.

* LABORATORIO DE INVESTIGACION

El pasado 20 de diciembre ante la presencia de autoridades provinciales, nacionales y la comunidad del Alto Paraná, la Facultad de Ciencias Forestales inauguró un edificio de 450 m² con destino al Laboratorio de Biotecnología, Semillas, Tecnología e Industrias Forestales, totalmente equipado, donde se desarrollarán las investigaciones de varias líneas prioritarias para los intereses del sector foresto-industrial.

Este logro, realizado con el esfuerzo de las autoridades y un conjunto de docentes y no docentes, marca una nueva etapa en el crecimiento del Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales que, con los 300 m² ya habilitados para el desarrollo de cursos de capacitación en afiliado, contiguo al laboratorio, la Facultad posee un núcleo central edilicio al servicio de los requerimientos del productor y empresario forestal misionero y regional.

* PUBLICACIONES

El Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales (ISIF) ha recibido una interesante publicación titulada "Financial and Economic Analyses of Agroforestry Systems", Workshop-Honolulu-Hawaii-USA, 1992, 309 pp. Sullivan, G. M.; Susan, M. H.; Jefferson, M. E. (Editores).

Este valioso documento está dividido en tres partes:

Parte I: Análisis financiero-económico de Sistemas Agroforestales: una visión general de un estudio de caso.

Plantea los elementos a considerar en estudios de casos para una evaluación ex-ante y ex-post de un Sistema Agroforestal.

Parte II: Grupo de temas sobre trópicos importantes en análisis financiero-económico de Sistemas Agroforestales.

La agroforestería está aumentando su organización como sistema viable para la explotación y sus perspectivas son prometedoras, pero los resultados económicos no están suficientemente documentados. Son pocos los datos en los cuales basar el análisis

económico-financiero, particularmente datos de crecimiento y producción originados por diferentes intensidades de manejo. Hay escasos proyectos de campo que avanzan y pocos productores que adoptaron prácticas que se mostraron exitosas en ensayos de estaciones experimentales.

Parte III: Estudios de casos, críticas y trabajos invitados.

El análisis económico de los Sistemas Agroforestales requiere un cuidadoso análisis de los objetivos prioritarios para identificar los indicadores acoplados, y a partir de allí los datos requeridos. El desarrollo de la tecnología agroforestal requiere sistematización, interdisciplina y una aproximación a los manejos del productor. Prioridades futuras para el análisis económico será entender y cuantificar la dinámica de éstos en el manejo y explotación de sistemas determinados, determinar en el corto y largo plazo los impactos e implicancias de la agroforestería en los diferentes ambientes potenciales y su sustentabilidad.

La obra finaliza con un conjunto de temas que comprenden casos de estudio de diversos países.

* **QUEBRACHO**, la Revista de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Santiago del Estero, ha aparecido en su primer número de diciembre del año pasado. Esta nueva contribución que realizan las casas de estudios de formación forestal superior, con un órgano propio de difusión científica y tecnológica, representa la satisfacción y la concreción de un viejo sueño hecho realidad, gracias al esfuerzo de los docentes, al apoyo de las autoridades a la colaboración de la Biblioteca Central de dicha Universidad como a la ayuda financiera brindada por la GTZ de Alemania. En su valioso contenido, los docentes aportan estudios referidos a la Región Chaqueña en diferentes temáticas de investigación relacionadas a la tecnología e industria forestal, manejo silvo-pastoril, estadística e inventario forestal, contribuciones que serán de suma utilidad para el desarrollo forestal de tan amplia región. **Yvyrareta** y **Quebracho** han iniciado una nueva etapa forestal para Argentina.

* CENTRO DE INFORMACION Y DOCUMENTACION FORESTAL "ING. AGR. LUCAS ANDRES TORTORELLI"

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

Al producirse en el mes de octubre de 1991 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 de 1993, el Centro reabrió sus puertas en un cómodo y luminoso sector del edificio forestal ubicado en el Anexo Jardín de la Secretaría.

Entre los principales objetivos del Centro, se destacan:

- * **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 para elevar la calidad del quehacer técnico y científico en el campo forestal.
- * **Impulsar** la transferencia de tecnología entre profesionales incrementando la capacidad de utilizar la información escrita.

El **acervo bibliográfico** está conformado por 5000 libros, 12 000 folletos y separatas y 550 títulos de revistas.

El Centro alberga desde 1983 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.

Evaluación de la dinámica del crecimiento primario para cuatro especies forestales nativas en plantaciones de enriquecimiento en bosques subtropicales de Argentina

Ada E. GONZALEZ*

RESUMEN

Este trabajo se realizó en la Reserva Forestal de Guaraní, Misiones y tiene como objetivo determinar la dinámica del crecimiento primario de cuatro especies forestales nativas plantadas en líneas de enriquecimiento que aparecen en la regeneración natural. Las especies seleccionadas son *Bastardiopsis densiflora*, *Ocotea puberula*, *Cordia trichotoma* y *Balfourodendron riedelianum*. Para ello se evaluó la altura total, incremento de altura, número de hojas y el área foliar total en renovals de regeneración natural y en ejemplares plantados en líneas de enriquecimiento. Los parámetros medidos sugieren diferentes estrategias de crecimiento para las especies, *B. densiflora* tiene un menor ratio de área de hojas a área basal, correspondiendo a especies que están bien adaptadas a condiciones de estrés al requerir un mayor transporte de agua por unidad de área foliar. Estos factores tipifican árboles de la sucesión temprana que crecen rápidamente aprovechando elevada insolación. La mayoría de las veces *B. riedelianum* presenta el menor incremento en altura, la menor área foliar total y un número de hojas propio de un crecimiento conservador. *B. trichotoma* y *O. puberula* son comparables en el índice de crecimiento con tamaños de hojas similares. *C. trichotoma* tiene más hojas. Por otra parte *O. puberula* tiene el diámetro más

pequeño y el mayor índice de área foliar a área basal con más follaje por unidad de ramas, lo que sugiere que está bien adaptado a menores intensidades de luz. Por otra parte *O. puberula* con pequeñas hojas gruesas puede indicar un aspecto morfológico importante en la resistencia al estrés hídrico.

SUMMARY

This project has been done at the Guaraní Forest Reserve (Misiones) and it has as an objective to determine the early growth dynamics of four timber species in enrichment planting which appear in the natural regeneration process. The selected species are: *Bastardiopsis densiflora*, *Ocotea puberula*, *Cordia trichotoma* and *Balfourodendron riedelianum*. For this, total height increment, leaf number, and leaf area in natural regenerated land and in samples plots of the enrichment area were evaluated.

The measured parameters suggest different growth strategies for the species. *B. densiflora* had a lower ratio of leaf area to basal area, corresponding to species that area well adapted to more stressed conditions requiring greater water transporta-

* Candidata NF. Yale School of Forestry and Environmental Studies.

ting tissue per unit leaf area. These factors typify early successional trees which grow quickly by exploiting high light. For the most part, *B. riedelianum* had the smallest height increment, the lowest total leaf area, and leaf number typical of conservative growth. *C. trichotoma* and *O. puberula* were comparable in growth rate, with comparably sized leaves, but *C. trichotoma* had more leaves.

On the other hand, *O. puberula* had the smallest diameter and the greatest leaf area to baal area ratio with more foliage per unit of stem wood, suggesting that it is well adapted for lower light intensities. In addition, *O. puberula* had small cutinous leaves which can indicate an important morphological feature in the resistance to water stress.

I. INTRODUCCION

La Selva Misionera, localizada en el noreste argentino, a 26° 23' lat. S y 54° 40' long. O, representa sólo el 1% del área del país, pero produce el 41% de la madera nacional (IFONA 1985). Aproximadamente la mitad de la demanda nacional de madera se satisface con forestaciones de *Araucaria*, *Pinus*, *Eucalyptus* y otras especies exóticas, el resto proviene de masas vírgenes o secundarias (Ferreira 1986). En estos bosques, las especies forestales nativas han sido en la mayoría de los casos explotadas sin considerar la regeneración natural (Maradei 1982). Además, la ley provincial de bosques fija diámetros mínimos de corta para las especies más valiosas (Grance 1988). Un límite diamétrico permite que todos los árboles con d.a.p. por encima del mismo sean cortados, lo que ocasiona la desaparición de las especies más valiosas y de mayor aporte.

A principios de la década del '60, los técnicos forestales argentinos comenzaron a percibir la escasez de madera proveniente de masas nativas y experimentaron con plantaciones de enriquecimiento en áreas forestales degradadas y plantaciones en las cuales combinaron especies nativas y exóticas (Rieder 1965). Los investigadores reconocieron la necesidad de un manejo sostenido de especies nativas y propusieron técnicas silviculturales para asegurar una

regeneración natural adecuada (Rieder 1965). A pesar de estas recomendaciones, la aplicación de los métodos conocidos no se produjo a gran escala (Grance, comunicación personal).

Para los propietarios privados hay pocas elecciones. Debido a los elevados impuestos a la tierra, a menudo se busca un retorno económico a corto plazo al extraer toda la madera comerciable. Al explotar la masa respetando los diámetros mínimos, quedan pocas especies de valor para lograr una regeneración aceptable, desvalorizándose el bosque. Por lo tanto, la mayoría de los propietarios forestan con especies forestales exóticas, convierten sus tierras forestales en plantíos agrícolas o en pasturas (Grance, comunicación personal). Los bosques naturales restantes en Misiones enfrentan una sobreexplotación similar. Los técnicos forestales y obreros estiman que dentro de algunos años acabarán las existencias maderables fuera de las áreas protegidas y parques (Grance, Eibl, comunicación personal).

En un esfuerzo por encontrar alternativas a las forestaciones de pino y eucalyptos, la Universidad Nacional de Misiones (UNaM) está ensayando técnicas de enriquecimiento en la Reserva Forestal de Guaraní (Guaraní), un predio de 5430 ha que pertenece a la UNaM y es administrado por la Facultad de Ciencias Forestales ubicado, en el centro de Misiones.

Los métodos de enriquecimiento consisten en la introducción de especies de importancia comercial, en fajas dentro del bosque sin la eliminación de los árboles existentes (Weaver 1986). La práctica ha sido recomendada para masas secundarias con baja diversidad específica, para masas degradadas cerradas después de una explotación intensiva o para otras condiciones donde la regeneración natural no se produce (Catinot 1969).

En 1989, la UNaM comenzó a extraer la madera de Guaraní. Un área de 30 ha fue explotada respetando los diámetros mínimos para crear las condiciones típicas de explotación en la Provincia de Misiones. En 1991, investigadores de la UNaM establecieron el experimento de enriquecimiento en un área de 1 ha trasplantando planti-

nes de regeneración del bosque. El objetivo es comparar el crecimiento de especies forestales nativas de interés comercial en condiciones de bosque degradado típico, con el propósito de realizar recomendaciones de su uso a los productores. Se espera demostrar que los métodos de enriquecimiento con sp. nativas pueden ser económica y ecológicamente viables y servir como una alternativa a la reforestación con especies exóticas (Grance, comunicación personal).

Esta investigación se basó en el trabajo de la UNaM para describir la dinámica del crecimiento primario de cuatro especies forestales nativas en un experimento de enriquecimiento de un año.

Todas las especies son pioneras o medianamente pioneras en el proceso de regeneración natural. *Bastardiopsis densiflora* (Malvaceae), conocida localmente como loro blanco y *Ocotea puberula* (Lauraceae), llamado laurel guiacá, son consideradas como especies de rápido crecimiento y heliófilas. *Cordia trichotoma* (Borraginaceae), denominado peteribí es de crecimiento relativamente rápido y *Balfourodendron riedelianum* (Rutaceae), conocido como guatambú blanco, es una especie de crecimiento más lento (Totorelli 1956).

Para comparar la dinámica del crecimiento primario de los renovales se evaluó la altura total, el incremento en altura, el diámetro a la altura del cuello, el número de hojas y el área foliar. La diferencia en los índices de crecimiento entre especies es hipotetizado para correlacionar con la variación interespecífica en la fijación de carbono sobre el área total fotosintética.

II. METODOS

El bosque subtropical húmedo de Misiones forma parte de la zona biográfica Paraná. Representa la porción más austral del bosque pluvial amazónico (Boninsegna 1989), las precipitaciones están uniformemente distribuidas a lo largo del año con una media anual de 2000 mm (Perticarari 1992). La temperatura media en el mes más frío (julio) es de 14 °C y en el mes más cálido (enero) es de 26 °C; las heladas se producen en promedio siete veces al año durante junio y julio.

Para caracterizar la vegetación existen-

te en el área de enriquecimiento se tomaron muestras aleatorias de cinco parcelas de 250 m² (12,5% del área de enriquecimiento) para los árboles (de más de 10 cm de d.a.p.) helechos arborescentes (*Alsophila atrovirens* [Langsd et Fisch] presl.) tacuaras (*Merostachis cluseni* [Munro] y especies forestales pineras [principalmente *Solanum verbascifolium* L.]). Se evaluó el sotobosque con cinco subparcelas de 12,5 m² para el número de individuos y el porcentaje de árboles protectores (10 cm), arbustos, hierbas, tacuaras, helechos, árboles pioneros renovales de árboles de importancia comercial y renovables sin importancia comercial.

Para el experimento de enriquecimiento se plantaron veinte renovales de cada especie a lo largo de franjas de 100 m de longitud, orientadas E-O, de 2 m de ancho, separadas entre sí 25 m. Cada franja constaba de cuatro bloques de cinco renovales de cada especie. Se evaluó el crecimiento de los renovales basado en los siguientes parámetros: diámetro altura del cuello, altura, incremento en altura en un año, número de hojas, área foliar promedio (a partir de una submuestra de cinco hojas por individuo) y un área foliar total (número de hojas por el área foliar promedio). Los parámetros múltiples produjeron una indicación más exacta del desarrollo del renoval que cualquier siple, debido a que las prioridades de fijación de carbono difieren de especie a especie. La altura y el incremento en altura son indicaciones del desarrollo pasado. El área fotosintética y el diámetro a la altura del cuello son medidos de las condiciones actuales de vigor y futuro potencial sobre el suelo y debajo del suelo respectivamente. El ratio del área foliar al área de la eficiencia hidráulica (Berlyn, comunicación personal) cuanto mejor sea la relación mayor será el tejido de transporte de agua del xilema por unidad de área foliar. En ambientes de estrés hídrico, mayores área basal son necesarias para sostener el follaje (Waring y Schlesinger 1985).

III. RESULTADOS

La vegetación superior está dominada por bambuseas (15-85% de cobertura), helechos arborescentes (50-70%) y especies pioneras (5-20%) (tabla I). Hay 88 árboles

mayores de 10 cm d.a.p. y 32 palmas (*Arecastrum romanzoffianum*) por hectárea. Convenientemente en el sotobosque, Bambuseas (5-35%), helechos (5-55%), árboles pioneros mayores 5 cm de d.a.p. 50% de cobertura, dominan la vegetación (tabla II). La regeneración natural de especies comercializables se estimó en 1120 renovables por

ha. *Balfourodendron riedelianum* fue la única especie de las cuatro estudiadas que se presentó en regeneración natural dentro del sitio de enriquecimiento (480 renovales por ha).

La variación intraespecífica entre bloques fue valuada usando el test de rango múltiple de Duncan que permite tamaño de

Tabla 1. Vegetación de dosel superior de cinco parcelas (de 12,5% de 1 ha) tres años después de aprovechamiento intensivo.

Parcelas #	Arboles (#/250 m ²)	Tacuaras (% cobert.)	Helechos arboreos. (% cobert.)	Arboles pioneros (% cobert.)
1	5	60	20	5
2	2	15	70	10
3	2	30	5	40
4	4	85	10	50
5	2	50	10	15
Promedio	3	48	23	32

1 > 10 cm d.a.p.

2 *Meostachys clauseni* Munro.

3 *Asplhila atrovirens* (Langsd. et Fich) presl.

4 *Solanum verbascifolium* L.

Tabla 2. Número total de individuos y porcentaje de cobertura (en paréntesis) de la vegetación del dosel inferior (cada parcela medida al 5% del área de las parcelas del dosel superior).

	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4	Parcela 5	Total (Prom.)
Arboles	—	—	—	1 (20)	—	1 (5)
Tacuaras	30 (25)	50 (35)	14 (10)	19 (10)	5 (5)	118 (17)
Arboles pioneros	2 (20)	3 (5)	2 (10)	1 (< 5)	12 (10)	20 (10)
Helechos	6 (25)	16 (55)	5 (15)	6 (10)	2 (5)	35 (22)
Enredaderas	4 (< 5)	4 (< 5)	6 (5)	10 (5)	7 (5)	31 (20)
Hierbas (% cobert.)	(< 5)	(< 5)	(30)	(< 5)	(15)	(10)
Renuevos comercial	2 (< 5)	1 (< 5)	2 (< 5)	1 (< 5)	1 (< 5)	7 (< 5)
Renuevos no comercial	3 (< 5)	3 (< 5)	2 (< 5)	—	—	9 (< 5)

muestras diferentes. *Ocotea puberula* fue significativamente diferente entre un bloque y los otros tres para todos los parámetros de crecimiento excepto para el cociente del área foliar al área basal.

Bastardiopsis densiflora fue significativamente diferente entre bloques para el número de hojas. *Balfourodendron riedelianum* y *Cordia trichotoma* no presentaron diferencias significativas entre bloques.

La altura, el diámetro, el número de hojas, el área foliar promedio, y el cociente área foliar a área basal fueron significativamente diferentes entre todas las especies usando el test de Duncan de rango múltiple y análisis de variancia (tabla III). *Bastardiopsis densiflora* fue significativamente mayor que las otras tres en incremento de altura; *Cordia trichotoma*, *Ocotea puberula* y *Balfourodendron riedelianum* no difirieron significativamente. *Bastardiopsis densiflora* tuvo área foliar significativamente mayor que *Balfourodendron riedelianum*.

Bastardiopsis densiflora presentó un área foliar promedio significativamente mayor que *Balfourodendron* y *Cordia*; *Ocotea* presentó el área foliar más pequeño. De la misma manera *Ocotea* y *Cordia* presentaron el número promedio de hojas mayor seguidos por *Bastardiopsis* luego *Balfourodendron*. Para el cociente área foliar a área basal *Ocotea* fue significativamente mayor que las otras tres especies.

IV. DISCUSION

Las cuatro especies evaluadas en este estudio para plantaciones de enriqueci-

miento, muestran alguna variación entre bloques, tal vez por la variación al azar del micrositio y por el poco número de ejemplares. Notablemente, un bloque de *Ocotea* tiene un incremento en altura mucho mayor y más hojas que los otros tres bloques, *Bastardiopsis* en un bloque presenta un mayor índice de área foliar y número de hojas. Ambos bloques están localizados cerca de un camino de extracción con más luz, lo que explicaría su mejor crecimiento.

Los parámetros medidos sugieren diferentes estrategias de crecimiento para las especies. *B. densiflora* tiene un menor ratio de área de hoja a área basal, correspondiendo a especies que están bien adaptadas a condiciones más estresantes requiriendo un mayor transporte de agua por unidad de área foliar (Waring y Schlesinger 1985). Estos factores tipifican árboles de la sucesión temprana que crecen rápidamente aprovechando elevada insolación y ambientes expuestos. La mayoría de las veces *B. riedelianum* tuvo el menor incremento en altura, la menor área foliar total, y un número de hojas propio de un crecimiento conservador. *C. trichotoma* y *O. puberula* son comparables en el índice de crecimiento, pero difieren en su asignación del crecimiento. Aunque *C. trichotoma* y *O. puberula* tienen tamaños de hojas comparables, *C. trichotoma* tiene más hojas. Por otra parte *O. puberula* tiene el diámetro más pequeño y el mayor índice área foliar a área basal.

Sostiene más follaje por unidad de ramas, sugiere, así que está bien adaptado a menores intensidades de luz.

Tabla 3. Mediciones de crecimiento promedio de renuevos plantados en enriquecimiento. Valores P de ANOVA entre especies para cada medición de crecimiento. La letra en minúscula indican diferencia significativa ($p < 0,05$) usando el test de rango múltiple de Duncan.

n	<i>Balfoudendron</i> 17	<i>Bastardiopsis</i> 15	<i>Cordia</i> 20	<i>Ocotea</i> 18	P. value
Altura (cm)	34,9 (2,6)a	82,5 (15,8)b	50,3 (5,2)a	39,7 (3,9)a	.0004
Diámetro (mm)	6,0 (0,4)a	12,8 (1,5)b	9,9 (0,7)c	5,9 (0,6)d	.0001
Crecimiento (cm)	5,4 (1,4)a	30,9 (12,7)b	22,1 (4,4)a	21,1 (4,2)a	.0238
Total área foliar (cm ²)	298 (44)a	2.012 (775)b	1.200 (346)a	653 (193)a	.0291
Nº de hojas	6,6 (0,7)a	14,0 (3,9)b	29,2 (5,8)c	27,8 (5,7)c	.002
Prom. Area foliar (cm ²)	41,6 (5,1)a	86,6 (23,0)b	32,1 (4,6)a	20,4 (6,5)c	.0004
Area foliar/área basal (cm ² /mm ²)	107,8 (14,1)a	94,1 (24,5)a	112,2 (22,6)a	187,7 (15,8)b	.0059

Sin embargo esto no considera otros aspectos morfológicos que ayudan en la conservación del agua, *O. puberula* tiene pequeñas hojas gruesas que permiten el crecimiento en áreas con intensidades de luz posiblemente altas y/o estrés hídrico. Además, *O. puberula* es una de las pocas especies que regeneran naturalmente en pastos abandonados (González, datos personales).

El aprovechamiento por el diámetro mínimo incrementó la disponibilidad de luz en el suelo forestal. Abundante luz favorece el crecimiento de bambuseas y árboles pioneros como *Solanum verbasifolium*. Las bambuseas dificultan la regeneración por falta de luz y obstrucción física al crecimiento por formación de manchones de densa vegetación (Deschamps 1987). Los resultados de este experimento reflejan la importancia del enriquecimiento en la preservación de las masas nativas. El entendimiento de las diferentes estrategias de crecimiento de las cuatro especies permitirá a los propietarios tomar decisiones más precisas en la regeneración de sus bosques degradados o explotados.

V. AGRADECIMIENTO

A la Facultad de Ciencias Forestales, por brindar la infraestructura; al Sr. Eloi Bandeira por su ayuda en el campo; a los Ing. Grance y Domingo Maiocco y Walter Salazar; a la Ing. Beatriz Eibl, Lilian Szczipanski, por su apoyo y a la Dra. Florencia Moantagnini de la Universidad de Yale por la coordinación.

VI. BIBLIOGRAFIA

- ASHTON, P. M. 1990. Method for the evaluation of advanced regeneration in forest types of south and southeast Asia. *For. Ecol. & Man.*, 36: 63-75.
- BONINSEGNA, J. A., R. VILLALBA, L. AMARILLA and J. OCAMPO. 1987. Studies on tree rings, growth rates and age size relationships of tropical tree species in Misiones, Argentina. *IAWA Bulletin*. 10 (2): 161-9.
- CATINOT, R. 1969. Results of enrichment planting in the tropics. *FAO Committee on Forest Development in the Tropics*. Second Session. Special Paper FO:FDT-69/4. FAO: Rome (cited from Weaver 1986).
- Censo de plantaciones forestales de la provincia de Misiones. 1972. Dirección general de estadística de la provincia de Misiones. Posadas.
- DESCHAMPS, J. R. and J. R. FERREIRA. 1987. Estudios sobre las comunidades postclimáticas de Misiones: los campos abandonados o "capueras". Cuartas Jornadas Técnicas Bosques Nativos Degradados. UNaM.
- EIBL, B., N. VERA, L. GRANCE, B. EIBL y D. MAIOCCO. 1991. Enriquecimiento con especies forestales nativas en Guaraní, Misiones. Project Report.
- FERREIRA, Carlos. 1986. Convenio Mapa Forestal. Superior Gobierno de la Provincia de Misiones. Ministerio de Ecología y Recursos Naturales enovables. UNaM.
- GRANCE, Luis. 1988. Plan de orientación de Guaraní. UNaM: Eldorado.
- IFONA. 1985. Anuario de estadística forestal 1985.
- MANGIERE, H. R. 1965. Reconstitución de los bosques misioneros y características biológicas de las principales especies. Primeras jornadas de trabajo del centro de estudio del bosque subtropical. CEBS: Eldorado. pp. 141-145.
- MARADEI, Daniel. 1982. Cautivo de especies de la Selva Misionera-reseña bibliográfica (Cultivation of species of the Misiones Forest-bibliographic review). *Actas, primeras jornadas técnicas sobre bosques implantado en noreste argentino*. UNaM: Eldorado. pp. 105-116.
- PERTICARI, C. A. 1992. Proyecto de creación de una reserva biosfera en la provincia de Misiones. Proyecto Yabotí.
- TORTORELLI, L. A. 1956. Maderas y bosques argentinos. Editorial Acme: Buenos Aires.
- WARING, R. H. and W. H. SCHLESINGER. 1985. *Forest Ecosystems: Concepts and Management*. Academic Press: Orlando, Florida. 340 pp.
- WEAVER, Peter. 1986. Enrichment planting in Tropical America. *Management of the forests of Tropical America: prospects and technologies*. Institute of Tropical Forestry, S. For. Exp. Sta. USDA Forest Service. 259-78.

