

REVISTA FORESTAL

# yvyrareta

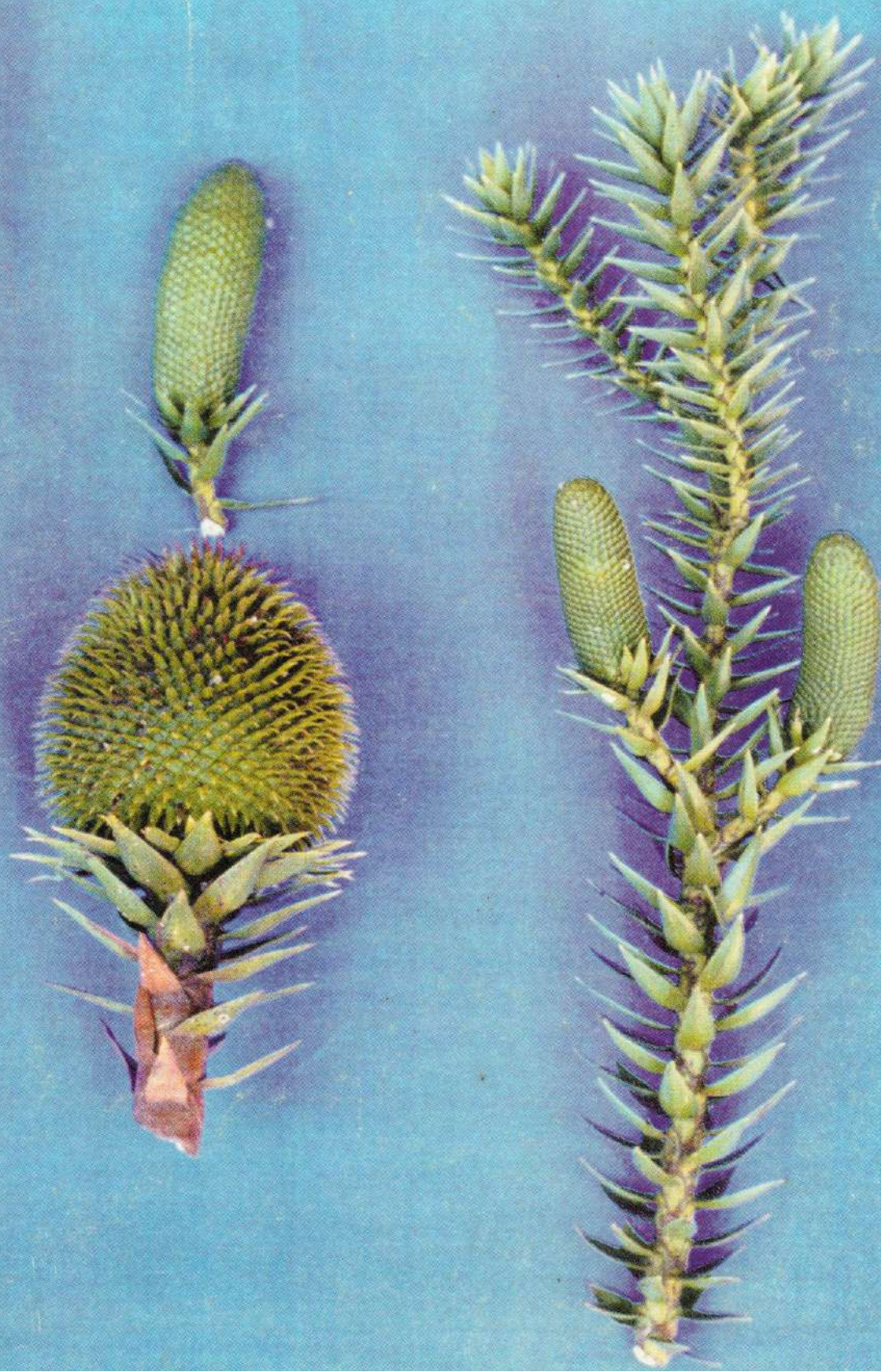
PAIS DE ARBOLES



Universidad Nacional de Misiones  
Facultad de Ciencias Forestales  
Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales

Noviembre  
1.999

9



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES

## FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

### INSTITUTO SUBTROPICAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES ISIF

Rector: Ing. Jorge Bettaglio  
Vice-Rector: CPN Edurado Mártires Solis  
Sec. Gral. Ciencia y Tecnología: Ing. Héctor Martín Gartland  
Decano: Ing. Ftal. Miguel Angel Lopez  
Vice-Decano: Lic. Marta Gladys Parussini  
Sec. Académica: Ing. Alicia Bohren  
Sec. Extensión: Ing. Juan A. Gauto  
Sec. Administrativo: Sr. Bernardino Bobadilla  
Sec. Bienestar Estudiantil: Sr. Fabián Romero  
Secretario de Ciencia y Técnica: Ing. Ftal. Patricio Mac Donagh  
Secretaria Técnica: Ing. Ftal. Elizabeth Weber

#### Evaluadores de este número

Dr. Roberto Hosokawa (UFPR, Brasil)	Ing. Beatriz Irene Eibl (UNaM, Arg.)
Dr. Rudi Arno Seitz (UFPR, Brasil)	Ing. Raul Marlats (UNLP, Arg.)
Ing. Mario Boza (CATIE, Costa Rica)	M. Sc. Miguel Angel Lopez (UNaM, Arg.)
Ing. Gonzalo De Las Salas (UD, Colombia)	M. Sc. Roberto Fernandez (UNaM-INTA, Arg.)
Ing. Vicente Nakama (CIRN-INTA, Arg.)	M. Sc. Jorge Claverie (UNLP, Arg.)
Ing. Diego Delgado (CATIE, Costa Rica)	M. Sc. Obdulio Pereyra (UNaM, Arg.)
Dr. Arturo A. Vitale (UBA, Arg.)	Ing. Walter Abedini (UNLP, Arg.)
Ing. John Beer (CATIE, Costa Rica)	Dr. Doadi Brena (UFMS, Brasil)
M. Sc. Norma Vera (UNaM, Arg.)	Ing. Jorge Marquina (UNLP, Arg.)
M. Sc. Fidelina Silva (UNaM, Arg.)	Dr. Guillermo Placci (Fundación Vida Silvestre, Arg.)
Ing. Lidia Lopez Cristobal (UNaM, Arg.)	

**Foto de Tapa:** Rámulo con amento femenino y masculino de *Araucaria angustifolia*. Ing. Ftal. Luis Grance

**Suscripción e intercambio:** Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales. Bertoni 124  
(3380) Eldorado. Misiones. Argentina. Tel (0054) (3751) 431780, 431526; Fax: 03751 431766  
E-mail: isif@correo.facfor.unam.edu.ar - <http://www.facfor.unam.edu.ar>

Editado por el Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales de la Facultad de Ciencias Forestales.  
Editor: M. Sc. Patricio Mac Donagh (U.Na.M., Arg.)

Impreso por: Imprenta DINAMICA - Av. 9 de Julio 2872 - Tel./Fax: 00-54 - (0)3743-420034  
E-mail: [dinamica@prico.com.ar](mailto:dinamica@prico.com.ar) - 3334 PUERTO RICO - Misiones - Argentina

## Indice

- 1 - Resultados de un ensayo de producción de plantines de *Araucaria angustifolia* Bert. O Kuntze en distintos tipos de envases. Pág. 4  
 Fassola H.E. Alegranza D.A., Kuzdra H. y Marques J.S.  
 Seedling production of *Araucaria angustifolia* Bert.
- 2 - Caracterización fitosociológica de un área del Parque Natural Municipal Saltos Küpper , Eldorado. Pág. 10  
 Ríos Román Carlos; Keller Héctor; Portillo Julio; Zacaría Rafael  
 Phytosology characterization of Salto Küpper´s Natural Park, Eldorado
- 3 - Reciclaje y Eficiencia en el Uso de Nutrientes en Sistemas Agroforestales Pág. 21  
 Florencia Montagnini; Carl F. Jordan; Rodrigo Matta Machado  
 Nutrients use in agroforestry systems: Recycle and efficiency
- 4 - Aptitud de las tierras para la implantación de bosques. Provincia de Misiones Pág. 41  
 Fernández, Roberto; Lupi, Ana M; Pahr, Norberto M  
 Land aptitude for forest plantations. Province of Misiones.
- 5 - Impacto de la explotación maderera sobre la riqueza y diversidad florística de la Selva Misionera. Pág. 51  
 Oscar Arturo Gauto; Afonso Figueiredo Filho  
 Harvesting impact over species composition and diversity of Misiones forest.
- 6 - Caracterización parcial de una proteinasa presente en los frutos de *Jacaratia dodecaphylla*. Pág. 59  
 Teresa Arguelles; Graciela Fernández  
 Partial characterization of proteinase present in the fruit *Jacaratia dodecaphylla* (vell.)
- 7 - Comportamiento de especies promisorias para la producción de leña en Eldorado, Misiones. Cuarta contribución. Pág. 65  
 Volkart, Conrado; Friedl, Ramón; Keller, Héctor; Reuter, Ramón; Guillen Bogado; Acosta, Racca,C.  
 Behaviour of promising species for fuelwood production in Eldorado, Misiones. Fourth contribution
- 8 - Cosecha y extracción de sauce (*Salix sp.*). Incidencia del tránsito en la resistencia a la penetración del suelo. Pág. 70  
 Claverie, Jorge; Balbuena, Roberto; Terminiello, Antonino; Palancar, Telmo; Manghi, Eduardo; Casado, Juan; Sprieguel, Esteban; Mac Donagh, Patricio.  
 Forest Harvesting of Willow (*Salix sp.*). Influence of traffic on soil penetration resistance
- 9 - Comparación del crecimiento de cinco clones de álamos en el área de riego del Río Dulce de Santiago del Estero Pág. 74  
 Ewens, Mauricio; Gaillard de Benítez, Celia; Pece, Marta G.  
 Growing comparation among five poplar c.v. in the Río Dulce Región Santiago del Estero
- 10 - Efecto del PEG 300 y los parámetros de impregnación en el coeficiente de contracción de *Aspidosperma quebracho-blanco* Schlecht Pág. 77  
 María Alicia Judis, José María Paz, Ernesto Sanabria.  
 Effect of the PEG 300 and the impregnation parameters on the contraction coefficient of *Aspidosperma quebracho blanco* Schlecht
- 11 - El potencial productivo de un bosque secundario de la reserva de uso múltiple de Guaraní, Misiones, Argentina. Pág. 81  
 Norma Vera; Lidia López Cristóbal  
 The productivity of a secondary forest, placed in the Guaraní preservation area, Misiones, Argentine.
- 12 - Aproximación a un relevamiento holístico de un sector de la Biósfera Yabotí, Misiones, Argentina Pág. 87  
 Palavecino, José; Maiocco, Domingo; Gauto, Oscar; Benítez, Juan; Lange, Wendelino  
 Approximation to a holistic survey of a sector of the Biosphere Yabotí, in Misiones, Argentina.
- 13 - La biodiversidad florística del bosque nativo secundario y primario de la Reserva de Guaraní, Misiones, Argentina. Pág. 94  
 Lidia López Cristóbal; Norma Vera  
 The forest diversity of a native secondary and primary forest of the Guaraní Reservation Area, Misiones, Argentine
- 14 - Comunicación Pág. 100  
 Nuevas alternativas en el Uso Múltiple del Bosque  
 Pascutti, Roberto
- ) Ficha técnica: Árboles de Misiones *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl. Pág. 107  
 Bohren, Alicia V.; Grance, Luis A.; Gartland, Héctor M.; Miranda, Dora; Keller, Héctor  
 Technical report: Misiones tree species *Lonchocarpus muehlbergianus*
- ) Ficha técnica: Frutos y semillas de interés forestal: *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassler. Pág. 110  
 Miranda, Dora E.; Paredes, Dardo  
 Technical report: Seeds and fruits of tree species: *Lonchocarpus muehlbergianus*

La **Revista Forestal Yvyrareta** de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones contribuye a la difusión y divulgación de resultados de ensayos e investigaciones generadas en este campo de la Argentina y en particular de la Comunidad Universitaria de Eldorado.

El crecimiento de la actividad de forestación en Argentina, se debe principalmente a las ventajas comparativas y competitivas de sus diferentes ecosistemas, y esto se ve reflejado en los últimos 10 años por la radicación de capital de riesgo nacional y transnacional en el sector. Simultáneamente se ha incrementado la conciencia de la sociedad sobre la necesidad de preservación y conservación de los Recursos Naturales y del entorno. En ambos aspectos la sociedad ha acompañado y realizado su aporte, a través de normativas que otorgan, al menos jurídicamente, el marco adecuado para el crecimiento en equilibrio. Se adiciona como un factor relevante en la región, el elevado crecimiento demográfico, que aumenta la presión sobre los Recursos Naturales.

La sociedad demanda información adecuada para el desarrollo de sus potencialidades. El conjunto de resultados que se presentan, contribuirá a la satisfacción parcial de esa demanda, consolidando las actividades productivas, el uso múltiple del bosque y la sustentabilidad de los recursos.

El proceso de desarrollo de las actividades económicas requiere del cumplimiento funcional de los sectores involucrados. En tal sentido, la función de la Universidad, es la de aportar y generar conocimientos tanto en la formación académica como en la ciencia y tecnología, que deben ser transferidas a la sociedad. Este es el aporte que se efectúa y el compromiso que se asume para incrementar la productividad de los recursos que impacten positivamente en la producción de bienes y servicios, como en la preservación de aquellos bienes potenciales todavía no mensurables en términos monetarios. La Facultad de Ciencias Forestales asumió éste desafío, de liderar el aporte de conocimiento en la formación académica por medio de las ofertas actuales y la generación de tecnologías demandadas y orientadas por el aparato productivo u orientativas para el aparato productivo.

Ing. Ftal. M. Sc. Miguel Angel Lopez  
Decano Facultad de Ciencias Forestales

# RESULTADOS DE UN ENSAYO DE PRODUCCIÓN DE PLANTINES DE *Araucaria angustifolia* (BERT) O. K EN DISTINTOS TIPOS DE ENVASES

## SEEDLING PRODUCTION OF *Araucaria angustifolia* BERT

Hugo E. Fassola<sup>1</sup>

Diego A. Alegranza<sup>2</sup>

Hipólito Kuzdra<sup>3</sup>

Silvestre Marques<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ing. Ftal. INTA EEA Montecarlo. AE n° 4. (3384) Montecarlo. Misiones.

<sup>2</sup> Ing. Ftal. Selva SRL. Ex Becario INTA EEA Montecarlo. Km 9. (3380) Eldorado. Misiones

<sup>3</sup>Téc. Agr. INTA-CAMB. (3366) San Antonio. Misiones.

### SUMMARY

Three alternatives seedling productions methods for *Araucaria angustifolia* (Bert) O. K were analyzed. Plastic containers of 90 ml and 288 ml and plastic bags of 795 ml as control were used. The height of seedlings were larger in the 288 ml and 795 ml containers whereas the mortality was higher in the 90 ml containers. The dry matter analysis determined that seedling quality was better in those from 90 ml containers when it were three months old but after 7 months the seedlings obtained from 288 ml containers were better. Then these seedlings were used in a field trial, were a new treatment, direct sowing, was added. After 9 month in the field, survival rate was: seedlings from 90 ml plastic containers 90%, from 288 ml plastic containers 84%, from 795 ml plastic bags 65% and direct sowing 44%. Plastic containers of 90 ml are recommended.

**Key words:** Silviculture, nursery, seedling production, plastic containers, *Araucaria angustifolia* (Bert) O. K.

### RESUMEN

La producción de plantines de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. K. en tubetes plásticos de 90 ml y 288 ml y sacos plásticos de 795 ml fue analizada durante la viverización. La altura fue mayor en los envases más grandes y la mortalidad mayor en los de 90 ml. Efectuados análisis destructivos de los plantines, aquellos producidos en tubetes de 90 ml fueron mejores a los 3 meses y a los 7 meses los de 288 ml, en función del peso seco de las raíces con relación al peso seco del tallo o del peso seco total en relación peso verde. Llevados al campo, donde se incluyó un nuevo tratamiento, la supervivencia fue mayor en los tubetes, 90 % y 84 % para 90 ml y 288 ml, 65 % para sacos plásticos y 44% para siembra directa. Se recomienda el empleo de tubetes de 90 ml para la producción de plantines.

**Palabras clave:** Silvicultura, vivero, producción de plantines, tubetes, *Araucaria angustifolia* (Bert) O. K.

### INTRODUCCIÓN

*Araucaria angustifolia* (Bert) O. K es la especie nativa de mayor superficie cultivada en el país. Sin embargo la escasa disponibilidad de semilla, sus mayores exigencias de sitio y el mayor costo de implantación, si se lo compara con las especies comúnmente cultivadas, son factores que inciden en

la posibilidad de expansión de la superficie anualmente forestada con ella.

Las técnicas utilizadas comúnmente para la implantación de la especie son la siembra directa, con los inconvenientes del alto requerimiento de semillas y alto costo de mantenimiento durante el primer año y la plantación en sacos plásticos, donde se utilizan envases de gran volumen, que son de alto costo unitario y manipuleo dificultoso.

El estudio de técnicas de producción de plantines de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. K ha sido realizado por diversos autores, mereciendo destacarse los llevados a cabo en Brasil por Malinovsky (1977), Speltz et al. (1980) y Seitz (1991). Estos autores evaluaron la calidad de plantines obtenidos con diferentes técnicas recurriendo a diversos indicadores, si bien en la práctica cotidiana el forestal evalúa la misma por su capacidad de sobrevivir a campo y su subsecuente crecimiento en altura (Malinovsky, 1977).

El primero de ellos destaca la necesidad de por lo menos una poda de raíces cuando la misma alcanza 15 cm de longitud y obtener plantines de una longitud de tallo no muy superior a 21 cm, siempre que para esta mantenga cierta proporción con el diámetro de cuello, el peso seco de la raíz y el peso seco total. Speltz et al. (1980), sostienen que plantines de 20 cm de altura tienen mayor supervivencia a campo que las de menor tamaño.

Seitz (1991) analizando la posibilidad de producción de las plantines en envases del tipo tubete plástico, sugiere que en 5 meses es posible producir plantines en los envases mencionados y de una capacidad de 50 ml, aunque no comprobó la supervivencia en campo.

Sobre la base de esta experiencia en 1993 en la EEA INTA Montecarlo, Misiones, se procedió a la producción de plantines de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. K en tubetes de 50, 70 y 90 ml. Este ensayo permitió descartar los envases más pequeños debido a la alta mortalidad que se observó en ellos en la etapa de vivero (Fassola, 1995).

Asumiendo que el material producido en tubetes de poco volumen es superior al obtenido en otros de mayores dimensiones o bajo las técnicas tradicionalmente empleadas en la zona, durante la temporada 1994 se realizó una nueva experiencia con el objetivo de estudiar el desempeño de los mismos durante la etapa de vivero, como también en terreno luego de implantados.

Siendo los resultados esperados a mediano plazo el optimizar del uso de la semilla cosechada localmente y mejorar las técnicas de producción de plantines, aspectos que correctamente conjugados pueden contribuir a la reducción de costos de implantación de la especie.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo fue instalado en agosto de 1994 en el vivero del Campo Anexo M. Belgrano de la EEA INTA Montecarlo (26° 04' Lat. Sur y 53° 45' de Long. Oeste), localizado en San Antonio, Provincia de Misiones, Argentina.

Durante el período 1988-1997 la temperatura media anual fue de 19,5° C, la máxima absoluta de 35,5° C, la temperatura máxima media 25,7° C, las temperaturas mínima absoluta y mínima media fueron -7° C y 13,3° C respectivamente. La precipitación promedio del período fue de 2053,3 mm, la precipitación máxima fue de 2677,6 mm en 1990 y la precipitación mínima del período se registró en 1995, 1475,3 mm (Oliniuck, 1998).

Semillas procedentes de las plantaciones de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. K de dicho establecimiento fueron pregerminadas y repicadas en dos tamaños de tubetes plásticos, 90 ml (14,5 cm de alto X 3,7 cm de diámetro) y 288 ml (19 cm de alto X 5,3 cm de diámetro) y en sacos plásticos de 795 ml (25 cm de alto X 6,3 cm de diámetro), estos últimos de uso frecuente en la región.

Los tubetes y macetas fueron rellenos con tierra de monte mezclada con acículas de pino picadas y posteriormente fueron llevados al área de cría ubicada en un umbráculo.

El diseño utilizado fue el de bloques al azar,

6 en total, con 10 macetas por tratamiento. La determinación del tamaño de la muestra arrojó como resultado que con seis semillas por tratamiento se recogía la variabilidad de la población de donde se extrajo el material.

A partir del mes de octubre de 1994 se efectuaron mediciones mensuales de altura y diámetro en el cuello, extendiéndose las mismas hasta abril de 1995.

Paralelamente en noviembre, diciembre y marzo se extrajeron plantines de una muestra independiente, para efectuar con ellas análisis destructivos (36 en total) y en los cuales se determinaron las siguientes variables:

- Largo del tallo (cm)
- Largo de la raíz (cm)
- Diámetro del cuello (mm)
- Peso de materia verde del tallo (g)
- Peso verde de la raíz (g)
- Peso de materia seca del tallo (g)
- Peso de materia seca de la raíz (g)
- Peso de materia seca de raíces secundarias (g)

Condiciones climáticas adversas impidieron establecer el material en campo hasta mediados de mayo de 1995 (Oliniuck, 1988).

En campo fue utilizado un diseño similar con 6 plantas por parcela debido a que el tratamiento de 90 ml sufrió la mayor mortalidad en el vivero y se añadió como tratamiento la siembra directa, con tres semillas por sitio de plantación. La distancia de plantación empleada fue de 3 m x 3 m, procediéndose a evaluar supervivencia y altura de las plantas en febrero de 1996.

Los resultados de las mediciones de altura y supervivencia fueron sometidos a análisis de la varianza y el test de comparación de medias de Tukey. Los valores de supervivencia fueron transformados a arco seno para su análisis.

La información recogida en los análisis destructivos fue tratada mediante regresión.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Altura

En el Cuadro n° 1 se presentan los valores de las alturas correspondientes a cada tipo de envase, en los distintos meses en que se ejecutó la medición, como así también los resultados del análisis de la varianza y del test de Tukey.

Se observa en el mismo que el tratamiento de 90 ml ha sido superado desde un inicio por el tratamiento de 288 ml y por el de 795 ml a partir de diciembre. El aumento constante del diferencial registrado en altura, entre el tubete de menor capacidad y los otros envases, reflejó un estancamiento del crecimiento en el envase de 90 ml.

**Cuadro n° 1: Altura total (cm) en vivero de plantines de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. K producidos en distintos tipos de envases.**

envases	Mes						
	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo	abril
tubete 90 ml	10,2 B	19,1 B	21,1 B	22,8 B	23,7 B	23,3 B	23,7 B
tubete 288 ml	12,0 A	20,4 A	23,2 A	25,1 A	26,3 A	27,0 A	27,2 A
Saco poliet. 795 ml	10,7 B	18,7 B	22,9 A	25,6 A	27,5 A	28,5 A	28,4 A

A, B : valores con igual letra no presentan diferencias significativas al nivel del 95 % de probabilidades.

### Diámetro en el cuello

Esta variable no presentó diferencias estadísticamente significativas al 95 y 99 % de probabilidades.

Debe considerarse el hecho de que la medición del diámetro en el cuello en plantas pequeñas es dificultoso y fracciones de milímetros pueden ser significativas estadísticamente. Su utilización requiere obtener la media de muchas mediciones (Schmidt-Vogt, cit. por Malinovsky, 1977)

### Supervivencia

Se observa en el Cuadro N° 2, donde se presentan los resultados del anova y test de Tukey correspondientes a la supervivencia en vivero, que la producción de plantines en tubetes de 90 ml evidenció

la más alta tasa de mortalidad a partir del tercer mes de edad.

Este hecho y el menor desarrollo en altura pueden atribuirse en primera instancia a una disminución en la disponibilidad de nutrientes en los envases de menor tamaño, relacionada con el volumen del sustrato.

### Análisis destructivos

Mediante regresión lineal se establecieron relaciones entre la altura y el peso de la materia verde y seca del tallo, de la raíz y de las raicillas. Con ellas se determinaron los valores de los pesos de materia verde y seca de estas variables correspondientes a las alturas medias de cada tratamiento, a los 3 y 7 meses de edad. Los valores estimados son presentados en los Cuadros n° 3 y n° 4.

**Cuadro n° 2: Supervivencia (%) en vivero de plantines de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. K producidos en distintos tipos de envases.**

envases	mes						
	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo	abril
tubete 90 ml	96,7 B	96,7 B	93,3 C	90 B	85 B	80 B	80 B
tubete 288 ml	100 A	100 A	100 A	100 A	100 A	96,7 A	96,7 A
saco poliet. 795 ml	100 A	100 A	98,3 B	98,3 A	98,3 A	98,3 A	98,3 A

A, B : valores con igual letra no presentan diferencias significativas al nivel del 95 % de probabilidades.

**Cuadro n° 3: Características de los plantines promedio de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. K por tipo de envase, en el mes de noviembre (tercer mes)**

Variables	Tamaño de envases		
	90 ml	288 ml	795 ml
Altura (cm)	19.1	20.5	18.6
Diámetro de cuello (mm)	3.69	3.7	3.46
Relación altura/diámetro de cuello	5.18	5.54	5.37
Peso materia seca del tallo (g)	0.63	1.16	0.82
Peso materia seca de raíz (g)	0.40	0.32	0.38
Peso materia seca raíces secundarias (g)	0.076	0.10	0.07
Peso materia seca total (g)	1.03	1.45	1.20
Relación peso mat. seca tallo/peso mat. seca raíz	1.60	3.64	2.16
Participación en el peso mat. seca total del peso mat. seca de raíces (%)	38.8	22.00	31.70
Participación en el peso materia verde total del peso seco total (%)	17.3	16	19

**Cuadro n° 4: Características de los plantines promedio de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. K por tipo de envase, en el mes de marzo (séptimo mes).**

Variables	Tamaño de envases		
	90 ml	288 ml	795 ml
Altura (cm)	23.35	27.02	28.48
Diámetro de cuello (mm)	4.01	4.17	4.03
Relación altura/diámetro de cuello	5.82	6.48	7.07
Peso materia seca del tallo (g)	1.82	1.99	1.98
Peso materia seca de raíz (g)	0.69	1.27	0.83
Peso materia seca raíces secundarias (g)	0.29	0.64	0.4
Peso materia seca total (g)	2.51	3.26	2.81
Relación peso mat. seca tallo/peso mat. seca raíces	2.62	1.44	3.34
Participación en el peso materia seca total del peso materia seca de raíces (%)	27.5	38.95	29.53
Participación en el peso materia verde total del peso seco total (%)	35.40	31.20	30.50

Con respecto a una de las relaciones que mejor reflejaría la calidad del plantín, que es la relación peso seco parte aérea / peso seco raíces, puede observarse que las plantas producidas en tubetes de 90 ml al tercer mes y las producidas en tubetes de 288 ml al séptimo mes, son las que presentaron los menores valores, lo que las convertiría en primera instancia en plantas de mejor calidad. La participación en el peso seco total del peso seco de raíces y la participación en el peso verde total del peso seco total, son otras dos relaciones que nos brindan una visión del potencial de arraigo y grado de madurez del plantín.

El plantín que se desarrolló en el envase de 90 ml, hasta el tercer mes presentó valores en las mencionadas variables que lo hacían en su conjunto la mejor opción de producción. Luego de dicho período se advirtió una caída en su vigor, calidad de planta y comenzó a haber mortalidad. Como se mencionó anteriormente podría deberse a que el volumen del sustrato no fue suficiente para satisfacer las exigencias nutricionales.

Sin embargo se puede efectuar la consideración que a los 210 días el peso de la materia seca de la parte aérea no difirió sustancialmente entre los distintos tratamientos. La mayor diferencia ocurrió en peso de la materia seca de raíces, favoreciendo a los tubetes de 288 ml y no al envase de mayor volumen. Por lo que se puede afirmar que no hubo una relación

directa entre volumen del sustrato y las variables analizadas.

La diferencia en peso seco total a los 210 días entre el tubete de 90 ml y el saco plástico de 795 ml fue de apenas 0.3 g, esto indicaría que la cantidad de nutrientes que se encontraría en esa biomasa sería pequeña y por lo tanto no cabría atribuir a una baja disponibilidad de los mismos el menor desarrollo en altura y menor supervivencia en vivero de las plantas producidas en el envase menor.

Si se considera el peso de la materia verde de las plantas de envases de 90 ml y saco plástico a los 210 días, este resultó poco superior al peso de la semilla. Mayormente todo el crecimiento se habría efectuado a partir de las reservas contenidas en las semillas, dependiendo muy poco del sustrato para su desarrollo (Seitz com. pers., 1998).

#### **Comportamiento de los distintos tratamientos en campo.**

En los Cuadros n° 5 y 6 se muestran los valores promedio para los distintos tratamientos de las variables altura y supervivencia, evaluadas estas a los 9 meses de ser establecidos los plantines en campo (mayo de 1995) y de efectuada la siembra directa. También se exhiben los resultados del test de Tukey para diferencias de medias al 95% de probabilidad.

**Cuadro n° 5: Altura (cm) en campo de plantines de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. K producidos en distintos tipos de envases.**

envases	altura febrero 1996 (cm)
Tubete 90 ml	32,3 AB
Tubete 288 ml	34,2 A
Saco poliet. 795 ml	36,8 A
Siembra directa	25,2 B

A, B : valores con igual letra no presentan diferencias significativas al nivel del 95 % de probabilidades

**Cuadro n° 6: Supervivencia (%) en campo de plantines de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. K producidos en distintos tipos de envases.**

envases	supervivencia febrero 1996 (%)
Tubete 90 ml	90 A
Tubete 288 ml	84 AB
Saco poliet. 795 ml	65 AB
Siembra directa	44 B

A, B : valores con igual letra no presentan diferencias significativas al nivel del 95 % de probabilidades.

Puede observarse que no hubo diferencias significativas en altura entre las plantas logradas en los distintos tipos de envases. Sólo 4,5 cm es la diferencia entre el tubete de 90 ml y el saco de 795 ml. Existe diferencia entre el saco plástico y el tubete de 288 ml con las plantas obtenidas de siembra directa pero debe considerarse que estas últimas son 9 meses menores.

Si bien tampoco hay diferencias significativas de supervivencia entre los tratamientos de plantas logradas con envases, observando los porcentajes surge claramente la superioridad de los plantines obtenidos con tubetes. El mayor porcentaje de supervivencia se obtuvo con los tubetes de 90 ml.

Esto refuerza lo anteriormente expresado con relación a que en los envases más pequeños no haya sido el volumen del sustrato o la disponibilidad de nutrientes, aspectos íntimamente relacionados, lo que afectó el crecimiento en altura o produjo mayor mortalidad durante la etapa de vivero, sino otros factores.

Entre estos podría mencionarse el riego, que fue uniforme en todos los tratamientos. Una menor superficie de captación y capacidad de almacenamiento o de drenaje de los envases de 90 ml podrían ser los motivos que provocaron de su desempeño menos satisfactorio en vivero.

En cuanto a la menor mortalidad producida en el tratamiento de tubetes de 90 ml, se debe considerar el hecho de que las plantas en ellos tenían una altura no muy superior a las recomendadas por Malinovsky (1977) y Speltz et al. (1980), 21 y 20 cm

respectivamente, al momento de ser enviadas al terreno. Los otros tratamientos en envase superaban los 27 cm. Una menor altura implicaría una menor transpiración debido a la menor superficie foliar, aspecto de suma importancia en períodos críticos por falta de humedad.

También la relación altura, diámetro en el cuello del tubete de 90 ml se aproximó más a la recomendada por Malinovsky (1977), 21 cm y 4,6 mm. Presentando los otros envases fuertes desviaciones con relación a los valores recomendados por el mismo autor.

Por otra parte las plantas logradas en tubetes de 90 ml presentaron una mayor proporción de materia seca total con relación a la materia verde total (Cuadros n° 3 y 4). Esto indicaría un mayor nivel de lignificación de los tejidos y consiguientemente menores requerimientos de agua.

Cabría presuponer que la altura del envase, 14,5 cm, similar a la longitud que determinó Malinovsky (1977) como óptima en plantas producidas a raíz desnuda para la primer poda de raíz, 15 cm, ha jugado un papel importante en este aspecto. El peso seco total que este autor estableció como adecuado para plantas de 21 cm de altura fue de 2, g siendo cercanos los correspondientes a plantas logradas en envases de 90 ml (Cuadro n° 4).

En cuanto al peso seco de la raíz alcanzado en el envase de menor tamaño a partir del tercer mes, se pudo comprobar que superó el establecido como adecuado por Malinovsky (1977) para plantas de 21 cm de altura, 0,40 g.

El año en que se instaló el ensayo en campo se caracterizó por la ocurrencia de las menores precipitaciones del período 1988-1997 (Oliniuck, 1998). Las características de los plantines en envases de 90 ml, próximas a las que recomienda Malinovsky (1977) para plantas producidas a raíz desnuda, pueden haber contribuido a una menor demanda de agua o transpiración en el momento del establecimiento, favoreciendo de ese modo la mayor supervivencia. Por lo que podrían aceptarse preliminarmente las magnitudes de los indicadores de calidad determinados por este autor, para las plantas producidas en envases tipo tubete.

Visualizando en los Cuadros nº 1, 3 y 4, de evolución en altura y análisis destructivos, es posible también inferir que algunos indicadores como altura y peso seco de raíz alcanzaron las magnitudes recomendadas entre el tercer u cuarto mes, por lo que es factible arribar a un plantín en tubete de poco volumen, de la calidad adecuada, al quinto mes de vivero, tal como sostiene Seitz (1991).

Es de destacar con relación al saco plástico, que además de no guardar las relaciones establecidas por Malinovsky (1977) entre los distintos indicadores de calidad y presentar una elevada mortalidad en campo, requiere grandes superficies de vivero y gran volumen de sustrato sin justificación alguna, a la vez de presentar enormes dificultades en el transporte y manipuleo, lo que hace que su uso sea totalmente injustificado.

Considerando también las precipitaciones se comprende la baja supervivencia del tratamiento de siembra directa, práctica que también debiera ser desechada por los grandes requerimientos de semilla y el alto riesgo de pérdidas que conlleva.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Si bien el análisis comparativo de una variable morfológica, como la altura, refleja un comportamiento superior en vivero de los plantines obtenidos en envases tipo tubete de 288 ml y saco plástico de 795 ml, con relación al tubete de 90 ml, los ensayos en campo han reflejado que no existen diferencias. Razón por la cual no es adecuado utilizar sólo ese criterio para calificar la calidad de un plantín.

La mayor mortalidad en vivero de las plantas obtenidas en envases de 90 ml puede ser atribuida a la menor capacidad de captación y almacenamiento de agua o bien a su menor capacidad de drenaje y no a falta de nutrientes ya que la escasa diferencia en peso de la materia seca total de los plantines indica que todo el crecimiento durante el período de vivero puede ser atribuido mayormente a las reservas contenidas en las semillas.

Por esta razón se recomienda efectuar nuevos ensayos incorporando como factores distintos tipos de sustratos e irrigación diferenciada.

La falta de relación directa entre tamaño del envase y variables como peso de la materia seca total, de tallos, de raíces etc. y el hecho de que no haya habido diferencias significativas en altura y en supervivencia en campo entre las plantas de los distintos tipos de envases, hace recomendable el empleo de tubetes de 90 ml de capacidad y de una altura de 15 cm, para la producción de plantines de *Araucaria angustifolia* Bert. (O.) K..

Se recomienda también la realización de nuevos ensayos a fin de comprobar el efecto de diferentes períodos de viverización, como de distintas épocas de plantación.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Dr. Rudi Arno Seitz, docente de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Federal de Paraná, Brasil, los comentarios y sugerencias efectuadas.

## BIBLIOGRAFÍA

- FASSOLA H. E., 1995. Informe Anual, Plan de Trabajo 530275. Memorias Complementarias. INTA EEA Montecarlo. Inédito.
- MALINOVSKY, J. R., 1977 Métodos de poda radicular em *Araucaria angustifolia* Bert. O. Kuntze e seus efeitos sobre qualidade de mudas em raiz nua. Dissertacao para grau de mestre em ciencias. Univ. Federal do Paraná. Curitiba. Brasil.
- OLINIUCK J., 1998. Datos Climáticos CAMB período 1988-1997. INTA EEA Cerro Azul. Informe inédito.
- SEITZ, R.A. 1991. Avanços na silvicultura de *Pinus* spp. e *Araucaria angustifolia* no Sul do Brasil. Actas do Simposio "O desafio das florestas neotropicais". Curitiba. Brasil.
- SPELTZ, R.M; Romero Monteiro R.F.y Cordeiro J.A., 1980. Padrão de plantines para plantios de *Araucaria angustifolia*. Problemas florestais do gênero *Araucaria*. Curitiba, Brasil.

# CARACTERIZACIÓN FITOSOCIOLÓGICA DE UN AREA DEL PARQUE NATURAL MUNICIPAL SALTOS KÜPPER, ELDORADO MISIONES, ARGENTINA.

## PHITOSOLOGY CHARACTERIZATION OF SALTO KÜPPER'S NATURAL

Ríos Román Carlos <sup>1</sup>

Keller Héctor <sup>2</sup>

Portillo Julio <sup>2</sup>

Zacaría Rafael <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ingeniero Forestal, docente Carrera Superior de Guarda parques San Pedro.

<sup>2</sup> Estudiantes de Ingeniería Forestal, Eldorado.

### SUMMARY

The paper presents composition and structure inventory of an Selva Misionera stand located in Eldorado, State of Misiones.

A serie of sixteen plots were randomly distributed and data were taken of all trees with DBH larger than or equal to 5.0 cm. Natural regeneration data were taken of all trees with higher than or equal to 10 cm.

The objective was to evaluate estructural parameters as: abundance, frecuency, dominance, sociability position, natural regeneration an diametric structure. Value Importance Extenden Index between primary native forest and secondary forest were compared. Primary forest does not present key species and a high richness to 74 species. Secondary forest present key species with a richness to 52 species. Mixture Quotient (CM) were measured and compared.

Primary forest present good structure with 1: 5,4 (CM) and secondary forest present simple structure with evolution favourable tendency.

**Key words:** Subtropical Rain forest. Secondary forest, structure, natural regeneration.

### RESUMEN

En un predio ubicado en el departamento de Eldorado, cubierto con selva misionera en estado original y en recuperación se comparan las características de composición y de estructura arbórea. Se analizan los datos tomados en 16 parcelas de 700 m<sup>2</sup> distribuidas al azar en áreas sin perturbación antropica conocida y en áreas en recuperación natural. Se midieron diámetros y alturas totales de todos los árboles a partir de 5 cm de Dap, se considera la regeneración natural partir de los 10 cm de altura. Se analizan los parámetros estructurales: abundancia, frecuencia, dominancia, posición sociológica, regeneración natural y distribución diamétrica. El parámetro Índice de Valor de Importancia Ampliado, es utilizado para comparar los valores entre los dos estratos considerados. Se halló que en el bosque primario no existen especies predominantes, se encuentra una riqueza de 74 especies. El bosque secundario, presenta el predominio de 6 especies, siendo la riqueza de 52 especies.

Se emplea el cociente de mezcla (CM), hallándose para el bosque primario un valor de 1:5,4 buena estructura y para el bosque secundario 1:12,9 simple estructura y con signos de evolución hacia

estadios de bosque maduro.

**Palabras clave:** Selva subtropical, Bosque secundario, estructura, Regeneración natural.

### INTRODUCCION

Desde 1872 con la creación del primer Parque Nacional del mundo, Yellowstone en Estados Unidos de Norteamérica, las áreas protegidas han pasado a constituir un medio adoptado universalmente para conservar ecosistemas naturales con una amplia gama de valores. Aproximadamente el 5 % de la superficie del planeta abarcando 130 países está bajo algún grado de protección (Serván, 1994).

La provincia de Misiones es una de las más activas respecto a las actividades de conservación e investigación en la Selva Paranaense. Es fundamental el conocer los mecanismos dinámicos que hacen que el ecosistema se autorregule y se restablezca en caso de perturbación pues esto permitiría formular un Plan de Manejo adecuado. La regeneración natural de las especies arbóreas del ecosistema constituye el apoyo ecológico a su sobrevivencia y perpetuación. El estudio de la regeneración natural permite interpretar

el estado de madurez de un ecosistema. Placci, et al. (1993), afirman que un bosque clímax o en equilibrio dinámico debe tener mayor cantidad de individuos y menor dominancia total que otro de las mismas características fitosociológicas pero en un estado de desarrollo más reciente. El efecto isla, sustentado por la teoría del aislamiento biogeográfico (MacKinnon et al. 1986), puede provocar la degradación ecológica de un ecosistema. Con la promulgación de la Ley de Areas Naturales Protegidas N° 2932/94 el municipio de Eldorado se ha acogido a la misma con la inclusión de un área de 64 ha a la que se ha categorizado como Parque Natural Municipal por estar bajo jurisdicción municipal y recibe el nombre que tradicionalmente recibieron los saltos de agua que contiene. El Parque Natural Municipal Saltos Küpper tiene una importancia destacada por estar ubicado en cercanías del casco urbano de la ciudad de Eldorado y por contener fragmentos de la selva misionera en buen estado de conservación y capueras (sucesión secundaria) de distintas edades.

El objetivo principal de este trabajo es establecer las principales características de una formación boscosa no perturbada y un área en estado de regeneración luego de una perturbación marcada. Según Freese (citado por UNESCO/ Pnuma /FAO, 1980) una de las características del bosque secundario en recuperación es que predominan árboles de tamaño medio, una estructura muy irregular en los estadios más antiguos.

Se compara la composición y estructura de un área de bosque primario con las características de un bosque secundario, ambos ubicados en el área de mayor interés turístico del parque. También se aporta información sobre el estado de la regeneración natural.

## MATERIALES Y METODOS

### Descripción del Area de Estudio

El área está localizada al Oeste de la ciudad de Eldorado, es un rectángulo con su lado Oeste lindando con el Río Paraná. Las coordenadas geográficas de la ciudad de Eldorado son: 26° 23'S y 54° 40'O de Greenwich. La elevación sobre el nivel del mar es de 174,5 m. El clima es macrotérmico, subtropical y corresponde al tipo -Cfa- según Köppen. Las precipitaciones anuales varían entre 1700 a 2400 mm distribuidas regularmente durante todos los meses del año (Eibl *et al.* 1993).

Los suelos del área corresponden en su mayoría a la Unidad Cartográfica UC-6B y en menor proporción a la Unidad UC-9 según la clasificación edafológica a nivel provincial (Lasserre, 1980).

Según Cabrera y Willink (1980), la vegetación del área pertenece a la denominada Selva Paranaense. Este ecosistema que se extiende por el sur de Brasil, este de Paraguay y Noreste de Argentina, se caracteriza por una gran diversidad de especies estando encuadrado dentro del Dominio Amazónico. Tal diversidad se caracteriza por la presencia de más de 2000 especies de plantas vasculares y 1000 de animales vertebrados (Laclau, 1994).

El bosque primario del área de estudio nunca ha sufrido el desmonte por fuego (rozado). Cubre una superficie de 4,8 ha en forma continua. El bosque secundario es una vegetación producto de la recuperación natural de un área desmontada, quemada y utilizada por algunos años para cultivos de distinta naturaleza.

La historia de la influencia del hombre en el área es de variada intensidad. Antiguamente se dedicaba parte de la superficie a la plantación de cítricos y a las explotaciones agropecuarias. Los bosques secundarios de distintas edades surgieron en las áreas destinadas a cultivos anuales y a citricultura.

### Muestreo e intensidad

La elección del área de estudio se realizó sobre 20 ha del total de 64 ha con que cuenta el parque. El levantamiento de datos se realizó sobre 6 ha de vegetación arbórea continua. Se identificaron y delimitaron las áreas cubiertas con vegetación primaria y secundaria. Los mosaicos de bosque secundario no fueron considerados.

La relación especie - área calculada para la determinación del tamaño de las unidades de muestreo (parcelas), proporcionó un tamaño medio de 700 m<sup>2</sup> considerando un diámetro de árboles a relevar de 5 cm a la altura del pecho (Dap), siguiendo lo afirmado por Lamprecht (1990).

Se tomaron parcelas rectangulares de 10 x 70 m. La superficie relevada de bosque primario fue de 8.400 m<sup>2</sup> distribuidas en 12 parcelas de 700 m<sup>2</sup>, las que se sortearon al azar. La intensidad de muestreo para este estrato de vegetación fue de 17,6 %.

Para el bosque secundario se relevaron 2.800 m<sup>2</sup> en 4 parcelas de 700 m<sup>2</sup> distribuidas al azar. La intensidad de muestreo en este estrato fue de 23,3%. La superficie de parcelas de regeneración natural en ambos estratos fue de 50 m<sup>2</sup>, relevándose una en cada parcela de 700 m<sup>2</sup>. Dada la gran variabilidad de la población (CV=54%), personal poco numeroso y tiempo acotado, se trabajó con una precisión de 25 % de error al 90% de probabilidad.

## VARIABLES OBSERVADAS Y ESTIMADAS

Fueron medidos todos los árboles a partir de 5 cm de Dap. No se consideraron los arbustos apoyantes ni las lianas. Los parámetros analizados fueron:

\*abundancia, frecuencia, dominancia, índice de valor de importancia (IVI), cociente de mezcla, posición sociológica, regeneración natural.

Índice de valor de importancia ampliado (IVIA): cuantifica la presencia de las especies tanto a nivel horizontal como vertical, es un indicador de la situación fitosociológica de las especies, de mayor significación que el (IVI), índice que solo considera la estructura horizontal Finol (1971 y 1975).

$$IVIA(\%) = Abundancia\ Relativa(\%) + Frecuencia\ Relativa(\%) + Dominancia\ Relativa(\%) + Regeneración\ Natural\ Relativa(\%) + Posición\ Sociológica(\%)$$

\*Estructura diamétrica: permite interpretar el estado dinámico de las especies. Es decir, si tienen distribución regular o irregular de sus diámetros. Según Finol (1971), para determinar el valor fitosociológico más exacto que cada especie ocupa en la estructura y composición de los bosques, se pueden considerar 2 grupos de parámetros: estructura horizontal y la vertical. Se establecieron 10 clases diamétricas en intervalos de 5 cm para facilitar las comparaciones con otros estudios.

Las categorías de tamaño de regeneración natural fueron:

- I: (0,1 - 1 m de altura)
- II: (1,1 - 3 m de altura)
- III: (3,1 - 9,9 cm de dap)

Los estratos considerados para la posición sociológica fueron:

- I: (0 - 5 m de altura)
- II: (5,1 - 10 m altura)
- III: (10,1 y mayores)

## RESULTADOS Y DISCUSION

En el área estudiada se hallaron 88 especies pertenecientes a 70 géneros y a 39 familias botánicas (según López, 1987; Dimitri, 1974; Legname, 1982), presentadas en la Tabla N°1.

En la Tabla N°2 se presentan el número de géneros, especies y árboles por familia del área estudiada. Se aprecia que las 6 familias con mayor número de árboles/ha de ambos estratos presentan características distintivas. En el bosque primario presenta mayor riqueza pues la mayoría de las familias contienen 2 o más géneros y especies. En el bosque secundario, en general presenta solamente un género y una especie.

El bosque primario cubre una superficie de 4,8 ha. en forma continua. Cuenta con una gran heterogeneidad arbórea, con predominio de especies esciófilas. (Ver Tabla N°6). Estas especies están caracterizadas por su capacidad de regenerarse a la sombra del dosel del bosque. Respecto a la regeneración natural se han registrado 28.050 individuos/ha. (Ver Tabla N° 3). El bosque secundario es una vegetación producto de la sucesión secundaria, es decir de la recuperación natural de un área desmontada y quemada y utilizada por algunos años para cultivos de distinta naturaleza. A simple vista es factible diferenciarlo de un bosque primario pues sus árboles son pequeños y con una marcada presencia de una especie exótica, la *Hovenia dulcis* conocida como uva del Paraguay o como árbol de las pasas (Lanzara y Pizzetti, 1979). En este estrato de vegetación encontramos un predominio de especies heliófilas, (Ver Tabla N° 6). Se han estimado en 51.500 los individuos/ha de regeneración natural de este estrato vegetal. (Ver Tabla N°3).

Se presenta el listado de abundancias tanto para el bosque primario como para el secundario en la Tabla N°4. De acuerdo a los resultados se interpreta que el bosque primario es muy heterogéneo, sumando los valores relativos (IVIA) de las tres especies más abundantes Ñandipá (*Sorocea bomplandii*), Niño rupá (*Aloysia virgata*), y Aguay (*Chrysophyllum gonocarpum*), arrojan un valor de 22.33 %. De estas, 2 son esciófilas, 1 heliófila. En el bosque secundario las tres especies más abundantes son Horquetero (*Tabernaemontana australis*), Guaicá (*Ocotea puberula*), y Hovenia (*Hovenia dulcis*) suman un valor de 45,1 % del IVIA. De las 3 especies mencionadas solamente el Guaicá es esciófila las otras son heliófilas.

La ecuación que permite inferir más integralmente el estado o situación ecológica de cada especie y en conjunto es el I.V.I.A. Se ha tomado el criterio de analizar los datos estructurales considerando las 34 especies de mayor IVIA para ambos estratos de vegetación, (Ver Tabla N° 6). La aplicación del IVIA para el análisis estructural del ecosistema nos permite interpretar:

Bosque Primario	Bosque Secundario
*No sobresale ninguna de las especies	*Sobresalen 2 especies: Horquetero y Guaicá
*Son 17 las principales especies que suman 50,4 % del IVIA.	* Son 6 las principales especies que suman el 50 % del IVIA.
*Diferencia entre valores extremos: (4,9% - 1% = 3,9%) (Ver Tabla N° 6)	*Diferencia entre valores extremos: (18,4% - 0,6% = 17,8%)

El bosque primario al presentar sus especies muy mezcladas, le confieren al ecosistema una elevada estabilidad ecológica. La escasa diferencia de IVIA entre las especies indica que no hay especies clave que sean sustentadoras del ecosistema (Finol, 1975).

Para el bosque secundario, se observa: sobresalen notablemente 2 especies con valores de IVIA(%) del orden de 18,4 y del 12,5 del total, horquetero (*Tabernaemontana australis*) y guaicá (*Ocotea puberula*), respectivamente. Es decir, que dentro de las 34 especies más vigorosas existe una marcada superioridad ecológica entre la especie ubicada en el primer lugar y la ubicada en el lugar 34, haciendo al ecosistema vulnerable a situaciones de perturbación (Finol, 1975).

En la Tabla N° 5 se presentan los datos de Regeneración natural según categorías de tamaño para las 34 especies de mayor IVIA. En el bosque primario el 88,1 % de la sumatoria total del IVIA son especies que están presentes en la regeneración natural, del total de 79 especies arbóreas sólo 17 no están presentes en la regeneración. Según Finol (1975), esta es una característica de un ecosistema en equilibrio y estabilidad ecológica, siempre que la superficie ocupada por el ecosistema sea la adecuado para mantener la dinámica.

El bosque primario del Parque Natural Saltos Küpper con una densidad de 482 árboles/ha de 10 cm y más de Dap y un área basal de 17,22 m<sup>2</sup>/ha estaría encuadrado dentro de las características de un ecosistema en equilibrio dinámico. Es decir tiene predominio de especies esciófilas, tiene árboles de todas las edades y diámetros, pero escasos árboles corpulentos. Este equilibrio dinámico actual tiene alto riesgo de deteriorarse debido a la escasa superficie del ecosistema. Un indicio de lo mencionado podría ser el escaso número de árboles en la primera categoría de alturas (0-5 m), (Ver Gráfico N°1), y el elevado porcentaje de especies con distribución diamétrica irregular, (Ver Gráfico N°2). La distribución diamétrica de los árboles se asemeja a una "J" invertida abarcando todas las clases (Hartshorn 1972, Hertzitz, 1988,

Graaf 1986, citados por González 1994).

El bosque secundario bajo estudio, tiene árboles de las edades menores, ningún árbol de 30 cm o más de Dap, (ver Gráfico N°3) y gran densidad de árboles por ha (2.403 árboles/ha).

En el Gráfico N°1 se presenta la distribución porcentual de las especies según estratos de altura. El bosque primario no presenta una distribución perfectamente regular (el 43% de las especies presenta distribución irregular). El 53,25 % de las especies se encuentran en el segundo estrato de altura. Esta anomalía puede deberse a las características del terreno o algún tipo de perturbación antrópica anterior, pero teniendo en cuenta la regeneración natural de las especies, estaría restableciéndose la masa forestal.

El Gráfico N°2 indica el tipo de distribución diamétrica en ambos estratos. En el bosque primario el 37,9 % de las especies presenta distribución regular contra el 29,6 % de las especies del bosque secundario. El bosque secundario es marcadamente irregular acorde a lo citado por Freese (en UNESCO/Pnuma/FAO, 1980).

## CONCLUSIONES

A pesar de la escasa superficie, el bosque primario del parque presenta una riqueza de especies arbóreas muy elevada, comparable a otras áreas de superficie extensa no perturbadas estudiadas en la provincia.

El bosque primario se encuentra en equilibrio dinámico en la actualidad con gran posibilidad de decaer en un futuro mediato. El aislamiento biogeográfico al que esta sometido el Parque afectará negativamente la riqueza de especies que alberga, probablemente un signo de esta situación podría ser el escaso número de árboles pequeños y el elevado porcentaje de especies con distribución diamétrica irregular. La estructura tanto horizontal como vertical es mucho más estable que la del bosque secundario.

El bosque secundario tiene una riqueza mucho menor coincidiendo con las típicas características de estos ecosistemas. Es muy vulner-

able a perturbaciones naturales y antrópicas.

El bosque secundario se encuentra evolucionando hacia estadios maduros del bosque a juzgar por las características de composición arbórea y del estado de la regeneración natural. Aproximadamente el 50 % de la superficie del Parque está compuesto por bosques secundarios lo que nos permite anticipar que con un adecuado plan de manejo estas áreas se sumarán a la superficie de bosque primario en el futuro.

El bosque secundario contiene una especie exótica la *Hovenia (Hovenia dulcis)*, la que tiene una posición destacada en la estructura del ecosistema, lo cual indica las elevadas aptitudes de esta especie para asilvestrarse en la selva paranaense. Se ha observado que la adaptabilidad natural de la especie la hace acaparar espacios que ocuparían especies nativas (Obs. Pers.). Se debería considerar la remoción de la especie del área protegida para que la restauración sea lo más natural posible.

Es totalmente imprescindible un plan de manejo del Parque Natural Municipal Saltos Küpper para su óptima recuperación y desarrollo. Se han hallado especies poco comunes tanto arbóreas como epífitas.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a las siguientes personas que apoyaron y corrigieron los borradores y la idea de este trabajo: Silvia Holz, Mario Ochoa Ferreyra, Mario Luis Chatellenaz y Alexander Koeller.

## BIBLIOGRAFIA

- CABRERA, L Y Willink, A.1980. Biogeografía de América Latina. OEA. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington DC.
- DIMITRI, M.. 1974. Flora arbórea del Parque Nacional Iguazú. Anales de Parques Nacionales. Tomo XII.
- EIBL, B; Szczipanski,L; Ríos, R; Vera, N. 1993. Regeneración de especies forestales nativas de la Selva Misionera. Actas:VII Jornadas Técnicas: Ecosistemas Forestales Nativos. Uso, Manejo y Conservación.Pag. 100-122.
- FINOL, H. 1971 .Nuevos Parámetros a considerar en el análisis estructural de las Selvas Vírgenes Tropicales. Revista Forestal Venezolana. Año XIV, N°21. Mérida, Venezuela. 17 pp.
- FINOL,H.1975. La Silvicultura en la Orinoquía Venezolana. Revista Forestal Venezolana. Vol.25

- GONZALEZ, J. Cháves, S.1994. Estructura y composición de un bosque húmedo tropical explotado en la región Norte de Costa Rica. Rev. Yvyrareta N°5. Año 5. ISIF. Eldorado. Pg. 57-69.
- LACLAU, P. 1994. Estado de conservación de la Selva Paranaense. Boletín Técnico N° 20 . Fundación Vida Silvestre Argentina.
- LAMPRECHT,H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Cooperación técnica. Rep. Federal Alemania
- LANZARA, P.y Pizzetti, M. 1979 .Guía de Arboles. Ediciones GRIJALBO.
- LASERRE, S.1980. Los suelos de Misiones y su capacidad de uso para plantaciones forestales. Boletín de la Asociación de Plantadores Forestales de Misiones. N°10. 1980.
- LEGNAME, P. 1982. Arboles Indígenas del Noroeste Argentino. Opera Lilloana XXXIV. Ministerio de Cultura y Educación. Fund. Miguel Lillo.
- LOPEZ, J; Little, E; Ritz, G;Rombold, J; Hahn, W. 1987 .Arboles comunes del Paraguay. Cuerpo de Paz.Asunción.
- PLACCI, G; Arditi, S;Giorgis,P; Wüthrich, A. 1993 . Estructura y diversidad de la Selva del Parque Nacional Iguazú, Argentina. Actas VII Jornadas Técnicas: Facultad Cs. Forestales Eldorado. Pgs. 123-138.
- SERVAN, F. 1994. Parques y Zonas Protegidas. Revista UNASYLVA. FAO Vol 45. N°176. 1994/ 1. Editorial.
- UNESCO/Pnuma/FAO.1980. Estudio de Ecosistemas Tropicales. Estado actual de los conocimientos e investigación.

**Tabla N° 1. Listado de especies relevadas en el Parque Municipal Saltos küpper.**

Nombre común	Nombre científico	Familia botánica
Aguay	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. Eichler) Engl.	Sapotaceae
Alecrín	<i>Holocalyx balansae</i> Mich.	Fabaceae
Ambay	<i>Cecropia adenopus</i> Mart.	Moraceae
Anchico colorado	<i>Parapiptadenis rigida</i> (Benth.) Brenan	Fabaceae
Araticú	<i>Rollinia emarginata</i> Schldl.	Anonaceae
Azota caballo	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Tiliaceae
Burro-caá	<i>Casearia sylvestris</i> SW.	Flacourtiaceae
Caa-itá	<i>Miconia</i> sp.	Melastomataceae
Cacheta	<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.)Decne et Planchon	Araliaceae
Camboata blanco	<i>Matayba eleagnoides</i> Radlk.	Sapindaceae
Camboata colorado	<i>Cupania vernalis</i> Camb.	Sapindaceae
Cancharana	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.)Mart.	Meliaceae
Canelón	<i>Rapanea</i> sp.	Myrsinaceae
Cangorosa	<i>Maitenus ilicifolia</i>	Celastraceae
Carne de vaca	<i>Styrax leprosus</i> H. et A.	Styracaceae
Caroba	<i>Jacanda micrantha</i> Cham.	Bignoniaceae
Catigua	<i>Trichilia catigua</i> A. Juss.	Meliaceae
Cedrillo	<i>Guarea polhii</i> C.DC.	Meliaceae
Cedro	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Meliaceae
Cerella	<i>Eugenia involucrata</i> D.C.	Myrtaceae
Chirca	<i>Bacharis</i> sp.	Compositae
Citronella	<i>Citronella</i> sp.	Icacinaceae
Cocú	<i>Allophylus edulis</i> (St. Hil.) Radlk.	Sapindaceae
Colita	<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	Boraginaceae
Desconocida	-	Moraceae
Desconocida	<i>Solanum sanctae-catharinae</i> Dunal	Solanaceae
Desconocido	<i>Eugenia burkartiana</i> (D.Legrand)D.Legrand	Myrtaceae
Espina corona	<i>Gleditsia amporphoides</i> (Gris.)Taub.	Fabaceae
Fumo bravo	<i>Solanum Verbascifolium</i>	Solanaceae
Grapia	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vog.)Macbr.	Fabaceae
Guabirá	<i>Campomanesia xanthorcarpa</i> (Mart.)Berg	Myrtaceae
Guabirá-rá	<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.)O.Berg.	Myrtaceae
Guaica	<i>Ocotea puberula</i> (Nees. - Mart.) Nees.	Lauraceae
Guatambú amarillo	<i>Aspidosperma australe</i> Muell. Arg.	Apocinaceae
Guatambú blanco	<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Eng.)Engl	Rutaceae
Guayubira	<i>Patagonula americana</i> L.	Fabaceae
Guazatunba	<i>Casearia decandra</i>	Flacourtiaceae
Henecartia	<i>Hennecartia omphalandra</i> Poiss.	Monimiaceae
Higuerón	<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq) Miq.	Moraceae
Horquetero	<i>Tabernaemontana australis</i> Muell.	Apocinaceae
Hovenia	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	Ramnaceae
Inciense	<i>Myrocarpus frondosus</i> Fr. Allem.	Fabaceae
Ingá	<i>Inga marginata</i> Willd.	Fabaceae
Isapy-y	<i>Machaerium stipitatum</i> Vog.	Fabaceae
Isapy-y pará	<i>Machaerium paraguariensis</i>	Fabaceae
Ivirá piré hú	<i>Heliocarpus popayanensis</i> H. B.K.	Tiliaceae
Laurel ayuí	<i>Ocotea dyospirifolia</i> (Meiss.) Mez.	Lauraceae
Laurel negro	<i>Nectandra saligna</i> (Nees.) Hassler	Lauraceae
Lecherón	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Sprengel.	Euphorbiaceae
Loro blanco	<i>Bastardiopsis densiflora</i> (Hook.et Arn.)Hassler	Malvaceae
Loro negro	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab.	Boraginaceae
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>	Rutaceae

Mandioca brava	<i>Manihot grahamii</i> Hook.	Euphorbiaceae
María preta	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	Sapindaceae
Marmelero	<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	Polygonaceae
Mboreví-caá	<i>Faramea cyanea</i> Muell.Arg.	Rubiaceae
Molle	<i>Schinus terebenthifolia</i> Raddi var. <i>pohliana</i> Engl.	Anacardiaceae
Mora amarilla	<i>Chlorophora tinctoria</i> (L.) Gaud.	Moraceae
Mora blanca	<i>Alchornea iricurana</i> Casar.	Moraceae
Nandipá	<i>Sorocea bomplandii</i> (Baill.) Burger Lanjow – Boer	Moraceae
Naranjillo	<i>Fagara naranjillo</i> (Griseb.) Engl.	Rutaceae
Niño azote	<i>Calliandra foliolosa</i> Benth.	Fabaceae
Niño rupá	<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz et. Pavon) Juss.	Verbenaceae
Nuatí-curuzú	<i>Strychnos brasiliensis</i> Mart.	Loganiaceae
Ortiga brava	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich.	Urticaceae
Palo pólvora	<i>Trema michrnta</i> (L.) Blume	Celtidaceae
Pata de vaca	<i>Bauhinia forficata</i> Link.	Fabaceae
Persiguero	<i>Prunus subcoriaceae</i> (Chodat – Hassler) Koehne	Rosaceae
Pindó	<i>Syagrus romanzofianum</i> (Cham.) Glassman	Palmae
Pitanga	<i>Eugenia moraviana</i> Berg.	Myrtaceae
Quiebra hacha	<i>Achatocarpus praecox</i> Griseb.	Achatocarpaceae
Rabo itá	<i>Lonchocarpus leucanthus</i> Burkart	Fabaceae
Rabo molle	<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassler	Fabaceae
Samohú	<i>Cordia speciosa</i> St. Hil.	Bombacaceae
Seibo	<i>Erythrina falcata</i> Benth.	Fabaceae
Siete capotes	<i>Britoa guazumaeifolia</i> (Camb.) Berg.	Myrtaceae
Tala	<i>Celtis tala</i> Gillies ex Planchon	Celtidae
Tarumá	<i>Vitex megapotamica</i> (Sprengel) Mold.	Verbenaceae
Tembetarí	<i>Fagara rohifolia</i> (Lam.) Engl.	Rutaceae
Timbó	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong.	Fabaceae
Vasuriña	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook & Arn.) Radlk.	Sapotaceae
Verduza	<i>Seguieria paraguariensis</i> Morong.	Phytolaccaceae
Yacaratiá	<i>Jacaratia dodecaphylla</i> (Vell.) A. DC.	Caricaceae
Ybajay-mí	<i>Hexaclamis edulis</i>	Myrtaceae
Yerba mate	<i>Ilex paraguariensis</i> St. Hil.	Aquifoliaceae
Yvaporoyti	<i>Plinia rivularis</i> (Cambess.) Rotman	Myrtaceae
Zapallo caspi	<i>Pisonia zapallo</i> Griseb. Var. <i>Zapallo</i>	Nyctaginaceae

Tabla N°2: Número de especies, géneros y árboles/ha por familia para el bosque primario y el secundario

Familia	BOSQUE PRIMARIO			BOSQUE SECUNDARIO		
	Género	Especies	N° árb./ha	Género	Especie	N° árb./ha
Achatocarpaceae	1	1	9	-	-	-
Anacardiaceae	1	1	19	1	1	25
Anonaceae	1	1	7	1	1	61
Apocynaceae	2	2	7	1	1	539
Aquifoliaceae	-	-	-	1	1	7
Araliaceae	1	1	4	-	-	-
Bignoniaceae	1	1	4	-	-	-
Bombacaceae	1	1	4	-	-	-
Boraginaceae	2	3	42	2	2	79
Caricaceae	1	1	24	-	-	-
Celastraceae	1	1	2	1	1	7
Celtidaceae	1	1	2	1	1	7
Euphorbiaceae	2	2	52	1	1	11
Fabaceae	11	13	137	9	11	296

Flacourtiaceae	1	1	13	1	2	25
Lauraceae	2	3	58	2	2	375
Loganiaceae	1	1	1	1	1	7
Malvaceae	1	1	7	-	-	-
Melastomaceae	1	1	7	-	-	-
Meliaceae	4	4	67	3	3	79
Monimiaceae	1	1	20	-	-	-
Moraceae	5	5	215	3	3	36
Myrcinaceae	1	1	7	-	-	-
Myrtaceae	4	8	40	3	4	36
Nyctaginaceae	1	1	12	-	-	-
Palmae	1	1	6	1	1	7
Phytolacaceae	1	1	4	-	-	-
Polygonaceae	1	1	12	1	1	4
Ramnaceae	-	-	-	1	1	193
Rosaceae	1	1	1	1	1	4
Rubiaceae	1	1	2	-	-	-
Rutaceae	2	2	14	3	4	25
Sapindaceae	2	2	17	2	2	154
Sapotaceae	1	2	104	1	2	104
Solancaceae	2	2	6	2	2	14
Styracaceae	1	1	5	-	-	-
Tiliaceae	2	2	38	1	1	182
Urticaceae	1	1	32	-	-	-
Verbenaceae	1	1	2	2	2	118

**Tabla N° 3. Características comparativas del Bosque primario y Bosque secundario del Parque Natural Saltos Küpper.**

CARACTERISTICA	Bosque primario	Bosque secundario
N° familias botánicas	37	25
N° géneros	65	46
N° especies	74	52
N° árboles/ha	482 (Dap=10cm) 1092(Dap=5cm)	2403(Dap=5cm)
Cociente de mezcla (CM)	1:5,4 (Dap=10cm) 1:12,3(Dap=5cm)	1:12,9(Dap=5cm)
Porcentaje Especies esciofilas	55,8	32,3
Porcentaje Especies heliófilas	20,5	47
Area basal (m <sup>2</sup> /ha)	17,22 (Dap=10 cm) 20,36 (Dap=5cm)	24,07 (Dap=5cm)
Regeneración natural (ind./ha)	28 050	51 500

**Tabla N° 4: Abundancias de las 34 especies de mayor IVIA de ambos estratos vegetales.**

BOSQUE PRIMARIO			BOSQUE SECUNDARIO		
Especie	Ab. Abs.(n/ha)	Ab.Rel.(%)	Especie	Ab.Abs.(n/ha)	Ab.Rel.(%)
Nandipá	98.8	9.04	Horquetero	179.7	22.4
Niño rupá	75	6.86	Guaicá	117.8	14.7
Aguay	59	6.43	Azota caballo	60.7	7.5
Ingá	32.1	2.94	Hovenia	64.2	8
Ivrrá piré hú	30.9	2.83	Cocú	30.9	3.8
Lecherón	47.6	4.36	Camboatá col.	20.2	2.5

Mora blanca	32.1	2.94	Tarumá	27.3	3.4
Cancharana	21.4	1.96	Anchico color	11.9	1.4
Ambay	44	4.03	Rabo itá	20.2	2.5
Anchico colo	8.3	0.76	Vasuriña	17.8	2.2
Vasuriña	33.3	3.05	Cancharana	19	2.3
Ysapy-y	27.3	2.50	Araticú	10.7	1.3
Catiguá	34.5	3.16	Ysapy-y pará	17.8	2.2
Peteribí	13	1.19	Ysapy-y	15.4	1.9
Rabo itá	21.4	1.96	Guayubira	21.4	2.6
Ortiga brava	32.1	2.96	Aguay	16.6	2
Jacaratiá	23.8	2.18	Laurel negro	7.14	0.8
Desconocido	5.9	0.54	Niño rupá	11.9	1.4
Guaicá	23.8	2.18	Incienso	9.5	1.1
Laurel negro	23.8	2.18	Mandioca br.	2.3	0.4
Guabirá	15.4	1.41	Espolón gallo	2.3	0.2
Ybaporoytí	9.5	0.87	Burro-caá	5.9	0.7
Ysapy-y pará	7.1	0.65	Alecrín	10.7	1.3
Guatambú bl.	11.9	1.09	Molle	8.3	1
Henecartia	20.3	1.85	Rabo molle	4.7	0.5
Guayubira	9.5	0.87	Desconocido	2.3	0.2
Moraceae	27.3	2.50	Ambay	5.9	0.7
Higuerón	13.09	1.19	Desconocido	5.9	0.7
Colita	19	1.74	Colita	4.7	0.5
Laurel ayuí	10.7	0.98	Catiguá	2.3	0.2
María preta	7.1	0.65	Mora blanca	1.1	0.1
Marmelero	11.9	1.09	Ybajay-mi	3.5	0.4
Pisonia	11.9	1.09	Tembetari	3.5	0.4
Alecrín	7.1	0.65	Ybaporoytí	4.7	0.5

Tabla N° 5. Regeneración natural de las 34 principales especies según el IVIA.

BOSQUE PRIMARIO				BOSQUE SECUNDARIO					
Especie	Categorías de tamaño			N°ind./ha	Especie	Categorías de tamaño			N°ind./ha
	I	II	III			I	II	III	
Ñandipá	157	57	15	3983.3	Horquetero	122	2	15	6950
Niño rupá	0	0	11	183.3	Guaicá	57	0	5	3100
Aguay	5	9	6	333.3	Azota caballo	10	5	5	1000
Ingá	50	15	15	1333.3	Hovenia	1	0	2	150
Ivrrá piré hú	0	0	0	0	Cocú	24	5	3	1600
Lecherón	26	8	5	650	Camboatá col.	31	8	0	1950
Mora blanca	0	1	0	16.6	Tarumá	16	9	11	1800
Cancharana	11	0	0	183.3	Anchico color	43	7	1	2550
Ambay	0	0	1	16.6	Rabo itá	14	36	7	2850
Anchico colo	9	2	0	183.3	Vasuriña	11	0	5	800
Vasuriña	10	3	5	300	Cancharana	1	2	0	150
Ysapy-y	32	3	2	616.6	Araticú	3	3	4	500
Catiguá	65	43	5	1883.3	Ysapy-y pará	2	4	1	350
Peteribí	2	0	1	50	Ysapy-y	8	0	0	400
Rabo itá	47	5	2	900	Guayubira	0	0	0	0
Ortiga brava	6	4	4	233.3	Aguay	2	2	0	200
Jacaratiá	0	0	0	0	Laurel negro	6	0	1	350
Desconocido	3	0	1	66.6	Niño rupá	1	0	1	100
Guaicá	15	0	0	250	Incienso	3	0	1	200
Laurel negro	16	11	3	500	Mandioca br.	2	2	1	250
Guabirá	5	5	6	266.6	Espolón gallo	14	0	0	700

Ybaporoytí	168	10	1	2983.3	Burro-caá	4	0	0	200
Ysapy-y pará	1	0	1	33.3	Alecrín	0	1	0	50
Guatambú bl.	8	5	1	233.3	Molle	2	2	1	250
Henecartia	41	9	2	866.6	Rabo molle	3	6	2	550
Guayubira	1	0	0	16.6	Desconocido	7	3	5	750
Moraceae	10	1	9	333.3	Ambay	0	0	0	0
Higuerón	0	1	0	16.6	Desconocido	0	4	0	200
Colita	1	1	2	66.6	Colita	1	0	0	50
Laurel ayuí	2	0	0	33.3	Catiguá	7	0	2	450
María preta	2	3	0	83.3	Mora blanca	5	2	0	350
Marmelero	2	1	1	66.6	Ybajay-mi	4	0	1	250
Pisonia	0	0	0	0	Tembetari	0	0	0	0
Alecrín	14	4	0	300	Ybaporoytí	2	0	1	150

Tabla N° 6. Indices de Valor de Importancia Ampliado de las 34 principales especies.

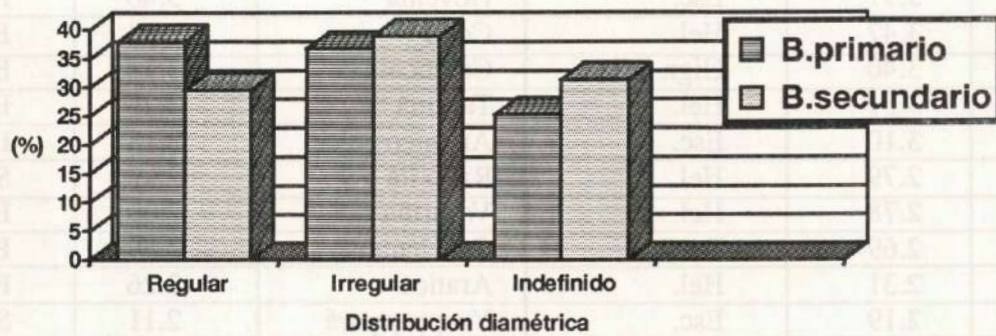
BOSQUE PRIMARIO			BOSQUE SECUNDARIO		
Especie	I.V.I.A. (%)	Caract. ecológica	Especie	I.V.I.A. (%)	Caract. ecológ.
Nandipá	4.93	Esc.	Horquetero	18.44	Hel.
Niño rupá	4.65	Sin	Guaicá	12.55	Esc.
Aguay	4.63	Esc.	Azota caballo	6.27	Hel.
Ingá	3.91	Esc.	Hovenia	5.40	Hel.
Ivrrá piré hú	3.47	Hel.	Cocú	3.93	Esc.
Lecherón	3.40	Higr.	Camboatá col.	3.34	Esc.
Mora blanca	3.31	Hel.	Tarumá	3.23	Hel./Higr.
Cancharana	3.10	Esc.	Anchico color	3.18	Hel.
Ambay	2.79	Hel.	Rabo itá	2.90	Sin
Anchico colo	2.78	Hel.	Vasuriña	2.60	Esc.
Vasuriña	2.69	Esc.	Cancharana	2.39	Esc.
Ysapy-y	2.31	Hel.	Araticú	2.26	Hel./Higr.
Catiguá	2.19	Esc.	Ysapy-y pará	2.11	Sin
Peteribí	2.16	Hel.	Ysapy-y	2.08	Sin
Rabo itá	2.06	Sin	Guayubira	1.95	Esc./ Higr.
Ortiga brava	2.05	Esc.	Aguay	1.76	Esc.
Jacaratiá	2	Esc.	Laurel negro	1.53	Esc.
Desconocido	1.89	Sin	Niño rupá	1.41	Sin
Guaicá	1.78	Esc.	Incienso	1.40	Hel./Higr.
Laurel negro	1.68	Esc.	Mandioca br.	1.39	Hel.
Guabirá	1.64	Esc.	Espolón gallo	1.17	Hel./Higr.
Ybaporoytí	1.63	Esc.	Burro-caá	1.14	Hel.
Ysapy-y pará	1.58	Sin	Alecrín	1.08	Esc.
Guatambú bl.	1.56	Esc.	Molle	1.03	Hel.
Henecartia	1.55	Esc.	Rabo molle	0.96	Hel.
Guayubira	1.53	Esc./Higr.	Desconocido	0.96	Sin
Moraceae	1.48		Ambay	0.93	Hel.
Higuerón	1.47	Esc.	Desconocido	0.85	Sin
Colita	1.42	Esc./Hel.	Colita	0.82	Hel./Esc.
Laurel ayuí	1.34	Esc.	Catiguá	0.80	Esc.
María preta	1.25	Hel.	Mora blanca	0.74	Hel.
Marmelero	1.24	Esc.	Ybajay-mi	0.73	Esc.
Pisonia	1.14	Sin	Tembetari	0.63	Hel.
Alecrín	1.05	Esc.	Ybaporoytí	0.61	Esc.

Esc.: Esciófila - Hel.: Heliófila - Higr.: Higrófila - Sin: Sin información

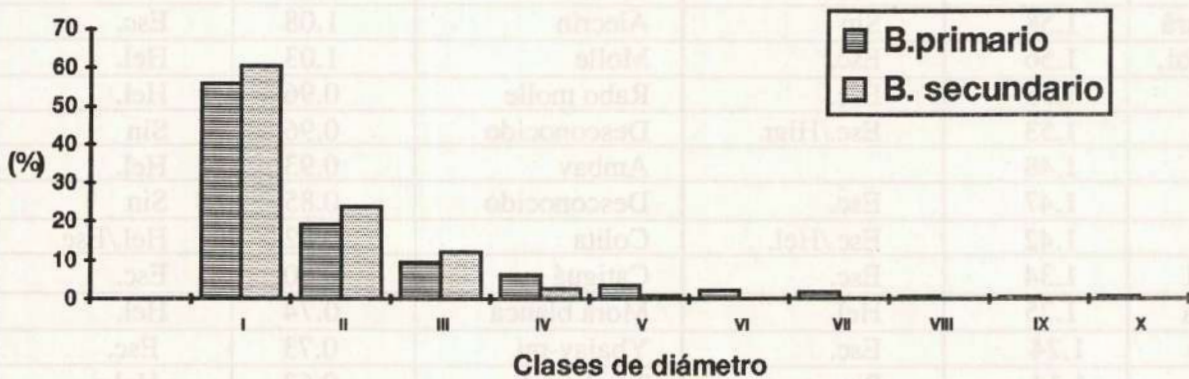
**Gráfico N°1. Distribución de la posición sociológica según estratos de altura.**



**Gráfico N° 2. Tipo de distribución diamétrica de los estratos estudiados.**



**Gráfico N°3. Distribución diamétrica del total de árboles según clases de diámetros.**



# RECICLAJE Y EFICIENCIA EN EL USO DE NUTRIENTES EN SISTEMAS AGROFORESTALES NUTRIENTS USE IN AGROFORESTRY SYSTEMS: RECYCLE AND EFFICIENCY

Florencia Montagnini<sup>1</sup>

Carl F. Jordan<sup>2</sup>

Rodrigo Matta Machado<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)  
(7170) Turrialba, COSTA RICA

<sup>2</sup> University of Georgia, Department of Ecology  
Athens, Georgia 30602, USA

<sup>3</sup> Univ. Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas  
Belo Horizonte, M.G. 31270.010, BRAZIL

## SUMMARY

In tropical humid regions, soil nutrients are key factors affecting plant productivity and the sustainability of production systems. A key element in promoting the sustainability of agricultural systems is the use of species that have good nutrient conserving mechanisms, and that at the same time yield economic or subsistence products. Examples of such systems are presented, and agroforestry systems are suggested where species selection and system design promote nutrient conservation. The nutrient use efficiency of species is advanced as an integrative concept that can be useful in species choice and design of agroforestry systems. Additional considerations are presented on the socioeconomic factors that must be taken into account in the promotion of sustainable agroforestry systems, especially for small farmers.

**Key words:** Nutrient conservation, feasibility, productivity, traditional systems, sustainability

## RESUMEN

En regiones tropicales húmedas, los nutrientes del suelo son factores claves que influyen sobre la productividad de las plantas y la sustentabilidad a largo plazo de un sistema de producción. Un aspecto clave en el incremento de la sustentabilidad de sistemas agrícolas es la incorporación de especies que poseen adaptaciones dirigidas a una mejor captura y conservación de nutrientes, mientras que al mismo tiempo producen una cosecha de valor económico o de subsistencia. Se presentan ejemplos de sistemas tradicionales con estas características, y se sugieren sistemas agroforestales con selección de especies y diseños que promuevan la conservación de nutrientes. Se presenta la eficiencia en el uso de nutrientes como un concepto integrador que puede contribuir a la elección de especies y su diseño espacial o temporal en sistemas agroforestales. Se agregan consideraciones de tipo socioeconómico que deben tomarse en cuenta al promover sistemas agroforestales sostenibles, especialmente para pequeños agricultores.

**Palabras clave:** conservación de nutrientes, factibilidad, productividad, sistemas tradicionales, sostenibilidad

## INTRODUCCION

En regiones tropicales húmedas, los nutrientes del suelo son factores claves que influyen sobre la productividad de las plantas y la sustentabilidad a largo plazo de un sistema de producción. Por mucho tiempo se ha afirmado que las pérdidas de nutrientes y el incremento en la invasión de malezas son los principales factores que contribuyen al abandono de campos de cultivos anuales después de 2-4 años de uso (Watters 1971, Van Wambeke 1992, Bandy et al. 1993). El incremento en la invasión de malezas en terrenos de agricultura luego de la pérdida de nutrientes, resulta de una mayor habilidad de las mismas para absorber escasos nutrientes en comparación con la mayoría de los cultivos anuales, eliminando a éstos en la competencia por el uso de nutrientes y otros recursos. Muchas especies de malezas son leñosas perennes cuya habilidad para competir depende de una variedad de mecanismos de absorción y conservación de nutrientes, a su vez dependientes de la estructura y adaptaciones de su aparato radicular, la presencia de tallos leñosos, y la producción de hojarasca. Un aspecto clave en el incremento de la sustentabilidad de sistemas agrícolas es la incorporación de especies que poseen este tipo de adaptaciones dirigidas a una

mejor captura y conservación de nutrientes, mientras que al mismo tiempo producen una cosecha de valor económico o de subsistencia. Muchas poblaciones indígenas han desarrollado estos sistemas a través del proceso de prueba y error, y este artículo presenta un ejemplo de los Kayapó, en el Amazonas de Brasil. La importancia de la fijación de nitrógeno en especies de sistemas agroforestales está ampliamente reconocida. En este artículo, discutimos éste y otros efectos de las especies leñosas sobre la fertilidad del suelo, las interacciones entre especies de plantas leñosas, y la importancia del diseño adecuado de sistemas agroforestales. Finalmente, el concepto de la eficiencia en el uso de nutrientes en las plantas es presentado como una herramienta potencial útil para el diseño y manejo de los sistemas agroforestales.

## **DINAMICA DE NUTRIENTES EN SISTEMAS AGROFORESTALES**

### **Características Generales del Ciclaje de Nutrientes en Sistemas Agroforestales**

La Fig. 1 muestra un diagrama del ciclaje de nutrientes en la situación básica de los sistemas agroforestales, con los componentes árboles y cultivos, adaptado de Young (1989). El ciclo contiene cajas que representan almacenajes o reservorios de nutrientes, flujos dentro del sistema, y ganancias y pérdidas. Los reservorios son los tallos y raíces de árboles y cultivos, residuos vegetales, fauna del suelo, materia orgánica del suelo, minerales de arcilla, y el almacenaje de nutrientes disponibles en forma mineral en la solución del suelo. Los principales flujos internos se dirigen desde el componente plantas al componente de residuos vegetales, y por medio de la fauna del suelo al humus. A través del proceso de mineralización, los nutrientes llegan a la solución del suelo en forma mineral, y retornan a las plantas por la absorción de las raíces. Las entradas o ganancias del sistema son los nutrientes contenidos en la lluvia y polvo atmosférico, residuos orgánicos traídos de fuera del sistema, fertilizantes, meteorización de las rocas, y, para el nitrógeno, la fijación simbiótica y asimbiótica. Las pérdidas incluyen lixiviación, erosión, cosecha (incluido el pastoreo de animales), más las pérdidas gaseosas en las quemaduras, la volatilización y la desnitrificación.

Las principales pérdidas ocasionadas por las quemaduras se limitan al nitrógeno y el azufre, mientras que la mayoría de los otros nutrientes son retenidos en las cenizas y otros restos de la quema. Por otro lado, la lixiviación y la erosión pueden ocasionar pérdidas de cualquier nutriente. La inmovilización

por fijación en minerales secundarios de arcillas puede ser importante para el fósforo y algunos microelementos. Un aspecto importante es la gran proporción de nutrientes que se encuentra retenido en forma orgánica en un momento dado. Por ejemplo, para el nitrógeno, solamente un 1% se encuentra disponible en forma mineral en la solución del suelo. Una vez mineralizados los nutrientes son disponibles para la absorción por parte de las raíces, pero al mismo tiempo pueden perderse por lixiviación.

El objetivo del diseño y manejo de los sistemas agroforestales es modificar el ciclaje de nutrientes de manera de hacer un uso más eficiente de los mismos, sea que éstos provengan de fuentes naturales o fertilizantes. Específicamente, es deseable reducir la relación entre entradas-salidas y el reciclaje interno. Los sistemas agrícolas son ampliamente abiertos, con entradas y salidas de hasta un 40% del reciclaje, mientras que los ecosistemas de bosques son más cerrados, con entradas y salidas a veces llegando a no más del 10% del reciclaje interno (Young 1989). Si se puede reducir esta relación, los nutrientes son re-utilizados más frecuentemente por las plantas antes de perderse del sistema. En general, los sistemas agroforestales pueden promover ciclajes de nutrientes más cerrados que los sistemas agrícolas, por medio del reciclaje en los residuos de hojas y raíces. Además, es posible sincronizar la liberación de nutrientes con los requerimientos de los cultivos, controlando la calidad, tiempo y forma de adición de los residuos vegetales. En las siguientes secciones se presentan ejemplos en los cuales se mejora el reciclaje de nutrientes por medio de prácticas tendientes a aumentar o mejorar la liberación de nutrientes y su sincronización con los requerimientos de los cultivos, a la vez que se minimizan las pérdidas del ecosistema.

### **Ejemplos de Sistemas Agroforestales Tradicionales**

La agricultura migratoria ha sido practicada en los trópicos por muchos siglos. Actualmente, la agricultura migratoria (también llamada "de corta y quema") es la práctica de uso de la tierra predominante en aproximadamente un 30% de los suelos arables del mundo y provee alimentos para un estimado de 300 millones de la población más pobre del mundo (Andriessse y Schelhaas 1987). La agricultura migratoria tradicional utiliza largos períodos de recuperación de los terrenos abandonados (barbechos) entre períodos cortos de cultivo. Estos largos períodos de abandono, hacen que la técnica tradicional sea sostenible pero también requiere de mayores extensiones de tierra. Cuando la tierra es escasa, los

agricultores disminuyen el período de recuperación de los terrenos y aumentan la duración de los períodos de cultivo, resultando en una disminución de los nutrientes del suelo, caída de la productividad y aumento de la invasión de malezas.

Una alternativa que ha sido adoptada con cierto éxito es el uso de "barbechos mejorados" (Nair 1990, Kass et al. 1993). Por ejemplo, en sistemas experimentales de barbechos en el Amazonas peruano, especies arbóreas mejoradoras del suelo fueron plantadas en terrenos abandonados de agricultura migratoria (Szott et al. 1991). Se plantaron dos leguminosas leñosas tolerantes a la acidez del suelo, *Cajanus cajan* e *Inga edulis*. Dos años después de plantadas, los niveles totales de Ca y Mg del ecosistema habían declinado, sin embargo el N y K total habían aumentado. Los niveles de P también aumentaron aunque sólo luego de 4.5 años. En general, el sistema de "barbecho mejorado" resultó en aumentos netos de varios nutrientes importantes en la nutrición de las plantas del ecosistema. De manera adicional, aunque el uso de especies herbáceas inicialmente resultó en un rápido control de las malezas, sólo se obtuvo una supresión efectiva de las malezas a través de la implantación de leguminosas leñosas. Experiencias tales como las descritas por Szott et al. (1991) son de relevancia especial en Centro América y otras regiones donde la tierra es escasa y los períodos de barbecho no son lo suficientemente prolongados como para restaurar la capacidad productiva de los suelos (Watters 1971, Sips 1993, Montagnini and Mendelsohn 1996).

### El ejemplo de los Kayapó en Brasil

Existen numerosos ejemplos de prácticas agrícolas llevadas a cabo por pueblos indígenas, o por pioneros tales como los caboclos del Amazonas, que utilizan árboles para mantener o restaurar la fertilidad del suelo sin utilizar ningún fertilizante químico (Anderson 1990, Gómez-Pompa y Kaus 1990, Subler y Uhl 1990, Balée 1992, Lescure et al. 1992, Nations 1992, Jordan 1995). Un ejemplo bien documentado es el de los Kayapó en Brasil (Posey 1982). Los Kayapó viven hoy en una reserva de 2.5 millones de hectáreas en la cuenca del Rio Xingú en la región del Amazonas. Aunque los Kayapó son nómadas por la mayor parte del año, el cultivo de plantas para alimentos y medicinas es una parte importante de su cultura. El proceso de cultivo comienza con el aclareo de un área de terreno de forma circular. Los árboles son cortados de tal manera que los troncos apuntan hacia la periferia, y la mayor parte de la biomasa de la

copa termina cerca del perímetro del círculo. Cultivos de raíces tales como la batata o ñame (*Dioscorea* spp.), el taro (*Colocasia esculenta*) y la mandioca (*Manihot esculenta*) son plantados en corredores abiertos que quedan entre los árboles caídos. Los cultivos ya se encuentran enraizados y creciendo antes de que se lleve a cabo la quema de los residuos.

La quema es manejada cuidadosamente. Los ancianos de la tribu coinciden en el día apropiado cuando los vientos son mínimos y los campos van a quemar por completo pero no demasiado rápido. Los campesinos comienzan quemando las pilas de hojarasca seca una a la vez. Una quema lenta minimiza el calor, de tal manera que los cultivos de raíces pierden la parte aérea pero no la viabilidad. Estos cultivos, luego de la quema tienen ventaja inicial sobre las malezas que se establecerán sobre la ceniza.

La papaya, las bananas, el algodón, el urucú (*Bixa orellana*), y el tabaco, los cuales requieren una alta cantidad de nutrientes, son plantados en las márgenes externas del terreno, donde las cantidades de cenizas son mayores. Unas pocas semanas después de la quema, los campesinos recogen los palos y ramas sin quemar para realizar una segunda quema. Otros cultivos de alto requerimiento de nutrientes son plantados sobre la pila resultante de cenizas.

Los cultivos de los Kayapó perduran por varios años. La batata y el ñame crecen en campos de cuatro o cinco años. Las bananas y el urucú, y variedades domésticas de una planta leguminosa llamada "kupa" comúnmente continúan produciendo hojas y tallos comestibles por 8 a 12 años, y algunos campos de 40 años aun rinden "kupa" comestible.

Muchas plantas útiles para los Kayapó se establecen naturalmente en los campos abandonados. Algunas de estas plantas de colonización espontánea poseen importantes valores medicinales, otras proveen semillas, frutos, y raíces comestibles. Algunas de estas especies de plantas pioneras producen frutas que son excelentes como carnada para peces. Otras atraen animales o pájaros. Los animales atraídos por las plantas de mucho follaje en estos sitios son más fáciles de cazar que aquéllos que habitan el dosel superior del bosque.

Puesto que los Kayapó comprenden este proceso y toman ventaja de las especies que secuencialmente ocupan estos sitios, no necesitan buscar continuamente nuevos rodales para cortar y quemar. Después de muchos años, cuando un sitio abandonado se convierte nuevamente en bosque cerrado, éste puede ser cortado y usado nuevamente, sin seguir el proceso de degradación de largo plazo

del sitio.

Las prácticas de los Kayapó contrastan con las prácticas de cultivos migratorios llevadas a cabo en el Amazonas por colonizadores del sur y el noreste de Brasil. Estos últimos dependen principalmente de cultivos tales como maíz, arroz, y mandioca, los cuales crecen satisfactoriamente sólo por dos a tres años. Cuando los rindes decrecen, los colonizadores abandonan el sitio y aclaran una nueva porción de bosque.

### **Movilización y Pérdidas de Nutrientes en la Agricultura Migratoria**

Los científicos han pensado por mucho tiempo que las disminuciones bruscas de la productividad de cultivos anuales tales como maíz y arroz, luego de dos o tres años de cultivos en parcelas de agricultura migratoria, son debidos a la pérdida de nutrientes del suelo, tales como la percolación de calcio y potasio y la volatilización de N. Sin embargo, los resultados del proyecto de "El Hombre y la Biosfera" en la región amazónica, cerca de San Carlos de Río Negro en Venezuela (Jordan 1989) sugieren que durante los 2-3 primeros años de cultivo luego del aclareo del bosque, sólo una pequeña parte de los nutrientes almacenados es perdida debido a la lixiviación (Figs. 2-5). La disminución de la producción fue debida en cambio a la fijación del fósforo previamente disponible, por el hierro y el aluminio del suelo mineral, inmovilizando el fósforo y haciéndolo inutilizable por las plantas.

En los bosques intactos de la región, aparentemente el P se encuentra en formas disponibles para los árboles (Jordan 1989). Inclusive luego de cortar y quemar el bosque, y durante los primeros 1-2 años de cultivo, la mayor parte del fósforo del suelo fue mantenido en formas móviles, debido a que se encontraba quelado al Fe y el Al por ácidos orgánicos percolados de la materia orgánica en descomposición del mantillo del suelo. Luego de que el sitio fue cortado y quemado, y el humus y la hojarasca gradualmente desaparecieron durante los tres primeros años de cultivo, la liberación de ácidos orgánicos disminuyó, y una mayor proporción de P fue inmovilizado en el suelo. Al final del tercer año, todo el humus y la mayor parte de los troncos de los árboles había desaparecido. El estudio concluye en que la falta de P disponible causó la disminución de la productividad del cultivo, y que la conversión del P de estado disponible a inmóvil fue debido a la desaparición del humus y la materia orgánica de la superficie del suelo.

A pesar de la inmovilización del P en el suelo, la vegetación sucesional secundaria invadió el sitio, y para el quinto año, los niveles de Ca, K, Mg, y N comenzaron a declinar (Figs. 2-5). No hubieron cambios detectables en los niveles totales de nutrientes del ecosistema durante el experimento. Sin embargo, hubo un incremento de P en la biomasa a medida que el bosque sucesional se establecía. Aparentemente, las especies sucesionales fueron capaces de tomar el P inmóvil del suelo. Este P probablemente se encontraba en fracciones de enlaces de Fe y Al no disponibles para los cultivos.

¿Cuál es el mecanismo a través del cual la vegetación leñosa es capaz de absorber el P no disponible para los cultivos? Una posibilidad es la excreción de ácido psídico<sup>1</sup> de las raíces (Ae et al. 1990), o el lavado de ácidos cítricos y málicos de la hojarasca en descomposición de los árboles (Han 1989). Estos ácidos orgánicos pueden reemplazar al P ligado al Fe y al Al de la arcilla, liberando al P y haciéndolo soluble y disponible para su absorción. Es posible que las plantas anuales no posean este mecanismo de reciclaje de P, o puede que las mismas hayan perdido esa capacidad en el proceso de selección genética para favorecer la productividad (Chapin 1980, 1983).

La movilización del P ligado por las plantas leñosas podría explicar, al menos en parte, la sustentabilidad de los sistemas agroforestales tales como los de los Kayapó. Los árboles de cultivo son establecidos inmediatamente después del aclareo y quema, antes de que la materia orgánica de los horizontes de suelo superiores se descomponga completamente. Puesto que los árboles implantados se encuentran produciendo hojarasca antes de que los residuos anteriores desaparezcan completamente, la producción de ácidos orgánicos no es interrumpida, y el P es mantenido en un estado disponible para las plantas. Sin embargo, la mayor disponibilidad del P es sólo un factor que contribuye a la sostenibilidad de estos sistemas. Otros factores tales como relaciones alelopáticas, índices de actividad fotosintética, tasas de reciclaje de otros nutrientes, control de patógenos, en conjunto, influyen sobre la sostenibilidad a largo plazo.

Esto sugiere que sería deseable comenzar con un sistema agroforestal inmediatamente después del aclareo del bosque, ya sea éste secundario o primario. Por ejemplo, en un sitio localizado en la región central del Amazonas brasileño, se establecieron experimentalmente árboles de caucho (*Hevea brasiliensis*) bajo el dosel parcialmente abierto de un

bosque secundario (Mesquita 1995). Al momento de la plantación, el estrato de hojarasca y humus del suelo forestal mejoró el microclima, disminuyó la erosión, y contribuyó a mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo, favoreciendo el establecimiento de las plántulas del caucho.

Desafortunadamente, muchos sistemas agroforestales son establecidos en sitios que han sido cultivados o mantenidos en pasturas por muchos años. En tales sitios, la situación de los nutrientes del suelo ha sido deteriorada. Las Figuras 2-5 muestran que en las parcelas experimentales de San Carlos de Río Negro, la pérdida de nutrientes continuó inclusive después de tres años de abandono del cultivo, y la recuperación de nutrientes no comenzó sino hasta el quinto año. Aparentemente en este sistema de altas precipitaciones anuales (3.600 mm) y con suelos de baja capacidad de intercambio catiónico, tomó un par de años para que la regeneración de la vegetación cubriera el sitio y reestableciera los mecanismos de reciclaje de nutrientes.

### **Dinámica de Nutrientes en Sistemas Agroforestales Modernos: Cultivos en Callejones**

A mediados de los años 1980, un esfuerzo considerable de investigación se concentró en el desarrollo en tecnologías de bajos insumos dirigidas a la producción sustentable de alimentos para pequeños productores. Los resultados de estas investigaciones sugieren que en situaciones donde los "barbechos mejorados" no son factibles debido a la escasez de tierras, técnicas tales como el cultivo en callejones con la aplicación de "mulch" (mantillo o abono verde) pueden constituir alternativas de agricultura viables (Kang y Wilson 1987, Kang et al. 1990). En los cultivos en callejones, los cultivos anuales son plantados entre hileras de árboles, preferiblemente de especies leguminosas fijadoras de nitrógeno, las cuales son periódicamente podadas para prevenir que produzcan sombra sobre los cultivos anuales. Las podas pueden ser usadas como abono verde para mejorar la fertilidad del suelo y producir alimento de alta calidad para ganado. Los cultivos en callejones son considerados como un sistema de agricultura migratoria mejorado, con las siguientes ventajas potenciales: 1) Las fases de cosecha y recuperación del suelo son combinadas; 2) Los períodos de cosecha son más largos, y la tierra es usada de manera más intensiva; 3) La fertilidad del suelo es mantenida de manera efectiva con el uso de especies seleccionadas para ese propósito; y 4) Se reduce la necesidad de insumos externos (Kang and Wilson 1987).

En áreas de Nigeria y otras regiones de transición de bosque-sabana de Africa, resultados de experimentos de campo y ensayos en tierras de agricultores han mostrado que los cultivos en callejones con maíz, frijoles, arroz y mandioca entre hileras de *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium* permitieron un nivel más alto de producción que los monocultivos (Kang and Wilson 1987). El frijol y arroz no siempre mostraron incrementos significativos en la producción en comparación con monocultivos, pero al ser plantados en cultivos de callejones con *Leucaena*, no respondieron a la fertilización con N, indicando que el abastecimiento de N a través del material proveniente de las podas fue adecuado, y la adición de fertilizantes no fue necesaria. En los sistemas de cultivos en callejones la competencia entre árboles y cultivos puede a veces reducir significativamente la producción del cultivo (Haggar 1994). Otras investigaciones en suelos aluviales en Yurimaguas, en el Amazonas peruano, mostraron que las reducciones en la producción del arroz debido a competencia por luz eran evidentes hasta los 1,5 metros de distancia desde las hileras de todas las especies de árboles ensayadas (*Inga* spp., *Leucaena* spp. y *Erythrina* spp.), con la mayor disminución en producción encontrada en las hileras de *Leucaena* (Salazar et al. 1993). El control de malezas tuvo mayor éxito con el "mulch" de descomposición lenta de *Inga*, pero las cosechas de arroz (a una distancia > 1,5 m de las líneas) fueron mayores con *Leucaena* y *Erythrina*.

Las técnicas agroforestales tales como la de cultivos en callejones tienen mayor potencial para incrementar las reservas de nutrientes que los monocultivos. Los siguientes ejemplos ilustran las contribuciones de estos sistemas agroforestales a la dinámica del P y el N. La Fig. 6 muestra el P total disponible en un sistema replicado de cultivo en callejones (*Albizia julibrissin* en las hileras, *Sorghum bicolor* como cultivo) en un Ultisol en el estado de Georgia, U.S.A., en comparación con parcelas de sorgo en monocultivo. Ambos tratamientos, ya sea el cultivo en callejones como el sorgo en monocultivo fueron previamente provistos de abono verde, en el verano con poroto (frijol) (*Mucuna deeringiana*) y en el invierno con trébol (*Trifolium incarnatum*). Hubo un incremento gradual en el fósforo disponible en los dos sistemas, a pesar de que inclusive hasta el tercer año, la producción de sorgo en el sistema agroforestal no fue mayor que en el monocultivo (Matta-Machado and Jordan 1995).

Este estudio se llevó a cabo en un suelo degradado por un siglo de cultivos de algodón y soja.

Mientras que los sistemas agroforestales pueden incrementar las reservas de nutrientes comparados con parcelas de sistemas no agroforestales, este incremento se produce de una manera lenta. Una mejor estrategia, si es económicamente factible, podría ser fertilizar inicialmente el sistema agroforestal para favorecer una producción más rápida. Una estrategia inclusive mejor, si se dispone de un sitio adecuado, sería comenzar el sistema después de un "barbecho", puesto que cuando un sistema agroforestal comienza con niveles altos de nutrientes, el sistema tiene una mayor posibilidad de mantenerse productivo a largo plazo.

Investigaciones llevadas a cabo en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Turrialba, Costa Rica han examinado el rol del N en cultivos anuales en callejones con árboles usados en sistemas agroforestales en zonas tropicales húmedas. Los resultados de experiencias a largo plazo con maíz en cultivos en callejones con *Erythrina poeppigiana* y *Gliricidia sepium* mostraron que después de siete años, la productividad del maíz y la absorción del N fueron más del doble en cultivos en callejones con cualquiera de las dos especies que en monocultivo (Haggar et al. 1993). Mayores porcentajes de mineralización de N del suelo en los sistemas de cultivo en callejones llevaron a un establecimiento más rápido del maíz en comparación con el cultivo sin asociar. Estos mayores porcentajes de mineralización del N del suelo resultaron de la acumulación de compuestos de N orgánico disponibles para mineralización luego de siete años de aplicación de abono verde de los árboles. En el sistema de cultivo en callejones, la acumulación a largo plazo de N mineralizable en el suelo influyó más sobre la producción y absorción de N por el maíz, que la sincronización de la liberación de N del abono verde y la absorción de N por los cultivos. A pesar de la mayor producción, la recuperación total del N del abono verde por el maíz en un año fue sólo de 10 kg/ha, la mayor parte del cual fue absorbido durante los dos primeros meses después de la siembra; sin embargo, este efecto inicial llevó a un establecimiento más rápido del maíz en el cultivo en callejones. Esto de nuevo señala la necesidad de estudios de largo plazo que demuestren los beneficios de cultivos en callejones con el objetivo de una mayor producción. Esto sirve también para recalcar que los resultados tempranos pueden no ser muy evidentes, y que otros insumos externos pueden ser necesarios inicialmente para asegurar el establecimiento exitoso del sistema.

La elección de especies influye de gran manera sobre el éxito y aplicabilidad general de las

técnicas de cultivos en callejones. Por ejemplo, muchas especies contienen sustancias aleloquímicas que suprimen malezas y otras plantas. Las interacciones alelopáticas son útiles cuando las especies suprimidas son consideradas malezas, pero se debe tener cuidado cuando el abono verde es aplicado a los cultivos anuales (Regnier y Janke 1990). Por último, en suelos muy ácidos con alta saturación de aluminio, algunas de las especies arbóreas preferidas para el cultivo en callejones, tales como *Leucaena* spp. y *Gliricidia* spp., no crecen bien, y tienen que ser reemplazadas por otras especies más adaptadas a esas condiciones (e.g., *Calliandra* spp., *Cassia* spp., *Inga* spp., *Flemingea* spp., o *Paraserianthes* spp.).

### Sistemas Tradicionales Modificados: Árboles para Sombra de Cultivos Perennes

En CATIE, Costa Rica, numerosas investigaciones han intentado por largo tiempo modificar los sistemas tradicionales de la región—café o cacao con árboles de sombra—para mejorar la productividad y sustentabilidad. Estas investigaciones comenzaron con el examen de las variables del reciclaje de nutrientes en los sistemas existentes en la región y fue continuada con sistemas experimentales donde el reciclaje de nutrientes podía ser examinado en experimentos controlados. Por ejemplo, en una finca cercana al CATIE, Beer (1988) comparó el retorno anual de nutrientes proveniente de la hojarasca y las podas en sistemas de café con *Erythrina poeppigiana* (poró), y café con poró y *Cordia alliodora* (laurel). Ambos árboles son comunes en sistemas agroforestales con cultivos perennes en Latinoamérica. La contribución total anual de la hojarasca más los residuos de las podas fue similar en ambos sistemas. La producción anual de hojarasca del poró fue menos de la mitad cuando éste se encontraba en asociación con laurel, que en el sistema con poró solo, pero la hojarasca del laurel compensó esta reducción. Por otro lado, la inclusión de laurel con el poró y el café, resultó en una distribución más pareja de la contribución anual de nutrientes. Las contribuciones anuales de Ca y Mg en la hojarasca fueron mayores en el sistema que incluía al laurel que en el sistema con poró solamente. No hubieron diferencias en la contribución total de N o de P entre los dos sistemas, y el sistema que incluía laurel tuvo una incorporación anual menor de K. A pesar de estas diferencias entre los dos sistemas, las cantidades de nutrientes reciclados por los árboles en asociación alcanzó los niveles recomendados de fertilización

requerida para la producción de café en ambos casos.

Qué sistema elegir dependerá del nutriente más limitante en cada caso particular. En el ejemplo previo, el sistema con laurel fue preferido por muchos agricultores debido a que, aparte de una incorporación más pareja de nutrientes a lo largo del año, el valor de la madera del laurel agregaba un incentivo económico. Además, como el laurel es una especie de poda natural, mientras que el poró necesita ser podado para incrementar el reciclaje de biomasa, el sistema que incluye laurel es menos costoso que el sistema con poró solo. Los resultados de otros experimentos posteriores en el CATIE confirmaron estos hechos (Fassbender et al. 1991).

Otras investigaciones en sistemas tradicionales similares también demostraron la importancia del reciclaje de nutrientes en sistemas agroforestales con cultivos perennes. En Ocumare de la Costa, Venezuela, Aranguren et al. (1982) concluyeron que los árboles de sombra de las plantaciones de cacao contribuían con aproximadamente la mitad del aporte anual de hojarasca. La cantidad de N transferida al suelo a través de la hojarasca fue de 321 Kg/ha. La salida de N del sistema a través de las cosechas de cacao fue de 45 Kg/ha., con aproximadamente 20 Kg retornados al suelo luego del procesamiento. Los autores concluyeron que la extracción neta de N podía ser compensada por la incorporación de N a través de la hojarasca de árboles de sombra de las especies *Inga* y *Erythrina*.

### **El Rol de los Animales: Sistemas Agrosilvopastoriles**

Los sistemas agrosilvopastoriles—la combinación de árboles para la producción de madera, leña o árboles frutales con animales, con o sin la incorporación de cultivos—son practicados a varias escalas. Ejemplos de sistemas de gran escala incluyen plantaciones de árboles con la incorporación de pastos para controlar malezas y obtener un retorno más inmediato de la venta de productos animales. En la zona subtropical húmeda de Misiones, Argentina la práctica de aclarar un bosque para aprovechar madera de especies valiosas, y mantener un ambiente adecuado para los animales, además de conservar árboles valiosos para su aprovechamiento futuro, se denomina “parqueo”; en algunos casos se realizan rotaciones de potreros y siembra de pasturas bajo los árboles. La cría de ganado puede además complementar la agricultura de subsistencia, con animales integrados en huertos caseros, o en sistemas de producción de

alimento para ganado para su alimentación en establos.

En establecimientos donde se practican cultivos en callejones, el abono proveniente del ganado puede adicionarse al abono verde de los árboles para así aumentar la disponibilidad de nutrientes para los cultivos. El estiércol agregado al suelo puede también servir como una fuente de nutrientes para los microorganismos descomponedores, acelerando así la incorporación de nutrientes al suelo provenientes de la descomposición del abono verde. En algunas regiones, la incorporación de árboles—especialmente árboles de uso múltiple—puede tornar la cría de ganado de un uso ineficiente de la tierra a una actividad económica y ecológicamente factible. La incorporación de árboles puede mejorar el sistema incrementando la productividad de pasturas, o a través de la producción de forraje proveniente de hojas y/o frutas (Gill et al. 1990, Cobbina 1994/1995). En las zonas de altura (1300-2500 msnm) en los alrededores de San José, Costa Rica, son comunes los sistemas de *Alnus acuminata* (jaúl), en asociación con pastos, principalmente *Pennisetum clandestinum* (pasto kikuyo) y *Pennisetum purpureum* (pasto elefante), que sirven de forraje para el ganado de leche. Se estima que este sistema agrosilvopastoril tradicional se practica en aproximadamente 50.000 hectáreas en este país (Russo 1990).

Aunque la presencia de animales en una plantación de árboles puede acelerar el reciclaje de nutrientes, si la carga animal es muy alta, la compactación del suelo puede afectar el crecimiento de los árboles (Montagnini 1992). Generalmente es difícil separar los efectos de la compactación del suelo y el reciclaje de nutrientes generados por los animales, de los impactos de los árboles y pastos o leguminosas. En sistemas experimentales en la región Atlántica de Costa Rica, una especie leguminosa arbórea de rápido crecimiento (*Erythrina berteroana*) fué introducida en pasturas nativas. Por un período de estudio de tres años, el C orgánico del suelo aumentó en los tratamientos sin pastoreo, y la densidad aparente del suelo disminuyó en las áreas de control sin pastoreo y sin árboles (Cooperband and Logan 1993).

Otros experimentos en tierras marginales erosionadas de India subtropical compararon la erosión del suelo en sistemas agrosilvopastoriles con *Leucaena leucocephala* (usada para leña y forraje) y *Pennisetum purpureum* (usado para forraje) con la secuencia tradicional de cultivos de *Sesamum indicum* seguidos por *Brassica napus* (Grewal et al. 1994). Los resultados sugirieron que los sistemas agrosilvopastoriles fueron más efectivos en la

conservación del suelo que los sistemas tradicionales de cultivo. Sin embargo, el pastoreo animal no tuvo influencia sobre las variables del suelo debido a que los animales fueron mantenidos fuera del sistema.

En América Central se destaca el uso de cercas vivas de *Gliricidia sepium*, sobre todo como fuente de forraje para el ganado durante la época seca. Las cercas vivas son establecidas por medio de la plantación de estacas grandes (generalmente de 2,5 m de largo y entre 8 y 20 cm de diámetro), que enraizan fácilmente, y sobre las cuales se atan varios hilos (generalmente tres) de alambre de púas (Budowski 1987). Para el mantenimiento de estos sistemas es necesaria mucha mano de obra permanente. En las cercas vivas se utilizan numerosas especies, de acuerdo con las condiciones climáticas y culturales. Las cuatro especies más comunes en América Central, norte de América del Sur y muchos países del Caribe son *Gliricidia sepium*, *Bursera simaruba*, *Spondias purpurea* y *Erythrina berteroana* (Budowski 1987).

El uso de follaje de árboles y arbustos en la alimentación de rumiantes es una práctica conocida por los productores de América Central desde hace siglos. Los estudios realizados en el CATIE desde 1980 se orientaron a la valoración como fuente de forraje de árboles y arbustos y su incorporación a sistemas de producción (Benavidez 1989). El follaje de la mayoría de las especies leñosas muestra contenidos de proteína cruda del doble o el triple de los pastos tropicales y, en varios casos, superiores a los alimentos concentrados. Se destaca la calidad nutricional de dos especies de euforbiáceas, chicasquil ancho (*Cnidocolus acotinifolius*) y chicasquil fino (*C. chayamansa*), cuyo follaje contiene más de un 30% de proteína cruda. También sobresalen los valores forrajeros de dos moráceas, la morera (*Morus* sp.) y una especie de *Ficus* (amate); de malváceas como la amapola (*Malviscus arboreus*) y el clavelón (*Hibiscus rosa-sinensis*); del sauco negro *Sambucus mexicana* y del sauco amarillo (*S. canadensis*), que pertenecen a la familia caprifoliácea, y de tres especies de la familia compositae, chilca (*Senecio* sp.), tora blanca (*Verbesina turbacensis*), y tora morada (*V. myriocephala*), todas ellas con valores de proteína cruda superiores al 20% (Benavidez 1994).

Con las especies de mayor contenido de nutrimentos, trabajando con rumiantes menores (ganado caprino) se han obtenido valores de producción de leche más elevados, y se ha observado una respuesta muy significativa al incrementar el nivel de follaje en animales recibiendo una dieta a base de pasto. Tal es el caso del follaje de amapola y morera,

con los que se han observado rendimientos de 2.2 y 2.5 kg de leche por animal y por día, respectivamente, valores normalmente posibles sólo con el uso de concentrados. Además con el follaje de morera se han encontrado respuestas crecientes de ganancia de peso al aumentar su proporción en la dieta (Benavidez 1994).

Los sistemas agrosilvopastoriles requieren de un manejo cuidadoso para poder aprovechar el reciclaje de nutrientes y evitar la compactación del suelo. Esto puede lograrse a pequeña escala donde son más factibles el reciclaje manual del estiércol, el manejo y rotación de las pasturas y el transporte de forraje para alimentar los animales en establos o corrales. Sin embargo, estas prácticas requieren una labor intensiva y sólo serán adoptadas cuando los beneficios y retornos económicos sean atractivos para los agricultores.

## LOS EFECTOS DE LOS ARBOLES SOBRE LA FERTILIDAD DEL SUELO

Una clave en el éxito de los sistemas agroforestales es la elección de componentes leñosos de rápido crecimiento con impactos positivos sobre las propiedades del suelo (Sánchez et al. 1985, Nair 1989, Young 1989, Montagnini 1992). Varias publicaciones compilan características, usos, y especies Arbóreas de Uso Múltiple (AUM) para su aplicación en diferentes regiones del mundo (e.g., NAS 1979, NAS 1980, Glover y Adams 1990, Lantican y Taylor 1991). La mayoría de las listas y bases de datos de AUM incluyen información sobre el rol de las especies sobre la fertilidad del suelo o el reciclaje de nutrientes. Estas guías enfatizan la fijación de N y las características de nodulación de especies leguminosas y plantas actinorrícicas, generalmente ofreciendo pocos detalles sobre su efecto potencial sobre otros nutrientes del ecosistema. Numerosas especies arbóreas nativas y exóticas presentan potencial como mejoradoras de las características químicas, físicas y biológicas del suelo y pueden ser muy útiles en combinaciones agroforestales. Por ejemplo, de 30 especies arbóreas de valor económico probadas en condiciones experimentales en regiones de las planicies húmedas de Costa Rica, Brasil y Argentina, aproximadamente la mitad tuvieron un efecto positivo sobre el N total del suelo, materia orgánica y/o cationes intercambiables y P, en comparación con una pastura aledaña (Tabla 1). En varios casos los valores de los parámetros probados fueron muy similares a aquéllos encontrados en bosques secundarios adyacentes. La mayoría de las otras especies probadas no parecieron

cambiar sustancialmente las condiciones del suelo, y podrían ser utilizadas en suelos no degradados (Tabla 1).

Ciertas limitaciones disminuyen el amplio uso de los resultados tales como los mostrados en la Tabla 1, como un único criterio para la selección de especies para agroforestación. Primeramente, los resultados de pruebas estándar de fertilidad del suelo usadas en agricultura puede que no siempre revelen el potencial productivo del suelo, porque generalmente no incluyen todas las formas químicas de los nutrientes disponibles para su absorción por las plantas. Por ejemplo, aunque el N mineral ( $\text{NO}_3^-$  y  $\text{NH}_4^+$ ) constituye menos del 10% de la cantidad total de N del suelo, ésta es la forma de N disponible para las plantas. Datos en porcentajes de mineralización de N bajo especies arbóreas frecuentemente no se hallan disponibles porque su estimación requiere procedimientos cuidadosos de laboratorio o de muestreo a campo. La evaluación de los efectos de los árboles sobre la disponibilidad de P en el suelo es inclusive más difícil, aunque la liberación de P de la hojarasca y su absorción por cultivos en experimentos de invernadero pueden dar una indicación indirecta de los impactos sobre la disponibilidad de P en el suelo.

Los impactos de los árboles sobre el suelo dependen de las características de reciclaje de nutrientes tales como la cantidad de hojarasca producida, su composición química y su tasa de descomposición. La hojarasca de los árboles puede ser usada como abono verde con diferentes resultados: la rápida descomposición del abono verde puede acelerar el crecimiento de cultivos asociados en suelos pobres, mientras que en otros casos una hojarasca más persistente puede constituir una fuente más constante de nutrientes y una mejor cobertura del suelo a lo largo del año. En el ejemplo de la Tabla 1, los altos porcentajes de caída de hojarasca y de descomposición más lenta resultaron en una elevada acumulación de hojarasca y alto contenido de materia orgánica en el suelo bajo *V. ferruginea*, haciendo a esta especie apropiada para la protección contra la erosión del suelo. En contraste, la hojarasca de *V. guatemalensis* puede ser especialmente importante para el reciclaje de Ca y Mg (Montagnini et al. 1993). Por otro lado, la hojarasca de *H. alchorneoides* fue menos abundante que las otras tres especies, pero su contenido de nutrientes fué mayor. Estas características promovieron el reciclaje, especialmente de N, Ca, Mg, K y

Factores adicionales que influyen en la liberación de nutrientes de la hojarasca son s

s contenidos de polifenoles y lignina, ya que ambos compuestos disminuyen la calidad de los materiales vegetales. La proporción polifenol/N por ejemplo, puede servir como un índice para tendencias de inmovilización a corto plazo observado en leguminosas con un alto contenido de polifenol, y la proporción lignina+polifenol/N puede servir como índice para patrones de largo plazo (Palm 1995). También es importante que los nutrientes sean provistos en sincronía con la necesidad de los cultivos (Palm 1995).

Se ha discutido que la habilidad de los sistemas agroforestales de facilitar la disponibilidad de nutrientes es muy limitada en suelos infértiles comparada con suelos fértiles, aunque pueden sin duda jugar un rol importante en la reducción de la pérdida de nutrientes en ambas situaciones (Szott et al. 1991). La producción de hojarasca y la cantidad de nutrientes reciclados en la hojarasca son mayores en suelos fértiles que en suelos infértiles; sin embargo, el uso de podas para acelerar el flujo de nutrientes puede incrementar la productividad de las plantas en suelos infértiles (Szott et al. 1991).

La incorporación de componentes leñosos en un sistema de producción puede proveer de beneficios provenientes de los productos arbóreos en sí (madera, leña, abono verde, y otros) y de sus potenciales ventajas ecológicas, especialmente sus habilidades en el reciclaje de nutrientes. La elección de una especie depende de que ambas ventajas productivas y ecológicas puedan lograrse en el mismo sistema, y en algunos casos una determinada función puede ser preferida.

## EFICIENCIA EN EL USO DE NUTRIENTES Y ELECCION DE ESPECIES

El concepto de eficiencia en el uso de nutrientes (EUN) ha sido empleado para describir la habilidad diferencial de especies arbóreas para acumular materia orgánica en relación a los nutrientes tomados del suelo. La EUN ha sido definida a diferentes escalas de espacio y tiempo. En los niveles de poblaciones y comunidades vegetales, la EUN es definida generalmente como la cantidad de biomasa producida por unidad de nutriente absorbido (Grubb 1989, Binkley et al. 1992, Medina 1995). Puesto que usualmente no se efectúan mediciones de absorción de nutrientes en rodales de árboles maduros, se utiliza la caída de hojarasca como un estimador de la absorción anual de nutrientes (Vitousek 1984, Grubb 1989, Binkley et al. 1992). Idealmente, deberían hacerse esfuerzos para medir la producción total por

tallos y raíces y considerar la absorción de nutrientes más las pérdidas debido a plagas y lixiviación de nutrientes (Grubb 1989). Las diferencias en el reciclaje y eficiencia de uso pueden ser el resultado de varios mecanismos de conservación de nutrientes, mediados por interacciones fisiológicas o mutualísticas (Chapin 1980, 1983).

También es importante considerar la relación entre la habilidad de reciclaje de las especies y sus potenciales impactos a corto y largo plazo en la mejora de nutrientes del suelo. Un "índice de reciclaje de nutrientes" (IRN), tomado como la inversa de EUN, es decir, la cantidad de nutrientes en la producción anual de hojarasca/producción anual de biomasa, ha sido usado para evaluar la adaptabilidad de especies arbóreas para combinaciones en sistemas agroforestales. Por ejemplo, Fassbender et al. (1991) encontraron que el índice de reciclaje de P era aproximadamente 6 veces mayor en combinaciones de cacao con *Erythrina poeppigiana* que con *Cordia alliodora* en sistemas agroforestales en Turrialba, Costa Rica. *Cordia*, una especie maderera, acumuló mucho P en la biomasa del tronco, mientras que *Erythrina*, un árbol de sombra con buenas propiedades de reciclaje de nutrientes, produjo grandes cantidades de hojas y ramas resultando en un mayor reciclaje de P.

Cuando se pone en contexto con las características de reciclaje de nutrientes de una especie, la EUN puede indicar el diseño y manejo apropiados de un sistema tendientes a mantener la productividad y recuperar o conservar nutrientes a largo plazo. La habilidad de una especie para producir grandes cantidades de biomasa con menos nutrientes puede ser una consideración importante en la selección de especies para sitios degradados y pobres en nutrientes.

#### **Aplicabilidad del Concepto de EUN en el Diseño y Manejo de Sistemas Agroforestales**

De las 24 especies mostradas en la Tabla 1, datos sobre productividad de árboles, caída de hojarasca, y química de la hojarasca de ocho especies de Bahía, Brasil y cuatro especies de La Selva, Costa Rica fueron usados para calcular valores de EUN (Tabla 2). Debido a que las especies fueron parte de proyectos de ensayos de especies arbóreas forestales, los valores de EUN fueron calculados como el incremento anual de biomasa del tronco/nutrientes en la caída anual de hojarasca (Montagnini 1995). No hubieron datos suficientes sobre caída de hojarasca o productividad de las otras especies mostradas en la Tabla 1. En ambos sitios, Bahía y La Selva, las

mayores eficiencias fueron para el K y el P, y las menores para el N, Ca y Mg (Tabla 2).

Los resultados de Bahía sugieren que *Bombax macrophyllum* y *Plathymenia foliolosa*, con altos valores de EUN, crecerían bien en suelos relativamente pobres en nutrientes, y por lo tanto podrían ser buenas alternativas para la reforestación de sitios degradados luego del abandono después de actividades agrícolas o ganaderas, situaciones frecuentes en la región. *B. macrophyllum* tendió a acumular altas cantidades de hojarasca bajo su copa mientras que rodales de *P. foliolosa* tuvieron relativamente altas cantidades de materia orgánica y N total en el horizonte superior del suelo, en comparación con áreas adyacentes a bosques secundarios (Montagnini et al. 1994). Estas características indican que estas especies pueden ser adecuadas para proyectos de rehabilitación de suelos, incluyendo el incremento del contenido de materia orgánica y la protección contra la erosión. En Bahía, otras especies tales como *Buchenavia grandis* y *Hymenaea aurea*, con valores bajos de EUN, serían más apropiadas para sistemas agroforestales donde los cultivos se beneficiarían con el reciclaje de nutrientes de la hojarasca.

En La Selva, *Vochysia ferruginea* mostró comparativamente bajos valores de eficiencia para todos los nutrientes considerados, confirmando el rol beneficioso de esta especie en el reciclaje de materia orgánica y su impacto positivo sobre la fertilidad del suelo como se muestra en la Tabla 1. La relativamente baja eficiencia (alto reciclaje) de N y P encontrado para *Stryphnodendron microstachyum* y *Hyeronima alchorneoides* coinciden con resultados de experimentos donde plántulas de maíz cultivadas con abono verde de estas especies crecieron mejor y absorbieron más N y P que con abono verde de otras especies (Montagnini et al. 1993).

En proyectos que apuntan a la recuperación de los nutrientes en suelos degradados, las especies con alta eficiencia en el uso de nutrientes deberían ser combinadas en tiempo o espacio con especies con baja eficiencia de uso de nutrientes. Sin embargo, los valores de EUN por sí solos puede que no sean suficientes para determinar el rol de una especie arbórea sobre los nutrientes del ecosistema. Por ejemplo, a pesar de los altos valores de EUN, una especie arbórea puede presentar alta demanda de nutrientes del suelo a largo plazo. En las regiones tropicales húmedas se considera que los nutrientes son un factor crítico para la productividad de los árboles, mientras que en regiones con una marcada estación

seca la eficiencia de uso del agua sería un factor más importante que la EUN, influyendo sobre la elección de especies y el diseño de sistemas. Finalmente, otras adaptaciones ecológicas de las especies (p.e., eficiencia del uso de luz, arquitectura radicular, resistencia a plagas y enfermedades) pueden ser más importantes en la selección de especies para combinaciones agroforestales.

## FACTIBILIDAD DE SISTEMAS AGROFORESTALES

La introducción de árboles en sistemas de producción es ventajosa sólo si la competencia entre árboles y cultivos por recursos es minimizada mientras que son favorecidos los efectos positivos sobre la fertilidad del suelo: ejemplos de tales sistemas incluyen la introducción de especies fijadoras de N tales como *Faidherbia albida* en el Sahel, y algunos sistemas secuenciales de barbechos mejorados (Sánchez 1995). Aparte de sus efectos benéficos sobre el suelo, muchas especies arbóreas con rápido cierre del dosel disminuyen el crecimiento de malezas, por lo tanto las características de copa de los árboles afectarán su elección y dictarán las prácticas de manejo requeridas en sus usos en sistemas agroforestales. Por último, las decisiones para cambiar cualquier sistema deben tomar en cuenta los objetivos que el cambio pretende lograr, por lo tanto la selección de especies para sistemas agroforestales debe estar basada en varios factores además de sus influencias positivas sobre suelos y la producción de los cultivos (Wood 1990). La elección de especies para forestación y para sistemas agroforestales es regida en última instancia por la preferencia de los pobladores locales, lo cual a su vez depende de la disponibilidad de plantines, incentivos oficiales y de los mercados.

La elección de especies de cultivo anuales adecuadas es importante para el éxito de sistemas de cultivos en callejones. El maíz y el arroz por ejemplo, demandan más luz que los frijoles o la mandioca y son por lo tanto más afectados por la sombra de los árboles. La altura de poda y el ancho de los callejones pueden ser ajustados para evitar una competencia excesiva entre árboles y cultivos. En experimentos del CATIE por ejemplo, Kass (1989) encontró que la producción de plantas de maíz era mayor cuando se encontraban a mayor distancia de las hileras de *Gliricidia* dentro de los callejones. Los resultados de los análisis económicos para los mismos sistemas indicaron que el cultivo en callejones no era conveniente para N, con un costo de mercado bajo de fertilizantes.

La adopción de sistemas de cultivos en callejones es de amplia difusión en áreas de bajos ingresos en el este de Indonesia, el sur de las Filipinas, y en Sri Lanka (Kang y Wilson 1987). En Nigeria, investigadores del Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA) encontraron que aunque la mano de obra para la poda de las hileras es una gran limitante, cultivos en callejones con *Calliandra* spp. han dado buenos resultados (Plucknett 1990). Sin embargo la aplicación de la técnica de cultivos en callejones tiene sus limitaciones: a veces los monocultivos son preferidos por razones prácticas, y a veces el valor de los productos de las podas de las hileras de árboles es mayor que el valor de los cultivos. La plantación de los árboles en las hileras favorece la producción de biomasa por los árboles, pero puede resultar en una menor producción de los cultivos debido a la competencia con los árboles por luz y nutrientes. En suelos altamente lavados, un cultivo en callejones exitoso puede requerir el uso de insumos externos (p.e., agregado de cal para incrementar el pH) para mantener niveles de fertilidad del suelo adecuados para las producciones deseadas de cultivos (Evensen et al. 1995).

Cuando la existencia de nutrientes es baja, puede tomar varios años para que un sistema agroforestal acumule nutrientes y materia orgánica en el suelo hasta un punto en el cual el sistema se torne conveniente en comparación con monocultivos. Por ejemplo, tres años después del establecimiento del sistema de cultivo en callejones de *Albizia*-sorgo discutido previamente, la producción del cultivo de grano en el sistema era menor que en el control, a pesar del lento pero continuo aumento en P del suelo disponible en el sistema agroforestal. Debido a la baja productividad inicial de los sistemas agroforestales establecidos en suelos degradados, algunas veces éstos no son económicamente factibles para los agricultores.

Como la adopción de sistemas agroforestales involucra la plantación de árboles seleccionados, se necesitará capital inicial para cubrir los costos de establecimiento de los 2-3 primeros años. Este requerimiento puede constituirse en un problema si los agricultores no tienen acceso a capital. En las tierras bajas del Atlántico de Costa Rica, los sistemas de barbechos enriquecidos pueden ser más convenientes que la agricultura o ganadería convencional; sin embargo, se requiere de asistencia para ayudar a los agricultores a cubrir los gastos iniciales que se necesitan para plantar los árboles (Montagnini y Mendelsohn 1996). Los agricultores de subsistencia generalmente no tiene acceso a

préstamos y no pueden solventar los gastos aún cuando lo consideran una inversión conveniente. Los programas de préstamos de bajos intereses para la reforestación pueden hacer realidad el desarrollo sostenido permitiendo a pequeños productores hacer una sólida inversión a largo plazo en sus tierras.

## CONCLUSIONES

El objetivo del diseño y manejo de los sistemas agroforestales es modificar el ciclaje de nutrientes de manera de hacer un uso más eficiente de los mismos, sea que éstos provengan de fuentes naturales o fertilizantes. Experiencias descritas en este trabajo con barbechos mejorados son de relevancia especial en Centro América y otras regiones donde la tierra es escasa y los períodos de barbecho no son lo suficientemente prolongados como para restaurar la capacidad productiva de los suelos. Se destacan ejemplos de prácticas agrícolas llevadas a cabo por pueblos indígenas, tales como el de los Kayapó en Brasil, que utilizan árboles para mantener o restaurar la fertilidad del suelo sin utilizar ningún fertilizante químico. En situaciones donde los "barbechos mejorados" no son factibles debido a la escasez de tierras, técnicas tales como el cultivo en callejones con la aplicación de "mulch" (mantillo o abono verde) pueden constituir alternativas de agricultura viables.

En estudios realizados por CATIE en Costa Rica, se ha comprobado que las cantidades de nutrientes reciclados por los árboles en asociación con cultivos permanentes como el café, alcanzaron los niveles recomendados de fertilización requerida para la producción. En sistemas agrosilvopastoriles, el uso de follaje de árboles y arbustos en la alimentación de rumiantes es una práctica conocida. El follaje de la mayoría de las especies leñosas muestra contenidos de proteína cruda del doble o el triple del de los pastos tropicales y su utilización redundó en ahorros considerables y aumentos significativos en la producción de carne y leche.

Una clave en el éxito de los sistemas agroforestales es la elección de componentes leñosos de rápido crecimiento con impactos positivos sobre las propiedades del suelo. Numerosas especies arbóreas nativas y exóticas presentan potencial como mejoradoras de las características químicas, físicas y biológicas del suelo y pueden ser muy útiles en combinaciones agroforestales.

Cuando se pone en contexto con las características de reciclaje de nutrientes de una especie, el concepto de eficiencia en el uso de nutrientes (EUN) puede indicar el diseño y manejo apropiados de un sistema tendientes

a mantener la productividad y recuperar o conservar nutrientes a largo plazo. La habilidad de una especie para producir grandes cantidades de biomasa con menos nutrientes puede ser una consideración importante en la selección de especies para sitios degradados y pobres en nutrientes.

## BIBLIOGRAFIA

- AE, N., J. ARIHARA, K. Okada, T. Yoshihara, and C. Johansen. 1990. Phosphorus uptake by pigeon pea and its role in cropping systems of the Indian subcontinent. *Science* **248**: 477-480.
- ANDERSON, A.B. 1990. Extraction and forest management by rural inhabitants in the Amazon estuary. pp. 65-85 In: Anderson, A.B. (Ed.). *Alternatives to Deforestation: Steps Toward Sustainable Use of the Amazon Rain Forest*. Columbia Univ. Press, N.Y.
- ANDREIÉSSE, J.P. and Schelhaas, R.M. 1987. A monitoring study of nutrient cycles in soils used for shifting cultivation under various climatic conditions in tropical Asia. III. The effects of land clearing through burning on the fertility level. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **19**: 311-332.
- ARANGUREN, J., Escalante, G. and Herrera, H. 1982. Nitrogen cycle of tropical perennial crops under shade trees II. Cacao. *Plant and Soil* **67**: 259-269.
- BALÉE, W. 1992. People of the fallow: a historical ecology of foraging in lowland South America. pp. 35-57 In: Redford, K. H. and Padoch, C. (Eds.). *Conservation of Neotropical Forests*. Columbia Univ. Press, N.Y.
- BANDY, D. E., Garrity, D. P. and Sánchez, P. A. 1993. The worldwide problem of slash and burn agriculture. *Agroforestry Today* **5**: 2-9.
- BEER, J. 1988. Litter production and nutrient cycling in coffee (*Coffea arabica*) or cacao (*Theobroma cacao*) plantations with shade trees. *Agroforestry Systems* **7**: 33-45.
- BENAVIDEZ, J. E. 1989. La producción caprina como un componente en sistemas agroforestales. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Programa Agroforestal. 90 pp.
- BENAVIDEZ, J. E. 1994. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Volumen 1. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 236. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

- BINKLEY, D., Dunkin, K. A., DeBell, D. and Ryan, M. G. 1992. Production and nutrient cycling in mixed plantations of *Eucalyptus* and *Albizia* in Hawaii. *Forest Science* **38**: 393-408.
- BUDOWSKI, G. 1987. Living fences -a widespread agroforestry practice in Central America. pp. 169-178 In: H. L. Gholz (ed). *Agroforestry: Realities, possibilities and potentials*. Martinus Nijhoff/ICRAF. Dordrecht.
- CHAPIN, F.S. 1980. The mineral nutrition of wild plants. *Annual Review of Ecology and Systematics* **11**: 233-260.
- CHAPIN, F.S. 1983. Patterns of nutrient absorption and use by plants from natural and man-modified environments. pp. 175-187 In: Mooney, H. A. and Godron, M.(Eds.). *Disturbance and Ecosystems*. Ecological Studies Vol. 44. Springer Verlag, Berlin.
- COBBINA, J. 1994/1995. Growth and herbage productivity of gliricidia in *Panicum maximum* pasture as influenced by seed preparation, planting and weed control techniques. *Agroforestry Systems* **28**: 193-201.
- COOPERBAND, L. R. and Logan, T. J. 1993. Baseline soil characteristics of a humid tropical silvopastoral system and changes in selected soil properties. *Turrialba* **43**: 22-36.
- EVENSEN, C. I., Dierolf, T. S. and Yost, R. S. 1995. Decreasing rice and cowpea yields in alley cropping on a highly weathered Oxisol in West Sumatra, Indonesia. *Agroforestry Systems* **31**: 1-19.
- FASSBENDER, H. W., Beer, J., Heuvelop J., Imbach, A., Enriquez, G. and Bonnemann, A. 1991. Ten year balances of organic matter and nutrients in agroforestry systems at CATIE, Costa Rica. *Forest Ecology and Management* **45**: 173-183.
- FERNÁNDEZ, R., Montagnini, F., and Hamilton, H. 1997. The influence of native tree species on soil chemistry in a subtropical humid forest region of Argentina. *Journal of Tropical Forest Science* **10** (2): 188-196.
- GILL, A. S., Gangwar, K. S. and Sinsinwar, B. S. 1990. Productivity of perennial grasses in association with *Acacia albida* under different cutting schedules in dryland conditions. *Indian Journal of Dryland Agricultural Research and Development* **5**: 68-71.
- GLOVER, N. AND ADAMS, N. (Eds.). 1990. *Tree Improvement of Multipurpose Species*. Multipurpose Tree Species Network Technical Series, vol. 2. Winrock International Institute for Agricultural Development. Arlington, VA.
- GÓMEZ-POMPA, A., and Kaus, A. 1990. Traditional management of tropical forests in Mexico. pp. 45-64 In: Anderson, A.B. (Ed.). *Alternatives to Deforestation: Steps Toward Sustainable Use of the Amazon Rain Forest*. Columbia Univ. Press, N.Y.
- GREWAL, S., Juneja, J. M., Singh, K. and Singh, S. 1994. A comparison of two agroforestry systems for soil, water and nutrient conservation on degraded land. *Soil Technology* **7**: 145-153.
- GRUBB, P. J. 1989. The role of mineral nutrients in the tropics: a plant ecologist view. pp. 417-440 In: Proctor, J. (Ed.). *Mineral Nutrients in Tropical Forest and Savanna Ecosystems*. Blackwell Scientific Publications, Boston.
- HAGGAR, J. P. 1994. Trees in alley cropping: competitors or soil improvers? *Outlook on Agriculture* **23**: 27-32.
- HAGGAR, J. P., Tanner, E. V. J., Beer, J. W. and Kass, D. C. L. 1993. Nitrogen dynamics of tropical agroforestry and annual cropping systems. *Soil Biology and Biochemistry* **25**: 1363-1378.
- HAN, X. 1989. The mobilization of aluminum- and iron- bound phosphorus by organic matter decomposition in highly weathered soils. Ph.D. Dissertation. Univ. of Georgia, Athens, GA.
- JORDAN, C.F. 1989. *An Amazonian Rain Forest*. UNESCO and The Parthenon Group. Carnforth, U.K.
- JORDAN, C.F. 1995. *Conservation: Replacing Quality with Quantity as a Goal for Global Management*. Wiley, N.Y.
- KANG, B. T. and Wilson, G. F. 1987. The development of alley cropping as a promising agroforestry technology. pp. 227-244 In: Stepler, H. A. and Nair, P. K. R. (Eds.). *Agroforestry. A Decade of Development*. ICRAF, Nairobi.
- KANG, B. T., Reynolds, L. and Atta-Krah, A. N. 1990. Alley farming. *Advances in Agronomy* **43**: 315-359.
- KASS, D. L. 1989. Resultados de seis años de investigación de cultivos en callejones (alley cropping) en "La Montaña", Turrialba, Costa Rica. *El Chasqui (Costa Rica)* **19**: 5-24.
- KASS, D. C. L., Foletti, C., Szott, L. T., Landaverde, R. and Nolasco, R. 1993. *Traditional fallow*

- systems of the Americas. *Agroforestry Systems* 23: 207-218.
- LANTICAN, C. B. and Taylor, D. A. (Eds.). 1991. *Compendium of National Research on Multipurpose Tree Species 1976-1990*. Winrock International Institute for Agricultural Development, Arlington, VA.
- LESCURE, J., Empeaire, L., Pinton, F. and Renault-Lescure, O. 1992. Non-timber forest products and extractive activities in the middle Rio Negro Region, Brazil. pp. 151-172 In: Plotkin, M. and Famolare, L. (Eds.). *Sustainable Harvest and Marketing of Rain Forest Products*. Island Press, Washington, D.C.
- MATTA-MACHADO, R. and Jordan, C. F. 1995. Nutrient dynamics during the first three years of an alley cropping agroecosystem in southeastern USA. *Agroforestry Systems* 30: 351-362.
- MEDINA, E. 1995. *Physiological ecology of trees and application to forest management*. pp. 289-307 In: Lugo, A.E. and Lowe, C. (Eds.). *Tropical Forests: Management and Ecology*. Ecological Studies 112. Springer-Verlag, New York.
- MESQUITA, R. 1995. *The effect of different proportions of canopy opening on the carbon cycle of Central Amazonian secondary forest*. Ph.D. Dissertation, Univ. of Georgia, Athens, GA.
- MONTAGNINI, F. 1992. *Sistemas Agroforestales. Principios y Aplicaciones en los Trópicos*. 2da. ed. OTS/CATIE, San José, Costa Rica. 622 pp.
- MONTAGNINI, F., Ramstad, K. and Sancho, F. 1993. Litterfall, litter decomposition and the use of mulch of four indigenous tree species in the Atlantic lowlands of Costa Rica. *Agroforestry Systems* 23: 39-61.
- MONTAGNINI, F., Fanzeres, A. and da Vinha, S. G. 1994. Studies on restoration ecology in the Atlantic forest region of Bahia, Brazil. *Interciencia* 19: 323-330.
- MONTAGNINI, F. 1995. *Recuperación de Áreas Degradadas con la Utilización de Árboles Nativos: Experiencias en Tres Regiones de Latinoamérica*. III Congreso Latinoamericano de Ecología, Mérida, Venezuela. October 19-21, 1995.
- MONTAGNINI, F. and Mendelsohn, R. 1996. Managing forest fallows: improving the economics of swidden agriculture. *Ambio* 26(2): 118-123.
- 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.
- NAIR, P. K. R. 1990. *The Prospects and Promise of Agroforestry in the Tropics, a Review of Technical and Socioeconomic Information with Special Emphasis to Africa*. Report to the World Bank, Washington, DC. 121 pp.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1979. *Tropical Legumes: Resources for the Future*. Board of Science and Technology for International Development. National Research Council, Washington, DC.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1980. *Firewood Crops. Shrubs and Tree Species for Energy Production*. Board of Science and Technology for International Development. National Research Council, Washington, DC.
- NATIONS, J. D. 1992. Xateros, chicleros, and pimenteros: Harvesting renewable tropical forest resources in the Guatemalan Petén. pp. 208-219 In: Redford K.H. and Padoch, C. (Eds.). *Conservation of Neotropical Forests*. Columbia Univ. Press, N.Y.
- PALM, C. A. 1995. Contribution of agroforestry trees to nutrient requirements of intercropped plants. *Agroforestry Systems* 30: 105-124.
- PLUCKNETT, D. L. 1990. International goals and the role of the international research centers. pp. 32-49 In: Edwards, C.A., Lal, R., Madden, P. Miller, G. and House, G. (Eds.). *Sustainable Agricultural Systems*. St. Lucie Press, Delray Beach, Florida.
- POSEY, D.A. 1982. The keepers of the forest. *Garden* 6: 18-24.
- REGNIER, E. and Janke, R. 1990. Evolving strategies for managing weeds. pp. 174-202 In: Edwards, C.A., Lal, R., Madden, P. Miller, G. and House, G. (Eds.). *Sustainable Agricultural Systems*. St. Lucie Press, Delray Beach, Florida.
- RUSSO, R. O. 1990. Evaluating *Alnus acuminata* as a component in agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 10: 241-252.
- SALAZAR, A., Szott, L. T. and Palm, C. A. 1993. Crop-tree interactions in alley cropping systems on alluvial soils in the Upper Amazon basin. *Agroforestry Systems* 22: 67-82.
- SÁNCHEZ, P.A., Palm, C.A., Davey, C.B., Szott, L.T. and Russell, E.C. 1985. Tree crops as soil improvers in the humid tropics? pp. 327-350 In:

- Cannell, M.G.R. and Jackson, J.E. (Eds.). Attributes of Trees as Crop Plants. Inst. of Terr. Ecol., Nat. Environ. Res. Council, Abbots Ripton, Huntingdon, England.
- SÁNCHEZ, P. A. 1995. Science in agroforestry. *Agroforestry Systems* 30: 5-55.
- SIPS, P. 1993. Management of Tropical Secondary Rain Forests in Latin America. Today's Challenge, Tomorrow's Accomplished Fact!? National Reference Center for Nature, Forests and Landscape, Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries, Wageningen, The Netherlands. 72 pp.
- SUBLER, S. and Uhl, C. 1990. Japanese agroforestry in Amazonia: a case study in Tomé-Açu, Brazil. pp. 152-166 In: Anderson, A.B. (Ed.). Alternatives to Deforestation: Steps Toward Sustainable Use of the Amazon Rain Forest. Columbia Univ. Press, N.Y.
- SZOTT, L. T., Palm, C. A. and Sánchez, P. A. 1991. Agroforestry in acid soils of the humid tropics. *Advances in Agronomy* 45: 275-300.
- VAN WAMBEKE, A. 1992. Soils of the Tropics. Properties and Appraisal. McGraw-Hill, New York.
- VITOUSEK, P. M. 1984. Litterfall, nutrient cycling, and nutrient limitation in tropical forests. *Ecology* 65: 285-298.
- WATTERS, R. F. 1971. Shifting Cultivation in Latin America. FAO Forestry Development Paper No. 17. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 305 pp.
- WOOD, P. J. 1990. Principles of species selection for agroforestry. pp. 290-309 In: MacDicken, K. G. and Vergara, N. T. (Eds.). *Agroforestry: Classification and Management*. Wiley, New York.
- YOUNG, A., 1989. *Agroforestry for Soil Conservation*. C.A.B. International and International Council for Research in Agroforestry, Wallingford, UK, 276 pp.

#### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a V. Derr y a N. Muniz-Miret por su revisión del manuscrito. A W. Salazar por la traducción al español.

**Tabla 2: Eficiencia del uso de nutrientes (EUN) (Megagramos de incremento anual de biomasa del tallo)**

Porto Seguro, Bahia, Brasil:	N	Ca	Mg	K	P
<b>Especies leguminosas fijadoras de N:</b>					
<i>Centrolobium robustum</i>	0.05	0.05	0.37	0.87	1.74
<i>Platymenia foliolosa</i>	0.08	0.34	7.00	3.51	4.66
<b>Especies leguminosas no fijadoras de N:</b>					
<i>Caesalpinia echinata</i>	0.04	0.03	0.54	0.78	1.81
<i>Hymenaea aurea</i>	0.06	0.09	0.45	0.64	1.91
<b>Especies de otras familias:</b>					
<i>Bombax macrophyllum</i>	0.36	0.20	0.88	20.70	20.70
<i>Buchenavia grandis</i>	0.05	0.04	0.38	0.68	1.70
<i>Eschweilera ovata</i>	0.12	0.10	0.44	0.96	5.73
<i>Lecythis pisonis</i>	0.12	0.11	0.89	1.58	3.56
<b>La Selva, Costa Rica:</b>					
<i>Stryphnodendron mycrostachyum</i>	0.08	0.06	0.35	0.63	0.53
<i>Vochysia ferruginea</i>	0.08	0.03	0.26	0.38	0.56
<i>Vochysia guatemalensis</i>	0.16	0.05	0.29	0.84	1.07
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	0.09	0.03	0.15	0.22	0.45

**Tabla 1: Características químicas del horizonte superior del suelo en rodales puros de 24 especies arbóreas nativas en La Selva, Costa Rica; Porto Seguro, Bahia, Brasil; y Misiones, Argentina.**

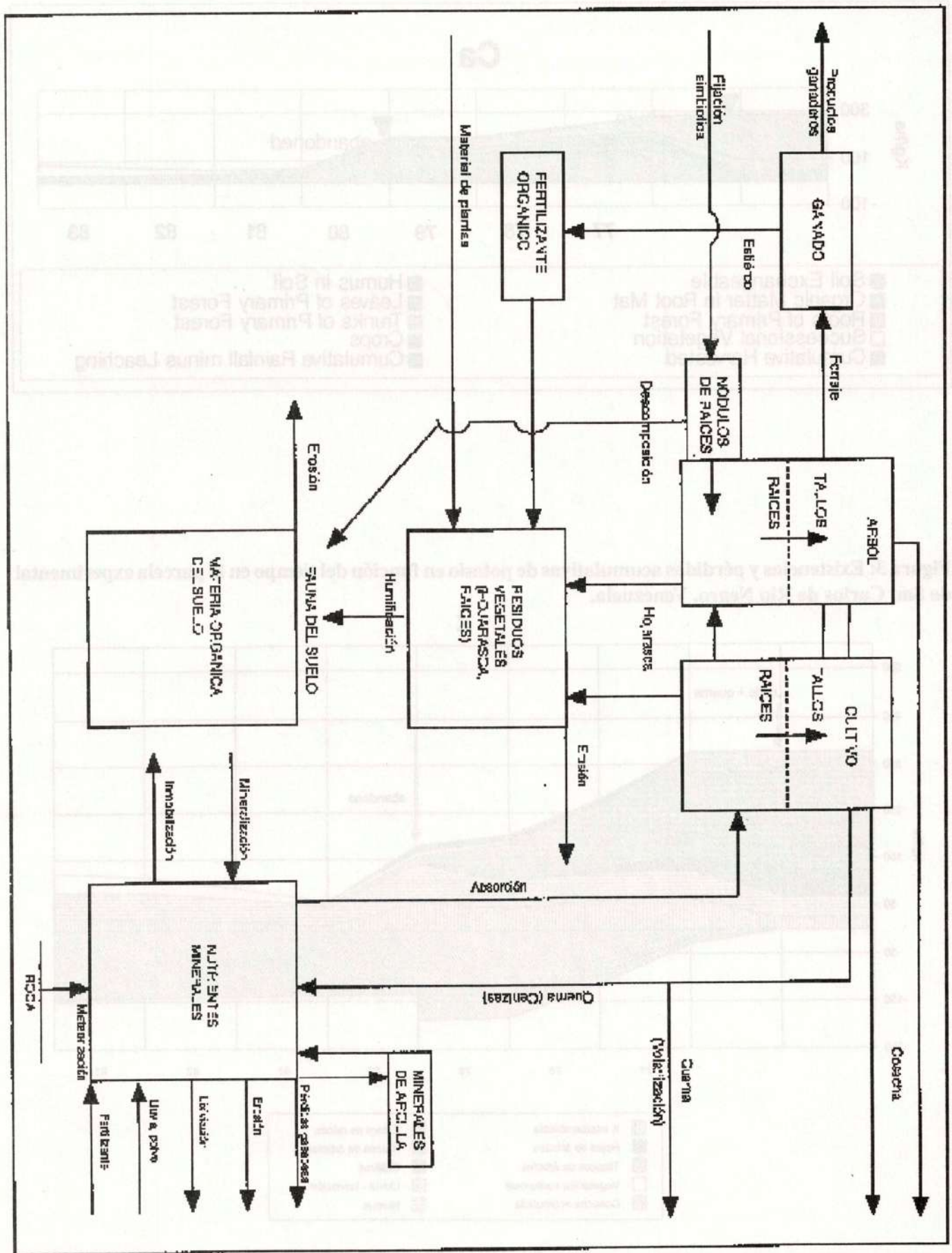
Sitio/Especie arborea	pH	C	N (%)	P (%)	K (cmol.kg <sup>-1</sup> )	Ca	Mg
<b>a- La Selva, Costa Rica<sup>1</sup></b>							
<i>Stryphnodendron microstachyum</i>	5.4ab	3.42ab	0.29b	5.6a	0.27a	0.45a	0.63ab
<i>Vochysia ferruginea</i>	5.4ab	3.76a	0.32a	7.1a	0.22a	0.73a	0.61ab
<i>Vochysia guatemalensis</i>	5.3ab	3.13ab	0.29b	5.2a	0.11a	0.25a	0.37ab
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	5.1b	2.96c	0.22b	1.5b	0.09a	0.31b	0.21b
<b>Pastura Abandonada</b>	5.3ab	2.73c	0.22b	4.9a	0.19a	0.32b	0.27b
<b>Bosque secundario</b>	5.3ab	4.33a	0.33a	3.6b	0.17a	0.68a	0.55ab
<b>b- Porto Seguro, Bahia, Brasil<sup>2</sup></b>							
<b>Especies leguminosas fijadoras de N:</b>							
<i>Bowdichia virgilioides</i>	4.9	1.98def	0.16def	1.32def	0.06bcd	1.35bc	0.39de
<i>Centrolobium minus</i>	4.6	1.87efg	0.16def	1.19efg	0.05fgh	0.53hi	0.21i
<i>Centrolobium robustum</i>	4.5	1.65ij	0.13f	1.07fgh	0.05fgh	0.40i	0.16i
<i>Inga affinis</i>	4.9	2.10cde	0.18cd	3.64a	0.07bcd	0.76gh	0.49bc
<i>Parapiptadenia pterosperma</i>	4.9	2.38ab	0.20bc	0.78ij	0.08b	1.40bc	0.60a
<i>Pithecellobium elegans</i>	4.8	1.67hij	0.15ef	0.59kl	0.05efg	0.79gh	0.40de
<i>Platymenia foliolosa</i>	4.7	2.08cde	0.18bcd	0.13m	0.05efg	1.05cde	0.42cd
<b>Especies leguminosas no fijadoras de N:</b>							
<i>Arapatiella psilophylla</i>	4.7	1.94def	0.18bcd	1.45de	0.06bcd	0.38i	0.37de
<i>Caesalpinia echinata</i>	5.1	2.41a	0.17cde	1.54de	0.07bcd	1.17bcd	0.39de
<i>Cassia spp.</i>	4.7	1.94def	0.16def	1.40def	0.07bcd	0.56hi	0.34de
<i>Copaifera luscens</i>	5.0	2.02cde	0.17cde	0.63jk	0.06cde	1.15bcd	0.34de
<i>Dimorphandra jorgei</i>	4.9	1.97def	0.19bc	0.97ghi	0.03j	0.98def	0.32efg
<i>Hymenaea aurea</i>	4.4	2.00def	0.16def	2.03c	0.06bcd	0.26i	0.24hi
<i>Macrobium latifolium</i>	4.7	1.90efg	0.16def	0.67jk	0.04hij	0.36i	0.25fg
<b>De otras familias:</b>							
<i>Bombax macrophyllum</i>	4.8	1.78ghi	0.13f	1.42de	0.06bcd	0.84efg	0.33ef
<i>Buchenavia grandis</i>	4.6	2.06cde	0.14f	2.09c	0.06bcd	0.80fg	0.33ef
<i>Eschweilera ovata</i>	5.3	1.82fgh	0.31a	0.58kl	0.11a	1.38bc	0.53ab
<i>Lecythis pisonis</i>	5.3	1.99def	0.18bcd	0.23lm	0.04ghi	1.46b	0.32ef
<i>Licania hypoleuca</i>	5.0	1.63j	0.14f	1.61d	0.07bcd	1.31bcd	0.35de
<i>Pradosia lactescens</i>	4.9	2.15bcd	0.18bcd	0.81ij	0.05fgh	0.84efg	0.24gh
<b>Bosque primario</b>	4.9	1.99def	0.15ef	0.96hi	0.08bc	1.23bcd	0.36de
<b>Bosque secundario</b>	5.1	2.15abc	0.22b	2.46b	0.07bcd	2.20a	0.62a
<b>c- Misiones, Argentina<sup>3</sup></b>							
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	5.8	2.6b	0.34ab	n.d.	0.55bc	7.1bc	1.7c
<i>Bastardiopsis densiflora</i>	7.1	6.3a	0.65a	n.d.	1.28a	20.4a	3.4ab
<i>Cordia trichotoma</i>	6.4	4.0ab	0.46ab	n.d.	0.79b	13.6ab	2.6abc
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	6.1	3.4ab	0.39ab	n.d.	0.67b	8.7bc	3.5a
<i>Ocotea puberula</i>	6.1	4.4ab	0.59a	6.09a	1.11a	17.3a	4.7a
<b>Control con pastos</b>	5.8	2.2b	0.0.27b	n.d.	0.26c	6.3c	2.4bc

Fuentes: <sup>1</sup> Montagnini y Mendelsohn (1996), <sup>2</sup> Montagnini et al. (1994), <sup>3</sup> Fernández et al. (1995).

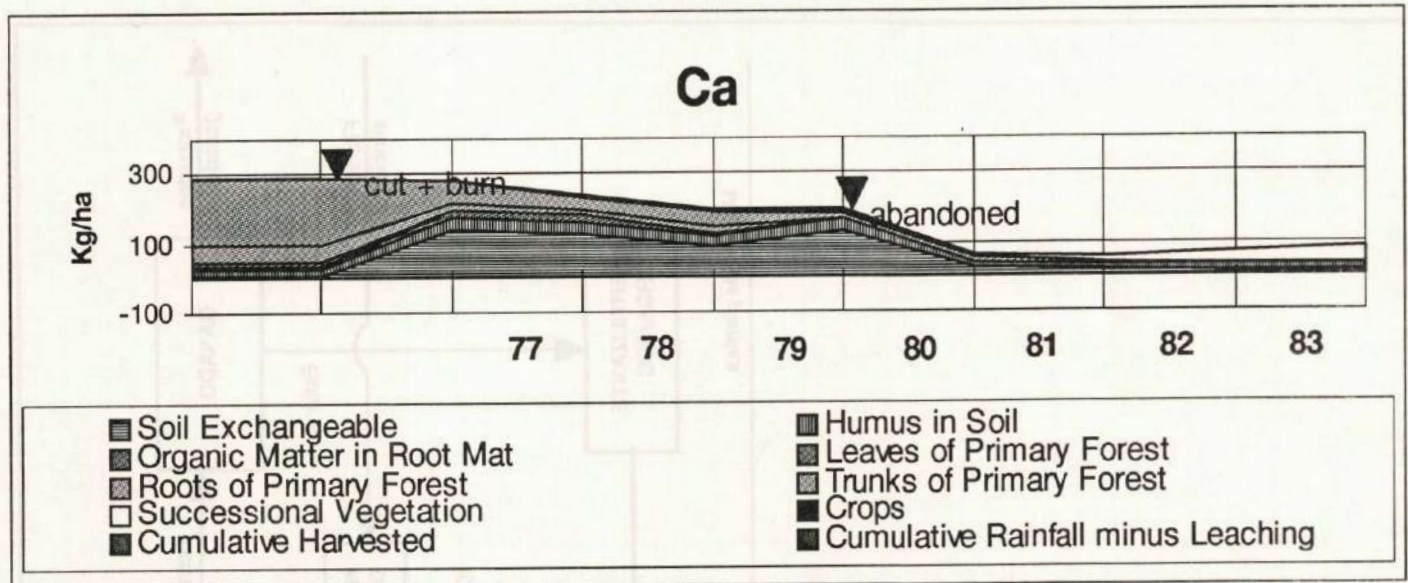
Nota: Para cada sitio, las diferencias entre medias son estadísticamente diferentes cuando se encuentran seguidas de diferentes letras (p<0.05).

n.d.: no detectado

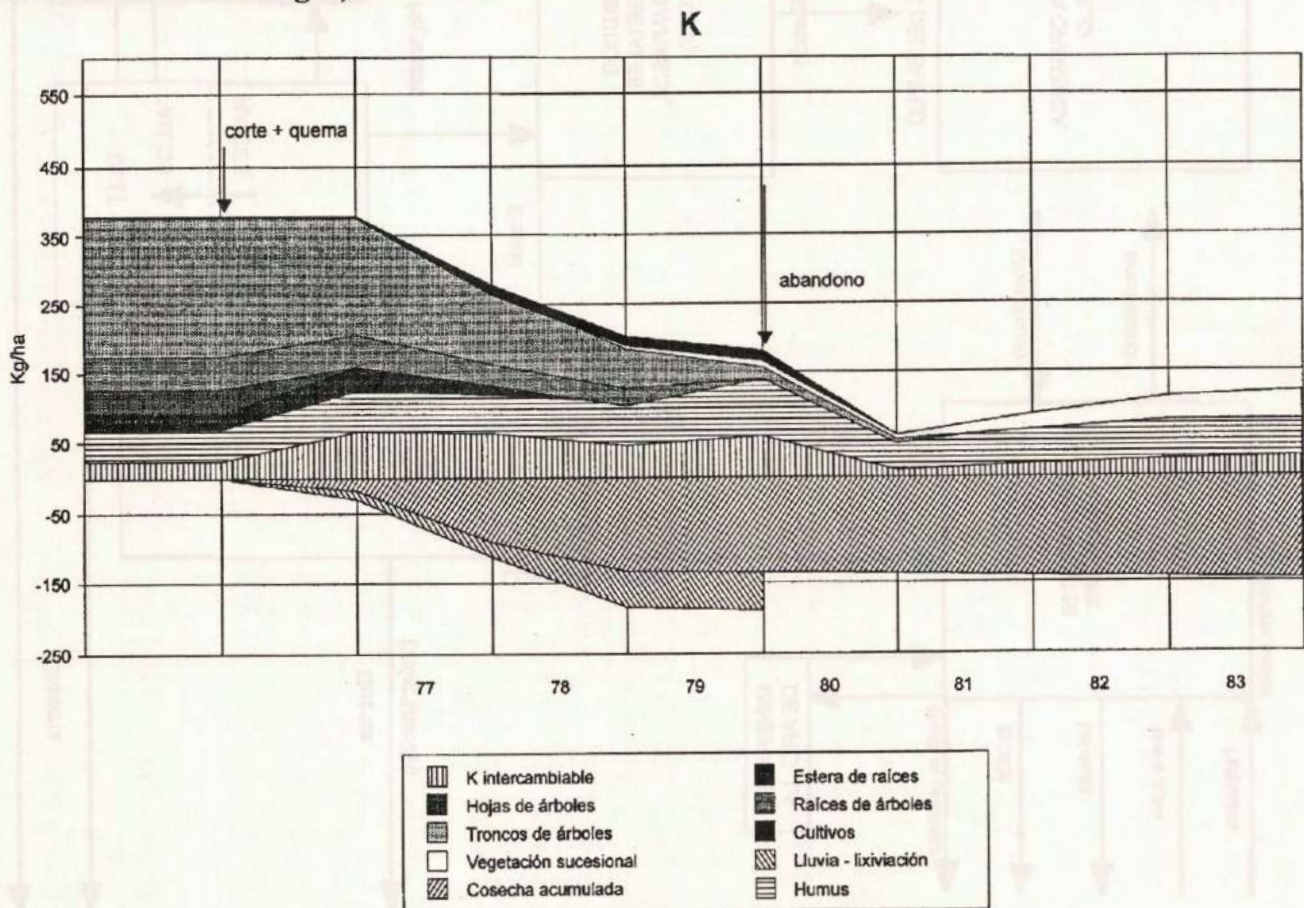
Figura 1: Diagrama del ciclaje de nutrientes en sistemas agroforestales (adaptado de Young 1989)



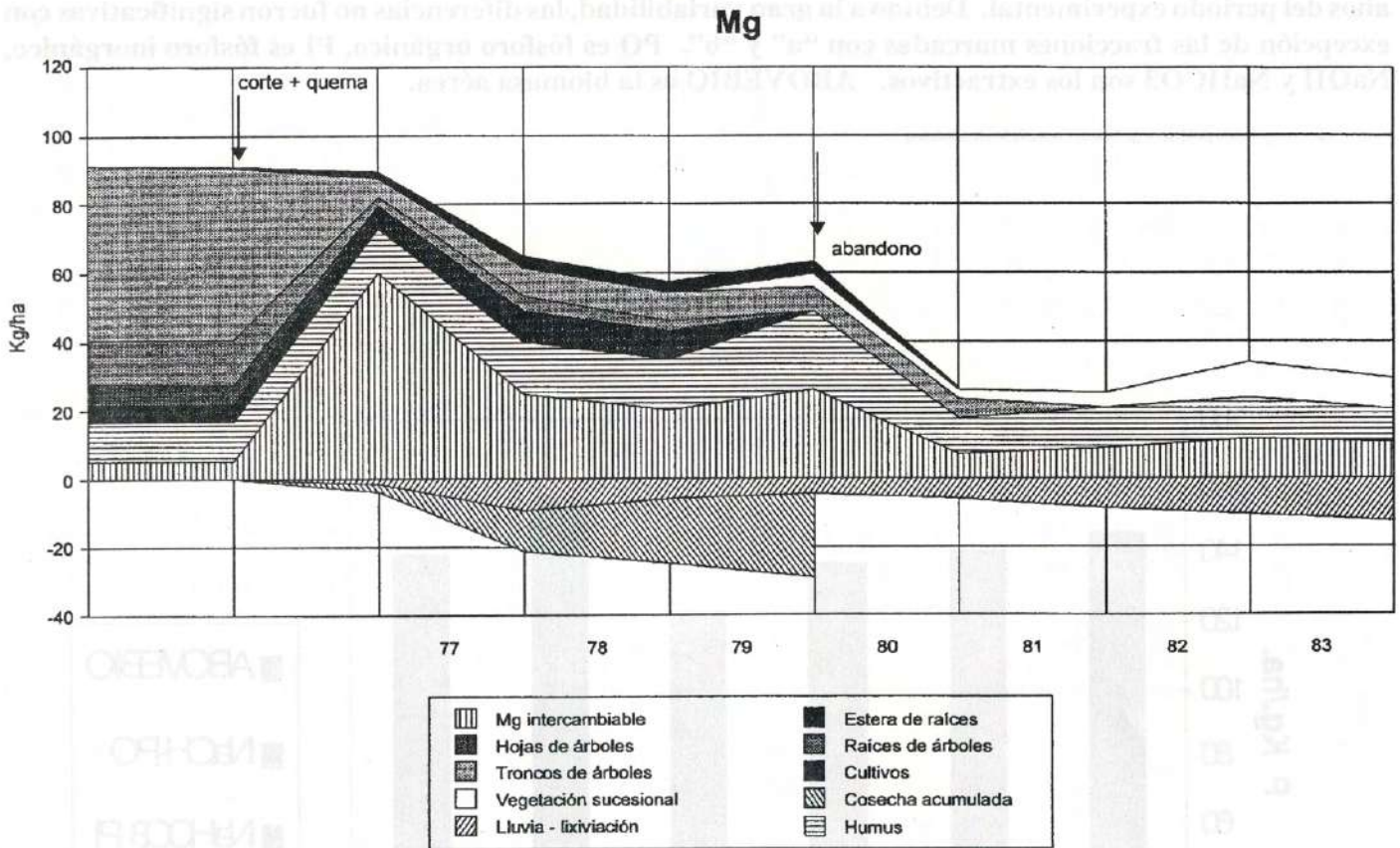
**Figura 2: Existencias y pérdidas acumulativas de calcio en función del tiempo en la parcela experimental de San Carlos de Rio Negro, Venezuela.**



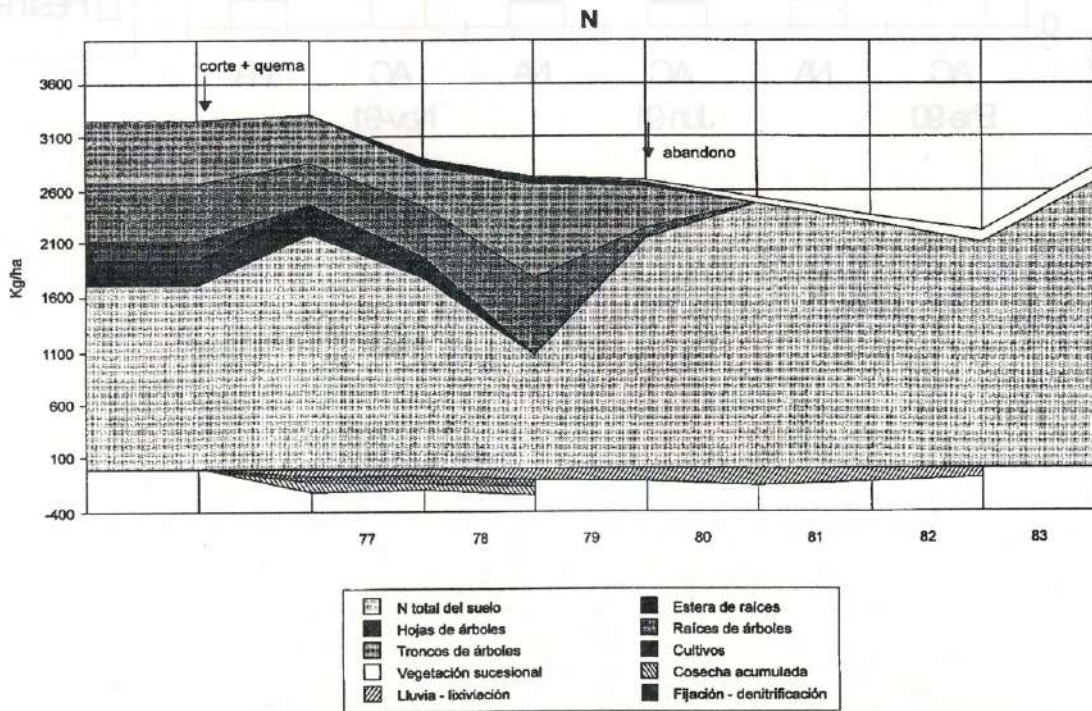
**Figura 3: Existencias y pérdidas acumulativas de potasio en función del tiempo en la parcela experimental de San Carlos de Rio Negro, Venezuela.**



**Figura 4: Existencias y pérdidas acumulativas de magnesio en función del tiempo en la parcela experimental de San Carlos de Rio Negro, Venezuela.**

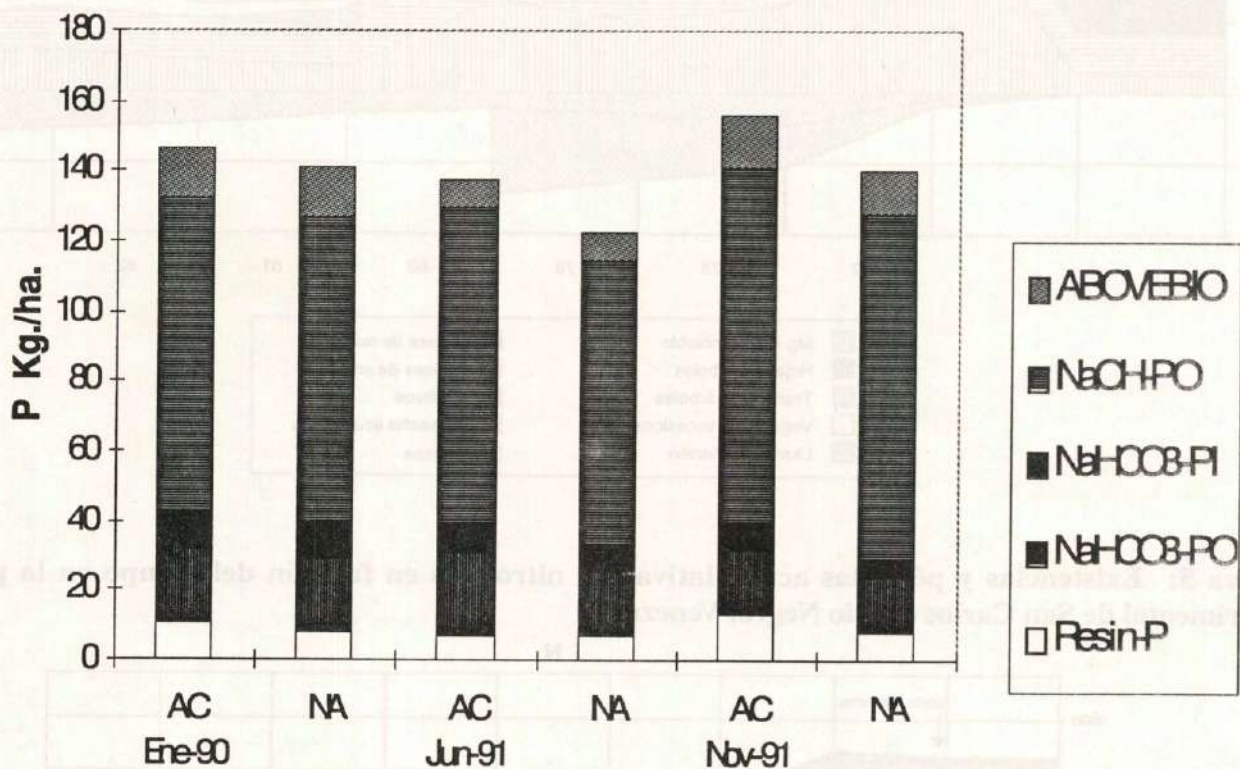


**Figura 5: Existencias y pérdidas acumulativas de nitrógeno en función del tiempo en la parcela experimental de San Carlos de Rio Negro, Venezuela.**



**Figura 6: Existencias de fósforo lábil en fracciones de suelo de los 75 cm superiores y en la biomasa aérea en un sistema experimental de cultivo en callejones (AC), y en un control de monocultivo de sorgo (NA). Hay una tendencia de incrementos de diferencias graduales entre los dos sistemas a lo largo de los tres años del período experimental. Debido a la gran variabilidad, las diferencias no fueron significativas con excepción de las fracciones marcadas con "a" y "b". PO es fósforo orgánico, PI es fósforo inorgánico, NaOH y NaHCO<sub>3</sub> son los extractivos. ABOVEBIO es la biomasa aérea.**

1 Acido psídico = (p-hidroxi benzil) ácido tartárico



# APTITUD DE LAS TIERRAS PARA LA IMPLANTACIÓN DE BOSQUES. PROVINCIA DE MISIONES

## LAND APTITUDE FOR FOREST PLANTATIONS. PROVINCE OF MISIONES.

Roberto A.<sup>1</sup>

Lupi, Ana M.<sup>2</sup>

Pahr, Norberto M.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Técnico investigador INTA EEA Montecarlo. CC 4 (3384). Montecarlo. Misiones. Tel./Fax: 54 3751-480512/480057. E-Mail: formonte@inta.gov.ar. Docente Fac. de Cs Forestales Eldorado, UNaM. Bertoni s/n (3380) Eldorado. Misiones. Tel/Fax 54 3751 431526.

<sup>2</sup> Técnico investigador INTA EEA Montecarlo. Becaria de investigación Fac. de Ciencias Forestales, UNaM. .

<sup>3</sup> Docente de la Fac. de Ciencias Forestales, UNaM. Técnico Contratado INTA EEA Montecarlo.

### SUMMARY

The objective of this work was evaluated and mapped the land capability in Misiones province for plantation of *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze, *Pinus elliottii* Engelm, *Pinus taeda* L., *Pinus caribaea* Morelet, *Eucalyptus grandis* (Hill) ex Maiden, *Eucalyptus dunnii* Maiden, *Paulownia spp.*, *Grevillea robusta* Cunn. ex Br. and *Melia azedarach* L. The Soil Atlas of the Argentine Republic was used as basic information in the scale 1:500.000, whereas FAO's methodology for land aptitude evaluation. Land aptitude was evaluated considering the following diagnostic criteria: slope, drainage and soil depth. The escale of land capability map was 1: 500.000. As result of this five units were clasified. Final surface balance obtained, in hectares, according on their aptitude, was as follow: from the total of the province (2.945.738), 42,4% (1.249.025) are lands with aptitude; 13,0% (382.796) has moderate aptitude, 2,9% (84.262) was classified as marginal, 27,3% (804.741) was considered without aptitude, and 14,4% (424.914) as Natural Protected Area.

**Key words:** Forest land aptitude, Misiones province, Productivity, Argentine.

### RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar y cartografiar la potencialidad de las tierras de la provincia de Misiones para el establecimiento de bosques comerciales de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze, *Pinus elliottii* Engelm, *Pinus taeda* L., *Pinus caribaea* Morelet, *Eucalyptus grandis* (Hill) ex Maiden, *Eucalyptus dunnii* Maiden, *Paulownia spp.*, *Grevillea robusta* Cunn. ex Br., y *Melia azedarach* L.. Como información de base se utilizó el Atlas de Suelos de la República Argentina, escala 1:500.000. Como metodología de evaluación de aptitud se adoptó la propuesta por FAO. Los criterios diagnósticos utilizados para evaluar el grado de adaptabilidad fueron: inclinación de la pendiente, drenaje y profundidad efectiva. La cartografía se presenta a escala 1: 500.000. Del proceso de evaluación resultaron cinco unidades de aptitud. El balance de superficie, en hectáreas, quedó definido así: del total provincial (2.945.738), el 42,4 % (1.249.025) corresponde a tierras Aptas, el 13,0 % (382.796) a tierras Moderadamente aptas, el 2,9 % (84.262) a tierras Marginalmente aptas, el 27,3 % (804.741) a tierras No aptas, y el 14,4 % (424.914) corresponde a Areas Naturales Protegidas.

**Palabras clave:** Aptitud forestal, Provincia de Misiones, Productividad, Argentina.

### INTRODUCCION

El impacto de las actividades humanas sobre el medio ambiente ha mantenido una tendencia creciente, generando una fuerte presión sobre los recursos naturales a efectos de satisfacer las necesidades del crecimiento y desarrollo. El uso sostenible de las tierras, ya sea con fines productivos -agrícolas, ganaderos, forestales, o sus combinaciones- o bien de protección conllevan la necesidad de una adecuada planificación territorial.

La actividad forestal, en particular la referida a los bosques implantados, manifiesta en los últimos años interesantes y continuos incrementos en superficie, en productividad y en valor agregado, tanto a nivel silvícola como industrial. En 1994, la provincia de Misiones contaba con 177.000 has de coníferas - 160.000 de *Pinus spp.* y 20.000 has de *Araucaria angustifolia* Bert O. Ktze, 7.000 has de *Eucalyptus grandis* (Hill) ex Maiden y *E. dunnii* Maiden, y 13.000 has de *Paulownia spp* (kiri), *Melia azedarach* L.

(paraíso), *Grevillea robusta* Cunn. ex Br. entre otras -0,51 % de la superficie provincial- (SAGPyA, 1997).

De lo anterior surge que contar con información sobre el potencial que presentan las tierras para los diferentes usos, entre ellos el silvícola, representa una herramienta estratégica a los efectos de optimizar el uso del territorio, orientar la toma de decisiones y la asignación de recursos públicos y privados en el sector forestal; así como para aplicar modalidades de manejo que posibiliten un nivel sostenible de productividad mediante la conservación de la capacidad productiva de los recursos.

En relación a la Provincia de Misiones el primer aporte en este sentido lo constituyó la memoria correspondiente al relevamiento de suelos realizado por CARTA (1964), en la cual se incluyó una aproximación a los usos más adecuados. Luego los trabajos de Golfari y Barret (1967) y de Lasserre (1968) aportaron las bases para las recomendaciones en cuanto a la selección de los sitios para algunas especies forestales. Mediante un Convenio entre la Comisión Mixta Argentino-Paraguaya del Paraná (COMIP) y el INTA (INTA-COMIP, 1986), se evaluó la capacidad de uso agrícola, ganadero y forestal de las tierras del área de influencia de Corpus, a escala 1:250.000. Finalmente, con la participación del Ministerio de Ecología y R.N.R. y el INTA (INTA-MERNR, 1990), se llevó a cabo el relevamiento de suelos y de aptitud de uso ganadera, agrícola y forestal de las Tierras de la Alta Cuenca del Arroyo Uruguayí, en escala 1:50.000.

El objetivo del presente trabajo fue clasificar y cartografiar las tierras de la provincia de Misiones según su aptitud para la implantación de bosques con fines comerciales, atendiendo a la sostenibilidad de la producción forestal.

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Localización y caracterización del área de trabajo.**

#### **Localización.**

La Provincia de Misiones se encuentra ubicada en el extremo nordeste de la República Argentina y ocupa una superficie de 2.945.738 ha. Al norte y al este limita con la República Federativa de Brasil; al sur, con este mismo país y con la provincia de Corrientes (R.A.); y al oeste con la República del Paraguay. Sus puntos extremos son: 25° 28' y 28° 10' de latitud sur y 53° 38' 52" y 56° 03' de longitud oeste.

## **Clima**

Según INTA (1990), el clima es de tipo subtropical sin estación seca definida. Las lluvias varían entre 1600 mm en el sur a 1900-2000 mm en el noreste. La temperatura media anual oscila en torno de los 20° C, disminuyendo hacia el este-noreste a causa de la mayor altitud. La amplitud térmica media anual es de 11° C y se registran de 2 a 4 heladas por año en las áreas cercanas a los grandes ríos, y más de 9 heladas por año en las zonas más altas.

La clasificación climática de Thornthwaite indica que la provincia de misiones presenta el tipo climático hídrico húmedo con pequeña o nula deficiencia de agua, y el tipo climático térmico mesotermal con concentración estival de la evapotranspiración inferior a 48 %, siendo la fórmula climática B3 r B' 3 a'.

## **Vegetación nativa**

La vegetación natural corresponde a una formación de tipo selvática, la Selva Paranaense, compuesta por un gran número de especies arbóreas de primera magnitud por debajo de las cuales existen otros estratos arbóreos entremezclados con vegetación arbustiva, subarbustiva y herbácea; formando un sotobosque tupido, con bambúceas, lianas, helechos y líquenes. El desarrollo que alcanza esta selva decrece desde el norte hacia el sur. En su región meridional se encuentra una zona de transición, con vegetación de pastos duros a semiduros asociados a bosques en galerías, que luego deja lugar a la zona de campos, donde el monte prácticamente desaparece (Martinez Crovetto, 1963).

## **Geología y Geomorfología.**

La provincia de Misiones presenta en su subsuelo el Macizo de Brasilia que actúa como substrato básico, dicha formación fue cubierta en el periodo triásico por sucesivas capas de rocas eruptivas, del tipo básico llamada basalto, que específicamente corresponde a los meláfiro de la era mesozoica. Sobre cada uno de estos mantos de rocas eruptivas, provenientes de la emisión del magma, se depositaron otras capas de areniscas, metamorfizadas por transformación térmica. A partir de la efusión del meláfiro, los movimientos epirogénicos de ascenso constituyeron el factor preponderante en el desarrollo del relieve misionero (Fernández et al., 1986).

Desde un punto de vista geomorfológico, Gross Braun et al. (1979) citado por INTA (1990)

reconoce siete unidades geomórficas, de las cuales a continuación solo se describen sucintamente las principales regiones naturales.

*Meseta central preservada:* Constituye el dorso de la provincia; se trata de una planicie discontinua de relieve ondulado, con lomas de pendientes medias y gradientes del 5 al 9 %. Se observan discontinuidades por fallas, lo cual define un escalonamiento con altitudes crecientes en dirección sudoeste a noreste, desde 300 m.s.n.m. en Leandro N. Alem hasta 850 m.s.n.m. en Irigoyen. Esta región abarca 272.500 ha.

*Pediaplano parcialmente disectado:* Ocupa una franja casi continua a lo largo de los valles del Paraná y del Iguazú, con una superficie de 484.525 ha. El relieve es ondulado con lomas bien definidas como elemento dominante, y como inclusiones presenta sectores escarpados o inclinados con pendientes cortas hacia los cursos de agua, configurando de esta manera un paisaje estabilizado.

*Relieve montañoso fuertemente disectado:* Se caracteriza por presentar un relieve escarpado e inclinado, cuyas geoformas típicas son los cerros. Se extiende a lo largo de la provincia, de sudoeste a noreste. Se abre ampliamente en este último sector y enmarca los valles del Pepirí Guazú y gran parte del Uruguay. Esta región es la de mayor extensión geográfica, con 872.471 ha.

*Relieve fuertemente ondulado a colinado:* Se caracteriza por presentar lomas con pendientes medias y cortas de hasta 20 % de gradiente, asociadas a sectores escarpados. Ocupa hacia el oeste una posición intermedia y prácticamente continua entre el Pediplano del Paraná y la Región montañosa, cubriendo una superficie total de 779.509 ha. En el sector oriental, sobre el valle del Río Uruguay, esta región ocupa divisorias de agua bien definidas con lomas onduladas a fuertemente onduladas que se continúan en escarpas de valles, ríos y arroyos.

### **Suelos**

De acuerdo al relevamiento de suelos realizado por INTA (1990), el área cubierta por suelos rojos profundos es de 962.408 ha, lo que representa el 32.7 % de la superficie provincial. En este grupo de suelos se encuentran Ultisoles, con 634.795 ha, Alfisoles, con 237.363 ha, y Oxisoles con 90.250 ha.

Por su lado, los suelos denominados pedregosos ocupan 1.029.731 ha, o sea, el 35 % del

total provincial. Esta cifra incluye 103.411 ha con afloramientos rocosos. Dentro de este grupo se identificaron Molisoles muy poco evolucionados, con 376.174 ha, Entisoles con 368.045 ha, e Inceptisoles con 182.101 ha.

En el tercer nivel de importancia, en cuanto a superficie ocupada, se hallan los suelos denominados "pardos", de profundidad variable, generalmente inferior a 200 cm, predominantemente Alfisoles. Los mismos cubren una superficie de 651.952 ha.

El área ocupada por suelos con limitaciones por exceso de humedad es de 136.376 ha, o sea, cerca del 5 % de la superficie provincial. Se presentan fundamentalmente en los valles aluviales

Finalmente, poco más del 5 % del área total está representada por suelos someros y afloramientos rocosos en planicies suavemente onduladas, al sudoeste; suelos de escasa evolución, desarrollados sobre areniscas y localizados en proximidades a San Ignacio; y un tercer grupo de incipiente evolución en los alrededores de Candelaria.

### **Evaluación de aptitud.**

#### **Base edafológica y cartográfica.**

Se utilizó la información del Atlas de Suelos de la República Argentina (INTA, 1990), escala 1:500.000.

#### **Metodología de evaluación.**

Como metodología de evaluación se adoptó la propuesta por FAO (1985), considerando ciertos principios básicos a efectos de definir criterios para el desarrollo del proceso de evaluación. Estos principios son:

- a.- La aptitud de las tierras se evalúa y clasifica con respecto a clases de uso específicas,
- b.- La aptitud se refiere al empleo sobre una base sostenida.

Esto es, se considera a la actividad forestal con fines comerciales sobre la base del mantenimiento de la capacidad productiva del ecosistema natural y manejado. Se respetan aquellas normas legales vigentes, tanto en lo referente a las áreas que por sus características corresponden a bosque protectores, como así también aquellas que fueron creadas a efectos de preservar la biodiversidad.

En este marco, en primer lugar se definió la actividad objeto de evaluación, se seleccionaron los criterios diagnósticos y los límites críticos para las

diferentes unidades de aptitud para, finalmente adjudicar la clase/subclase pertinente a cada unidad taxonómica. Concluido este proceso se calculó la superficie correspondiente a cada clase/subclase.

#### Definición de la Clase de Uso

Como actividad objeto de evaluación se consideró la implantación de bosques con fines comerciales. Se refiere a la implantación con las especies de mayor difusión en la provincia, o sea, *Araucaria angustifolia* Bert. O Ktze, *Pinus taeda* L., *P. elliotii* Eng., *P. caribaea* Morelet y *Eucalyptus grandis* (Hill) ex Maiden, principalmente, y *Paulownia* spp. (kiri) y *Melia azedarach* L. (paraíso), *Grevillea robusta* Cunn. Ex R. Br. y *Eucalyptus dunni* Maiden, en menor medida; conducidas mediante técnicas orientadas a la producción de madera de alta calidad y compatibles con el manejo sostenible de los recursos.

#### Requerimientos y tolerancias de las especies consideradas.

A los fines de la evaluación fueron considerados los requerimientos y tolerancias edáficas de las siguientes especies:

- ***Araucaria angustifolia***

Entre los atributos condicionantes del crecimiento se destaca la profundidad efectiva. En este sentido un espesor de un metro o superior ofrece las condiciones necesarias para alcanzar un buen nivel de productividad, siempre y cuando las características físicas y químicas sean las adecuadas, (Fernández, 1994).

Los crecimientos satisfactorios observados aún sobre suelos químicamente pobres, pero físicamente adecuados, demuestran que las características físicas constituyen una buena herramienta a la hora de evaluar la capacidad productiva de las tierras. Atributos como retención de agua, disponibilidad de oxígeno e impedimentos mecánicos, pueden condicionar el volumen disponible para el desarrollo del sistema radicular, el cual, en el caso de la araucaria, resulta particularmente sensible a las condiciones físicas adversas (Fernández et al., 1988).

El espesor del horizonte superficial debe ser considerado como un factor relevante para esta especie, ya que, con su relativamente alto contenido de materia orgánica, sus adecuadas características físicas y su actividad biológica, resulta un ambiente adecuado para el desarrollo de las raíces y determina

la oferta nutricional. Otras características químicas normalmente correlacionadas con buenos crecimientos son: saturación de bases superior al 50 %, valores de pH entre 4,5 y 6, (Fernández, 1994). Asimismo, no existen dudas respecto de la ineptitud de los suelos someros, pedregosos e hidromórficos para un crecimiento económicamente satisfactorio (Lasserre et al, 1972).

Según Lasserre (1968), para obtener crecimientos satisfactorios, el cultivo de la *Araucaria* debe limitarse al norte del paralelo de 27° 20'.

- ***Pinus* spp.**

Tanto el *Pinus elliotii* como el *P. taeda* y el *P. caribaea* se caracterizan por su adaptabilidad a diferentes condiciones de suelos. Sin embargo las mayores tasas de crecimiento se presentan en suelos con buenas condiciones de drenaje y de oferta de nutrientes. Si bien se adaptan a suelos relativamente someros y pedregosos responden mejor en aquellos de más de medio metro de espesor sin impedimentos físicos. Entre estas especies, el *P. elliotii* se destaca por su plasticidad a las condiciones de drenaje, presentando elevadas tasas de crecimiento en sitios con excesos hídricos temporarios (Fernández y Pahr, 1991)

- ***Eucalyptus* spp.**

Según lo indicado por Pahr et al. (1996) los sitios de mejor crecimiento para el *Eucalyptus grandis* se asocian a suelos arcillosos con profundidad efectiva superior a 1,30 m, los cuales ocupan posiciones de lomas y medias lomas rojas; en cambio los de productividad media se relacionan con suelos poco profundos, entre 50 y 100 cm. Estas especies presentan elevada susceptibilidad a condiciones de hidromorfismo.

Las características químicas no se presentan como limitantes de relevancia para los suelos de la región (Fernández et al., 1996).

- ***Melia azedarach* y *Paulownia* spp.**

Estas especies tienen requerimientos edáficos muy similares a los de la araucaria, o sea presentan los mejores crecimientos en suelos profundos, fértiles y bien drenados. En suelos someros y pedregosos su crecimiento es bastante inferior y no se recomienda su cultivo en hidromórficos.

#### Criterios diagnósticos

La evaluación de tierras se basa en la comparación de aquellos atributos -criterios diagnósticos- que afectan al crecimiento, al manejo

del cultivo y a la conservación de los recursos, en relación a las exigencias y tolerancias de las especies, en el marco del uso considerado. A los efectos de evaluar el grado de adaptabilidad de las tierras fueron utilizados los siguientes criterios diagnósticos :

**- Inclínación de la pendiente (i):**

Las normas legales vigentes en la provincia, (Ley Provincial Nro. 854 y su Decreto Reglamentario N° 280/89), prohíben la conversión a tierras de cultivo agrícola y/o forestal de todos aquellos bosques (nativos o implantados) situados en pendientes superiores al 20 %, considerados a tal efecto como bosques protectores. Por lo tanto las áreas con estas características fueron evaluadas como No aptas (N).

Inclinaciones menores al 20 % fueron consideradas no limitantes para la actividad, con la salvedad de que se deben aplicar prácticas de prevención y control de erosión, principalmente en los primeros años de la plantación. Tierras con estas características fueron consideradas como Aptas (A1).

**- Drenaje (d):**

A los efectos de determinar los límites de adaptabilidad de las clases de aptitud, fueron establecidos los siguientes valores críticos:

Clase de drenaje 4: Tierras aptas (A1).

Clase de drenaje 5: Tierras moderadamente aptas (A2).

Clase de drenaje 2: Tierras marginalmente aptas (A3).

**Las clases de drenaje referidas corresponden a los conceptos definidos por Etchevehere (1976), a saber :**

*Clase de drenaje 2 :* Suelo imperfectamente drenado. Es aquel del cual el agua se elimina algo lentamente, lo que lo mantiene mojado por lapsos importantes pero

no siempre.

*Clase de drenaje 4:* Suelo bien drenado. Presenta las condiciones óptimas para el drenaje natural.

*Clase de drenaje 5:* Suelo algo excesivamente drenado. Es aquel en el cual el agua se retira con rapidez y que tiene una capacidad de retención de humedad algo deficiente como para asegurar el buen crecimiento del cultivo

**- Profundidad efectiva (s):**

Respecto de esta característica, se estableció en 1 m el valor mínimo de profundidad efectiva para clasificar a las tierras como Aptas (A1). Las que presentaron suelos con profundidad efectiva comprendida entre 0,50 y 1 m fueron consideradas Moderadamente aptas (A2). Finalmente, fueron evaluadas como No aptas (N), aquellas con suelos cuya profundidad resultó inferior a 0,50 m.

**Clasificación de aptitud**

Luego de establecer los límites a los criterios diagnósticos seleccionados, se procedió a la evaluación propiamente dicha, producto de la cual cada unidad taxonómica resultó asociada a una unidad de aptitud.

El procedimiento de evaluación se efectuó de acuerdo a las siguientes consideraciones:

- Para adjudicar la categoría Apta (A1) a una determinada unidad de tierra, ésta debió reunir todos los requisitos predefinidos para dicha categoría (ver Tabla 1).
- Para clasificar tierras dentro de clases de aptitud más restringida (A2, A3 y N) resultó suficiente la identificación de un sólo atributo limitante, aunque el resto reuniera las condiciones previstas para clases de mejor aptitud.

La Tabla 1 muestra la relación entre los límites críticos de los diferentes criterios diagnósticos y las clases y subclases de aptitud.

**Tabla 1: Relaciones entre Criterios Diagnósticos y Clase/Subclase de Aptitud**

Criterios Diagnósticos	A1	A2		A3	N
		A2s	A2d	A3d	
Pendiente	0 - 20 %	-	-	-	> 20 %
Prof. Efectiva	>100 cm	50 - 100 cm	-	-	< 50 cm
Drenaje (1)	Clase 4	-	Clase 5	Clase 2	-

(1) Clases de drenaje : 2 (imperfectamente drenado), 4 (bien drenado), 5 (algo excesivamente drenado).

### Cartografía y balance de superficie.

Finalmente se definieron las unidades cartográficas de aptitud, las cuales se conformaron en base a las 34 unidades cartográficas de suelo definidas en el Atlas de Suelos (INTA, 1990). A tal efecto se utilizó como criterio para el agrupamiento de estas últimas, la predominancia relativa de la/s clase/s y subclase/s de aptitud.

A efectos del balance de superficie por clase de aptitud, y atendiendo a su finalidad, no fue considerada la correspondiente a las Áreas Naturales Protegidas. Se trata de un total de 19 áreas bajo jurisdicción nacional y/o provincial que responden a diferentes modalidades de protección (Ministerio de Ecol. y R. N. R., 1993), y que a efectos de la cartografía se las integró en una única unidad.

## RESULTADOS

### Clases y subclases de aptitud. Características.

Del análisis conjunto de las características de los suelos, de las exigencias y tolerancias de las especies, y de las restricciones de uso y manejo, a efectos de la conservación de la capacidad productiva de las tierras, resultaron las categorías de aptitud detalladas a continuación.

- **CLASE A1: TIERRAS APTAS.** Presentan pendientes menores al 20%, suelos profundos a moderadamente profundos, bien drenados, no pedregosos. Sin limitaciones para la mecanización de las tareas de implantación y aprovechamiento.

**Uso y manejo:** Reforestación con todas las especies tradicionales, especialmente las exigentes en profundidad. La expectativa de crecimiento para *Pinus elliottii* y *P. taeda* es del orden de 22-30 y 28-40 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>año respectivamente; para *Eucalyptus grandis* de 40-50 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>año, mientras que para la araucaria oscila en los 22-26 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>año. En pendientes superiores al 8 % se deberán aplicar prácticas de prevención y control de erosión especialmente durante la etapa de implantación.

La clase A1 fue adjudicada a las siguientes unidades taxonómicas: Kanhapludultes ródicos, Kandiudultes típicos, Kandihumultes típicos, Kandiudultes ródicos, Hapludoxes ródicos, Kandiudalfes ródicos, Rodudalfes, Distrocryptes úmbricos, Kandiudalfes ródicos moderadamente profundos y Argiudoles típicos.

Merece destacarse que la evaluación de

aptitud se realizó en base a atributos naturales de las tierras, y por lo tanto no fue considerada la degradación que pudieran haber sufrido como consecuencia de usos o manejos inapropiados. De esta manera la aptitud adjudicada puede resultar, en ciertos casos, sobrestimada respecto a la real.

- **CLASE A2: TIERRAS MODERADAMENTE APTAS.** Similares a la clase A1, pero con limitaciones moderadamente severas que pueden reducir la expectativa de productividad. Se establecieron subclases por drenaje y profundidad.

**A2d: Tierras Moderadamente Aptas, Limitadas por Drenaje.** Presentan suelos bien drenados a algo excesivamente drenados, profundos, no pedregosos. Sus pendientes oscilan entre el 3 y el 8 %.

**Uso y manejo:** limitada a cultivos tolerantes a escasa disponibilidad de humedad, principalmente *Pinus elliottii* y *P. taeda*. La expectativa de crecimiento resulta similar a los citados en la Clase A1.

La subclase A2d fue adjudicada a la unidad taxonómica: Udipsamientos típicos.

**A2s: Tierras Moderadamente Aptas, Limitadas por Profundidad.** Presentan suelos con profundidad efectiva entre 50 y 100 cm, moderadamente drenados a bien drenados, con nula o moderada pedregosidad. Se presentan con pendientes menores al 15 %.

**Uso y manejo:** Especies poco exigentes en profundidad de suelo, como ser los pinos, *Pinus elliottii* y *P. taeda*, cuya expectativa de crecimiento en estas tierras es del orden de 20-25 y 25-30 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>año, respectivamente; mientras que en *Eucalyptus grandis* y *E. dunnii* puede esperarse 30 a 40 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>año. No se recomienda la implantación de *Araucaria angustifolia*. Las exigencias de manejo similares a la clase A1.

La subclase A2s fue adjudicada a las siguientes unidades taxonómicas: Rodudalfes moderadamente profundos, Kanhapludalfes ródicos y Eutrocryptes dístricos.

- **CLASE A3: TIERRAS MARGINALMENTE APTAS.** Presentan severas limi-

taciones por drenaje.

**A3d: Tierras Marginalmente Aptas, Limitadas por Drenaje.** Presentan suelos imperfectamente drenados, anegables, debido a un horizonte o capa de permeabilidad lenta o, en algunos casos, a una napa de agua fluctuante próxima a la superficie. Son poco profundos, entre 50 y 100 cm, y ocupan pendientes suaves próximas a los arroyos.

**Uso y manejo:** Son aptos para el desarrollo de especies que soportan condiciones de déficit temporario de oxígeno, como los pinos, particularmente el *Pinus elliottii*. Esta especie presenta crecimientos similares a los señalados en la clase A1.

No son aptos para el desarrollo de especies como araucaria, eucaliptos, kiri y paraíso. Debido a su drenaje imperfecto, estos suelos presentan un bajo valor portante, aspecto importante en la planificación de tareas mecanizadas. Es esperable que los crecimientos resulten en un 25-30 % inferiores a los presentados en la Clase A1.

La subclase A3d fue adjudicada a las siguientes unidades taxonómicas: Argiacuoles abrupticos, Argiacuoles típicos, Argiacuoles vérticos,

Albacualfes vérticos y Haplacueptes húmicos.

- **CLASE N: TIERRAS NO APTAS.** Presentan limitaciones que impiden el uso sostenible y/o niveles de productividad satisfactorios. Presentan pendientes mayores al 20 % y/o suelos con profundidad efectiva menor de 50 cm, generalmente de elevada pedregosidad.

La clase N se adjudicó a las siguientes unidades taxonómicas: Udortentes líticos, Udortentes típicos, Distocreptes líticos, Hapludoles énticos, Hapludoles líticos y Rodudalfes severamente erosionados.

Cabe mencionar la existencia de áreas con pendientes superiores al 20 % desprovistas de su cobertura natural, las cuales presentan diversos grados de degradación. A efectos de su restauración puede ser recomendable, en ciertos casos, la implantación de especies forestales, las cuales deberán ser manejadas bajo las normas correspondientes a bosques protectores.

#### Balance de superficie. Cartografía

En la Tabla 2 se presenta un balance de superficie según clase y subclase de aptitud, así como su participación en el total provincial.

**Tabla 2: Superficie por clase y subclase de aptitud (en has)**

Clase de Aptitud		Superficie por Subclase	Superficie por Clase	Superficie relativa %	Total
APTA (A1)			1.249.025	42,4	2.520.824
MODERADAMENTE APTA (A2)	A2s	381.101	382.796	13	
	A2d	1.695,2			
MARGINALMENTE APTA (A3)	A3d	84.262,1	84.262,1		
NO APTA (N)			804.741	27,3	
AREAS NATURALES PROTEGIDAS			14,4	424.914	
PROVINCIA DE MISIONES			100,0	2.945.738	

\*Obs. : s : limitadas por profundidad; d : limitadas por drenaje

La cartografía se resolvió en base a 12 unidades cartográficas en escala 1: 500.000, una de las cuales fue especialmente creada para representar a las Areas Naturales Protegidas (ANP). Debido a limitaciones de impresión el mapa es presentado en escala aproximada de 1: 1.000.000.

## CONCLUSIONES

La provincia de Misiones cuenta con 1.249.025 ha de tierras Aptas, o sea, potencialmente disponibles para la implantación de bosques sostenibles con fines comerciales.

Del total de la superficie evaluada como Moderadamente apta, 382.796 ha, el 99,55 % presenta limitaciones por profundidad efectiva, mientras que el 0,55 % por drenaje excesivo.

La totalidad de la superficie calificada como Marginalmente apta, 84.262 ha, corresponde a áreas que presentan limitaciones por drenaje impedido.

Por su lado, las tierras evaluadas como No aptas, ocupan una superficie de 804.741 ha.

La superficie restante, 424.914 ha, se encuentra cubierta por Areas Naturales Protegidas.

## BIBLIOGRAFIA

COMPAÑIA ARGENTINA DE RELEVAMIENTOS TOPOGRÁFICOS Y AEROFO-TOGRAMÉTRICOS (C.A.R.T.A.). 1964. Informe Edafológico y Cartográfico de la provincia de Misiones. INTA-Ministerio Asuntos Agrarios de Misiones. 106 p.

ETCHEVEHERE, P. 1976. Normas de reconocimiento de suelos. Publicación 152. Segunda edición. INTA. Castelar. 211p.

FAO. 1985. Evaluación de tierras con fines forestales. Boletín Montes 48. Roma. 106 p.

FERNÁNDEZ, R. A.; Marrone, N.; Bogado, E.; Barilari, V.; Piccolo, G.; Lopez Soto, J. Mendez, R. 1986. Levantamiento y evaluación edafológica y agroecológica de las tierras del departamento Apostoles. Provincia de Misiones. Ministerio de Ecol. Y Rec. Nat. Ren- Ministerio de Asuntos Agrarios-INTA. 89 p.

FERNÁNDEZ, R. A.; Rocha, H.O.; Hosokawa, R..T. 1988. Criterios Diagnósticos en Clasificación de Aptitud de Tierras para Araucaria angustifolia. Actas VI Congreso Forestal Argentino. Santiago del Estero. Tomo I: 117-118

FERNÁNDEZ, R. A. y Pahr, N. M. 1991. Relaciones entre el crecimiento del Pinus elliottii y tipos de suelos para la provincia de Misiones. Primera aproximación. Revista Yvyretá, Año 2 (2): 121-125 ,

FERNÁNDEZ, R. A., 1994. Araucaria : elección del material genético, sitio y densidad inicial. En Actas II Jornadas Tecnológicas para el Desarrollo Misionero en el Mercosur (UNAM-INTA-AMAYADAP).

FERNÁNDEZ, R. A.; Pahr, N. M.; Lupi, A. M. y Fassola, H. 1996. Evaluación del crecimiento de Eucalyptus grandis en diferentes condiciones de sitio del NE Argentino. En Actas (Disco compacto) XIII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del suelo. Aguas de Lindoia. San Pablo. Brasil.

GOLFARI, L. y Barrett, W.H. 1967. Comportamiento de las Coníferas en Puerto Piray, Misiones. IDIA, Suplemento Forestal 4:31-52.

INTA-CO.MI.P. 1986. Capacidad de Uso de las Tierras del Area de Influencia de Corpus. INTA. EEA Montecarlo. Misiones. 65 p.

INTA. 1990. Atlas de Suelos de la República Argentina. Castelar, Buenos Aires.

INTA-Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables. 1990. Relevamiento Eda-fológico y de Aptitud de Uso Ganadera, Forestal y Agrícola de las Tierras de la Alta Cuenca del Arroyo Uruguay-í. INTA-EEA Montecarlo, Montecarlo, Misiones. 93 p., 8 cartas.

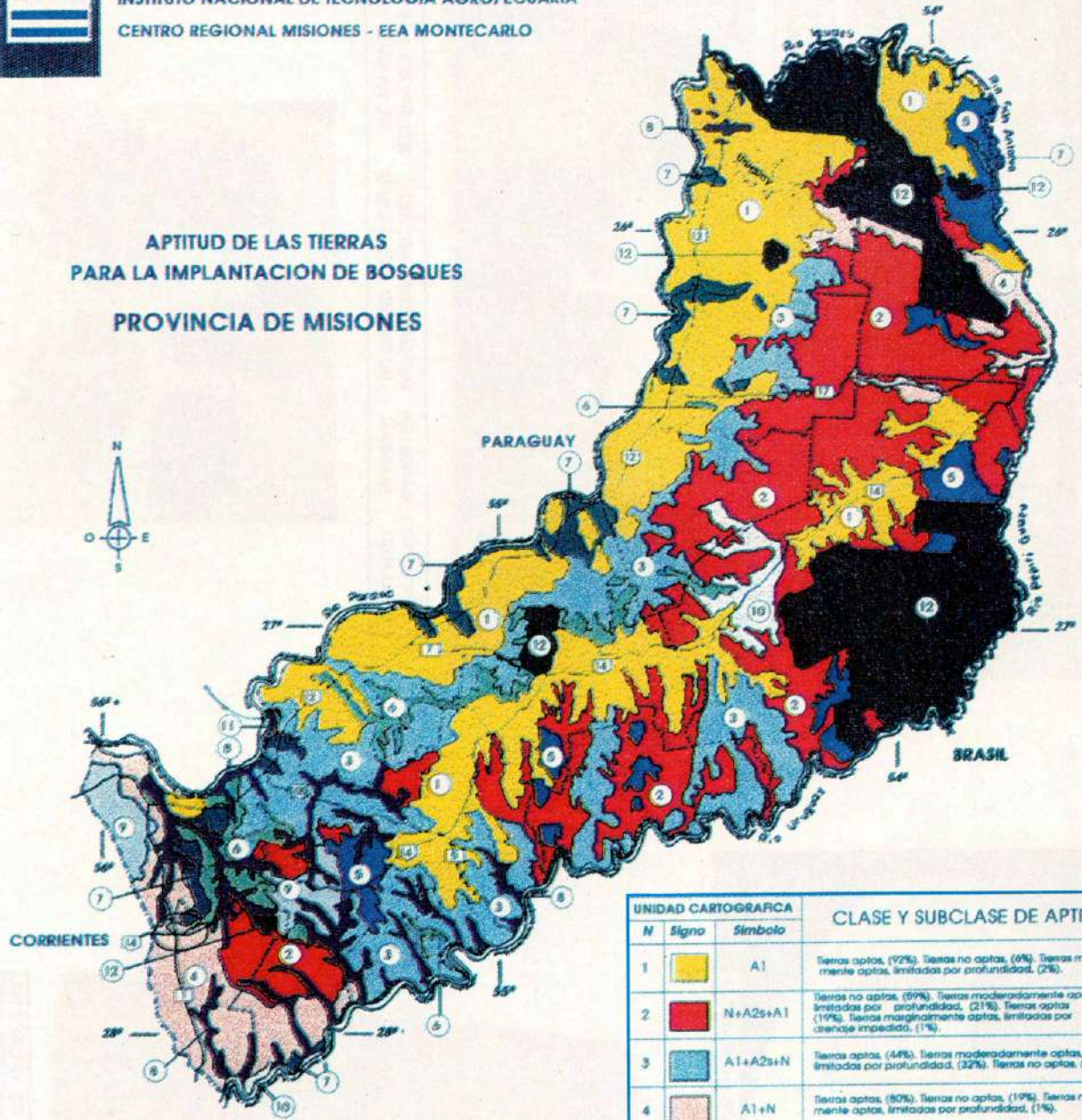
LASSERRE, S. R. 1968. Los suelos de Misiones y su Capacidad de Uso para Plantaciones de Coníferas. IDIA, Suplemento Forestal 5.

LASSERRE, S. R.; Vairetti, M. y De Lasserre



SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, PESCA Y ALIMENTACION - PROMSA  
 INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA  
 CENTRO REGIONAL MISIONES - EEA MONTECARLO

APTITUD DE LAS TIERRAS  
 PARA LA IMPLANTACION DE BOSQUES  
 PROVINCIA DE MISIONES



**SIGNOS CARTOGRAFICOS**

- (·)— Limite Internacional
- Limite Nacional
- Ruta Nacional
- Ruta Provincial



UNIDAD CARTOGRAFICA			CLASE Y SUBCLASE DE APTITUD
N	Signo	Simbolo	
1		A1	Tierras aptas, (92%). Tierras no aptas, (6%). Tierras moderadamente aptas, limitadas por profundidad, (2%).
2		N+A2s+A1	Tierras no aptas, (59%). Tierras moderadamente aptas, limitadas por profundidad, (21%). Tierras aptas, (19%). Tierras marginalmente aptas, limitadas por drenaje impedido, (1%).
3		A1+A2s+N	Tierras aptas, (44%). Tierras moderadamente aptas, limitadas por profundidad, (32%). Tierras no aptas, (24%).
4		A1+N	Tierras aptas, (80%). Tierras no aptas, (19%). Tierras moderadamente aptas, limitadas por profundidad, (1%).
5		A1+A2s	Tierras aptas, (70%). Tierras moderadamente aptas, limitadas por profundidad, (16%). Tierras no aptas, (14%).
6		N	Tierras no aptas, (100%).
7		N+A2s	Tierras no aptas, (70%). Tierras moderadamente aptas, limitadas por profundidad, (28%). Tierras aptas, (5%).
8		A3d	Tierras marginalmente aptas, limitadas por drenaje impedido (59%). Tierras no aptas, (11%).
9		A1+N	Tierras aptas, (60%). Tierras no aptas, (17%). Tierras marginalmente aptas, limitadas por drenaje impedido, (14%). Tierras moderadamente aptas, limitadas por profundidad, (9%).
10		A2s+A1	Tierras moderadamente aptas, limitadas por profundidad (80%). Tierras aptas, (20%).
11		A2d+A1	Tierras moderadamente aptas, limitadas por drenaje excesivo, (70%). Tierras aptas, (20%). Tierras no aptas, (10%).
12		A.N.P.	AREAS NATURALES PROTEGIDAS * Las A.N.P. cuya superficie es menor de 1.000 ha. no se representan cartográficamente.



BROTE DE BAMBU TROZOS DE BAMBU FIDEOS DE BAMBU LAMINAS DE BAMBU RAVIOLES DE BAMBU



ANTIPASTO DE BAMBU BAMBÚ EN MERMELADA DE BAMBU ALMIBAR DE BAMBU ADEREZO DE BAMBU RECEPTACULOS DE BAMBU



TROZOS DE YACARATIA CONFITADO Y MELAZA DE FIBRAS DE MADERA



RECEPTACULOS CONFITADOS DE BAMBU

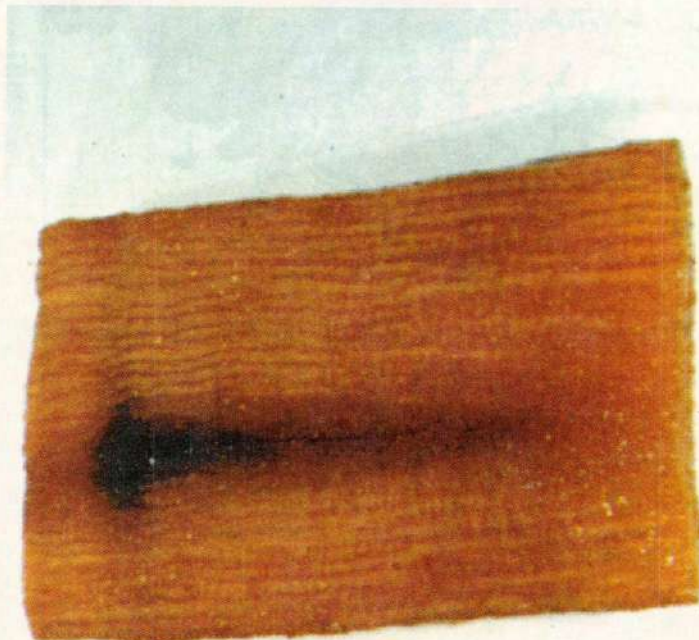


TABLA DE MADERA CONFITADA DE YACARATIA

# IMPACTO DE LA EXPLOTACION MADERERA SOBRE LA RIQUEZA Y DIVERSIDAD FLORISTICA DE LA RESERVA FORESTAL DE USO MÚLTIPLE GUARANÍ, MISIONES, ARGENTINA.

## HARVESTING IMPACT OVER SPECIES COMPOSITION AND DIVERSITY OF MISIONES FOREST

Oscar Arturo Gauto<sup>1</sup>  
Afonso Figueiredo Filho<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Docente Facultad de Ciencias Forestales - Universidad Nacional de Misiones

<sup>2</sup> Ph. D. Profesor Universidade Federal Do Parna  - Brasil

### SUMMARY

The impact of commercial logging over the natural forest was studied with data of a 4 ha. permanent plot located in the "Reserva Forestal de Uso Múltiple Guaraní" property of Universidad Nacional de Misiones. The plot was established in 1993 and were identified the species with DBH  $\geq$  10 cm, measured in DBH and commercial height. After measurement 1993, a commercial logging operation was applied to the plot. The specific diversity was analyzed by mean diversity index of Shannon Weaver and Simpson before and after of commercial logging. Also was analyzed, the floristic composition before and after the commercial logging. The analysis of floristic composition and diversity index showed that commercial logging slightly affected the floristic diversity of the tree with DBH  $\geq$  10 cm. The commercial logging had affected strongly the forest diametric distribution curve, that goes down along the diametric scale.

**Key words:** Natural forest, floristic diversity, commercial logging impact.

### RESUMEN

El impacto de la explotación forestal sobre la masa remanente del bosque nativo fue estudiado con datos de una parcela permanente de 4 has. ubicado en la Reserva Forestal de Uso Múltiple Guaraní, de propiedad de la Universidad Nacional de Misiones. La parcela fue establecida en el año 1993, y fueron identificadas las especies arbóreas con DAP  $\geq$  10cm, medidos sus DAP y alturas comerciales. Luego de la medición del año 1993, la parcela, fue sometida a una explotación de las especies de interés comercial. La diversidad específica fue analizada a través de los índices de diversidad de Shannon Weaver y de Simpson antes y después de la explotación. También fue analizada la composición florística antes y después de la explotación. El análisis de la composición florística y los índices de diversidad, determinaron que la explotación forestal afectó levemente la diversidad florística de los individuos arbóreos con DAP  $\geq$  10 cm. La explotación forestal tiene un efecto marcado sobre la curva de distribución diamétrica del monte, la cual descende a lo largo de la escala diamétrica.

**Palabras clave:** Bosque nativo, Diversidad florística, Impacto de la explotación comercial.

### INTRODUCCION

De la superficie cubierta por bosque nativo en la Provincia de Misiones-Argentina, unas 200.000 ha corresponde a áreas naturales protegidas bajo distintas modalidades, a los cuales debe agregarse una cifra que ronda las 223.000 ha que integran el área de la Reserva de Biosfera Yabotí. Aproximadamente 600.000 ha se encuentran bajo el régimen de Ordenación Forestal (Ley Provincial 854).

Delgado (1995) citando a Poore y Sayer (1987), dice que el rango total de procesos ecológicos y la diversidad puede ser mantenida si grandes áreas no disturbadas son establecidas en perpetuidad para su conservación. Sin embargo, áreas totalmente protegidas nunca pueden ser lo suficientemente extensas para asegurar la conservación de todos los procesos ecológicos y todas las especies.

Los recursos biológicos son degradados y perdidos a través de actividades tales como: eliminación y quema de bosques a gran escala, sobreexplotación de recursos forestales, vegetales (no forestales), y faunísticos, indiscriminado uso de pesticidas, prácticas de caza y pesca destructivas, contaminación atmosférica, Mc Neely *et al.*, (1990)

Según los mismos autores la acción de conservación de la biodiversidad debe basarse en información segura. El desarrollo y uso de la información es por lo tanto una parte de la conservación a todos los niveles, desde comunidades locales a comunidades globales. Entre una de las informaciones necesarias está el monitoreo de los cambios en la biodiversidad y funcionamiento de los ecosistemas para detectar los efectos de la acción antrópica, tales como cambios del clima, deforestación y las variadas formas de polución.

Los bosques naturales productivos juegan un rol importante en la conservación de estos recursos, dado que al mismo tiempo de producir bienes tales como la madera, conservan gran parte de su diversidad original. De ahí que resulte de gran interés el conocimiento de los efectos de las actividades de explotación sobre la masa de bosque remanente, y particularmente sobre la diversidad de especies.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el impacto de la explotación convencional del recurso maderero de la selva misionera, sobre la composición y diversidad florística de árboles con diámetro mayor o igual a 10 cm. Adicionalmente se estudió el impacto de la explotación sobre la estructura diamétrica de árboles con DAP superior o igual a 10 cm.

Los bosques húmedos tropicales son uno de los ecosistemas más complejos de la tierra, caracterizándose por un ciclo casi cerrado de nutrientes, que involucran una serie compleja de mecanismos de retroalimentación directos e indirectos entre el suelo y la vegetación, en los cuales las pérdidas del sistema equivalen a las entradas, cuando se habla de bosques maduros no perturbados.

La provincia de Misiones a pesar de tener alrededor del 1% del suelo continental argentino alberga más del 40% de la diversidad biológica del país, (Revista Vida Silvestre Argentina), lo cual da una idea clara de la importancia del recurso en esta Provincia.

Dentro de un bosque la ocurrencia de individuos está determinado por la presencia de árboles padres, mecanismos de dispersión, comportamiento de la floración y por la existencia de claros o fenómenos que crean un sitio adecuado para la sobrevivencia y desarrollo de los vegetales (Brujinzeel, 1990, y Kartawinata, 1978, citado por Delgado, 1995).

De acuerdo con el mismo autor, los bosques húmedos tropicales presentan las comunidades de plantas más ricas del mundo. Cuando solamente son

considerados árboles, muestras de 1 ha de bosque pueden tener hasta unas 300 especies con diámetro a la altura del pecho mayor o igual a 10 cm para el Amazonas (Gentry, 1988, citado por Delgado 1995), 227 en Malasia y 223 en Borneo (Whitmore, 1975; Proctor et al, 1983; citados por Gentry y Dodson, 1987, y citados por Delgado 1995). Otros bosques tropicales en diferentes continentes tienen menores cantidades de especies arbóreas (entre 50 a 100 especies /ha) (Gentry y Dodson, 1987, citados por Delgado 1995).

Lopez *et al.*, (1996) en un estudio sobre la composición florística de la Reserva de Uso Múltiple Guaraní, en Misiones, encontró 89 especies con DAP mayores o iguales a 10 cm, los que pertenecían a 30 familias botánicas diferentes, siendo las más representadas las Leguminosas con 56.7%, luego las Lauráceas con 20%, Euforbiáceas, Rutáceas y Mirtáceas con 16.7%, Sapindáceas, Borragináceas y Meliáceas con 13.3%. La densidad promedio en término de número de árboles es de 315 árboles por hectárea, con valores extremos de 186 y 417 árboles por hectárea.

De acuerdo con el INVENTÁRIO FLORESTAL DA REGIÃO DE INFLUENCIA DE ITAIPÚ desarrollado por el Centro de Pesquisas Florestais da Universidade Federal Do Paraná Brasil, se encontró un total de 133 especies de árboles con DAP mayor o igual a 10 cm en un área de estudio de 100 ha

De acuerdo con Greig-Smith (1983), citado por Delgado (1995), no existe acuerdo para dar una definición precisa de diversidad, pero sí se considera que dos elementos deben ser tenidos en cuenta: \*riqueza de especies en la comunidad, y \*equitabilidad, o contribución de las diferentes especies en la comunidad.

También existe alguna controversia sobre como medir la diversidad, algunos autores afirman que la mejor medida de diversidad es simplemente aportar datos del número de especies o riqueza de especies en comunidades o muestras de comunidades (Greig-Smith, 1964). También Lamprecht (1964) propone utilizar como indicador de diversidad el llamado cociente de mezcla, el cual resulta de dividir el número de individuos por el número de especies que existentes en un área determinada.

Hoy día, existen un gran número de índices de diversidad, los cuales consideran no solamente el número de especies, sino también la abundancia de las mismas, utilizando cantidades relativas o proporcionales para relacionar la contribución de cada especie a la comunidad (Mateucci y Colma, 1982).

Uno de los índices más utilizados es el índice de Simpson, que varía de 0 a 1. Otro índice ampliamente usado es el índice de Shannon Weaver el cual constituye una medida del grado de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo elegido al azar de un conjunto de especies. Simpson (1949) citado por Ludwig y Reynolds y citado por Delgado (1995); y Mateucci y Colma (1982).

Uno de los efectos de la explotación selectiva es la reducción de las existencias, debido a la extracción misma y a los daños causados a la vegetación remanente. Un considerable número de árboles pequeños son aplastados cuando se derriba o se arrastra un árbol e individuos de mayor tamaño son colisionados y dañados. Los árboles pequeños son más vulnerables que los árboles grandes. Así en un estudio de aprovechamiento realizado en Surinam, se observan hasta un 100% de mortalidad de árboles en claros y en caminos de arrastre y múltiples daños a árboles cercanos a éstos (Jonkers, 1987 citado por Delgado, 1995)

Finegan (1992) estima que una explotación selectiva representa en términos de apertura de claros en el bosque una perturbación 10-20 veces más extensa que una perturbación natural en un año determinado.

### Hipótesis

La hipótesis planteada para el presente trabajo fue que la explotación maderera impacta negativamente sobre la existencia arbórea remanente produciendo una mortalidad adicional por esta causa y disminuyendo la diversidad específica.

### MATERIAL Y METODOS

El estudio se llevó adelante en la "RESERVA FORESTAL DE USO MULTIPLE GUARANI", propiedad de la Universidad Nacional de Misiones. La Reserva comprende una superficie total de 5.300 has. cubiertas en su totalidad de bosque nativo. Se encuentra ubicada en el Departamento Guaraní, siendo sus coordenadas geográficas son 25° 56' latitud sur y

54° 15' longitud oeste.

El bosque es caracterizado como subtropical húmedo, dentro de la provincia fitogeográfica Paranaense, representando la zona más austral de la selva pluvial amazónica. El clima es de tipo lluvioso con precipitaciones que van de 1700 a 2400 mm al año distribuidas uniformemente en todos los meses, con temperatura media de 21°C, máxima absoluta de 39°C en verano y mínima de -6°C en invierno (Boletín mensual agrometeorológico, 1994).

En el año 1993 fue establecido una parcela de 4 ha, donde fueron identificadas las especies, medidos su DAP, altura total y de fuste y ubicación dentro de las parcelas de todos los individuos con DAP mayor o igual a 10 cm. Posteriormente la parcela fue sometida a una explotación de tipo convencional. Luego, se relevaron todos los árboles dañados o muertos por efecto de la explotación (ya sea por aplastamiento o por arrastre de troncos), mapeándose la ubicación dentro de la parcela de estos árboles dañados, volviéndose a realizar un nuevo relevamiento total de la parcela en el año 1995 (septiembre-agosto).

Los resultados de composición y riqueza florística se expresan en términos de número de familias, número de especies y número de individuos por especies presentes en las dos oportunidades (1993 y 1995).

Para comparar la diversidad florística se trabajó con los índices de Simpson y Shannon Weaver cuyas expresiones son:

$$\text{Shannon: } H = -S (n_i/n * \ln n_i/n)$$

$$\text{Simpson: } a = S n_i (n_i - 1)/n (n - 1)$$

donde:

$n_i$  = número de individuos de la  $i$ -ésima especie

$n$  = número total de individuos en la población

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se puede observar en el cuadro 1, como resultado de la explotación y en término de número de árboles para las 4 ha descendió de 1073 registrados en la primera oportunidad, a 844 registrado en la segunda oportunidad, lo cual implicó un descenso en área basal de 93.6 m<sup>2</sup> a 64.40 m<sup>2</sup>.

**Cuadro 1: Valores de las existencias en la primera y segunda oportunidad de inventario.**

	1993	Cortados	Dañados	Muertos	Ingresados	1.995
Nº	1073	70	164	41	46	844
AB (m <sup>3</sup> )	93.64	23.61	6.05	3.22	4.13	64.89
VOL (m <sup>3</sup> )	630.99	171.48	41.41	17.43	24.46	425.13

En cuanto a las especies presentes en ambas ocasiones fueron registradas 74 en la primera oportunidad y 72 en la segunda oportunidad arrojando un balance neto de dos especies perdidas. Las especies que desaparecieron son *Fagara rohifolia*, *Calliandra*

*foliolosa*, y *Vitex megapotamica*, y una en estudio: "blanquillo". Todas estas especies participan con un solo individuo en el momento de la primera medición. En tanto que las especies que se incorporaron como producto del ingreso son *Didimopanax morototoni* (1 individuo) y *Jacaranda micrantha* (2 individuos).

**Cuadro 2: Relación de las familias en orden de importancia para la primera y segunda medición de acuerdo al número de especies (NE) contenidas y al número de individuos (NI) contenidos.**

FAMILIAS	NE93	NI93	NE95	NI95
Leguminosas	15	258	14	200
Lauráceas	4	204	4	154
Rutáceas	4	95	3	72
Sapindáceas	4	76	4	62
Meliáceas	4	68	4	52
Euforbiáceas	5	53	4	47
Sapotáceas	2	40	2	34
Borragináceas	3	25	3	23
Mirtáceas	4	23	4	21
Flacourtiáceas	2	19	2	16
Styracáceas	1	19	1	16
En estudio	1	23	1	15
Tiliáceas	1	18	1	15
Anonáceas	1	17	1	14
En estudio	1	22	1	12
Simarubáceas	1	11	1	10
Araliáceas	1	7	2	9
En estudio	1	16	1	8
En estudio	1	10	1	8
Rosáceas	1	9	1	8
Malváceas	1	8	1	7
Aquifoliáceas	1	6	1	6
Mirsináceas	2	10	2	5
Solanáceas	1	8	1	5
Aposináceas	1	5	1	4
Ulmáceas	1	5	1	4
Loganáceas	1	4	1	4
En estudio	1	3	1	4
Poligonáceas	1	4	1	2
Bombacáceas	1	1	1	1
Caricáceas	1	1	1	1
Moráceas	1	1	1	1
Phitolacáceas	1	1	1	1
En estudio	1	1	1	1
En estudio	1	1	1	1
Bignoniáceas	0	0	1	1
Verbenáceas	1	1	0	0
	74	1073	72	844

Respecto al número de familias fueron identificadas 29 familias en las dos ocasiones con balance neto de cero. No obstante ello, una familia que participaba con una sola especie y un solo individuo en la primera medición, *Verbenáceas*, desapareció al desaparecer el individuo que lo representaba; en tanto se incorporó una familia con una sola especie y un solo individuo: *Bignoniáceas*.

En el cuadro 2 se presentan los valores de familias número de especies por familias y número de individuos por especie.

En las dos oportunidades la familia de las *Leguminosas* fue la más representada en términos de número de especies e individuos.

En el cuadro 3 y en el gráfico 1 se puede apreciar el peso de las 7 principales familias en cuanto al número de especies y número de individuos que contienen. En ese aspecto la más importante es la familia *Leguminosa* que posee el mayor número de

especies y el mayor número de individuos para las dos ocasiones. En tanto que la familia *Euforbiáceas* que aparece posicionado en segundo lugar en cuanto al número de especies que contiene, se ubicó en el sexto cuando se considera número de individuos.

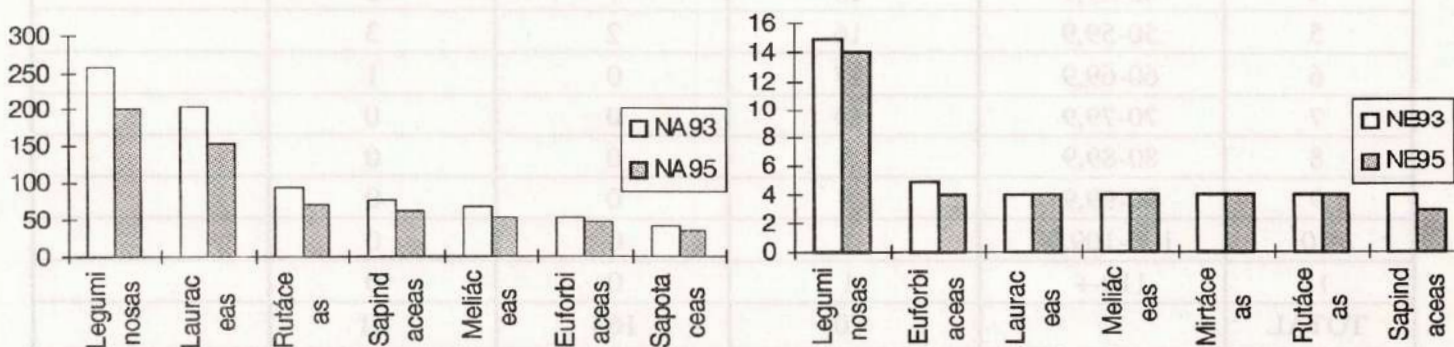
En la primera oportunidad las leguminosas aparecen con 15 especies y 258 individuos, las *Euforbiáceas* se presentan en segundo lugar en cuanto a su cantidad de especies, pero en lo que respecta a número de individuos esta familia es superada por las *Lauráceas*.

En cuanto a la importancia de las familias respecto de las especies contenidas, se observa el cambio de *Rutáceas* que asciende al sexto lugar en la segunda ocasión y las *Sapindáceas* que desciende al séptimo. La importancia respecto al número de individuos en las siete principales familias consideradas no se presentó ningún cambio de posicionamiento.

**Cuadro 3: Relación de las 7 familias más importantes en la primera y segunda medición de acuerdo al número de especies (NE) y número de individuos(NI).**

FAMILIAS	NE93	FAMILIAS	NE95
Leguminosas	15	Leguminosas	14
Euforbiaceas	5	Euforbiaceas	4
Lauraceas	4	Lauraceas	4
Meliáceas	4	Meliáceas	4
Mirtáceas	4	Mirtáceas	4
Rutáceas	4	Sapindaceas	4
Sapindaceas	4	Rutáceas	3
FAMILIAS	NI93	FAMILIAS	NI95
Leguminosas	258	Leguminosas	200
Lauraceas	204	Lauraceas	154
Rutáceas	95	Rutáceas	72
Sapindáceas	76	Sapindáceas	62
Meliáceas	68	Meliáceas	52
Euforbiáceas	53	Euforbiáceas	47
Sapotáceas	40	Sapotáceas	34

**Gráfico 1. Comparación para las 2 oportunidades de las familias más importantes en número de especies (NE) y número de individuos (NA)**



Por otro lado considerando las mismas siete especies de importancia se observa que una disminución del 22,7% de los individuos provoca la eliminación del 7,5% de las especies presentes.

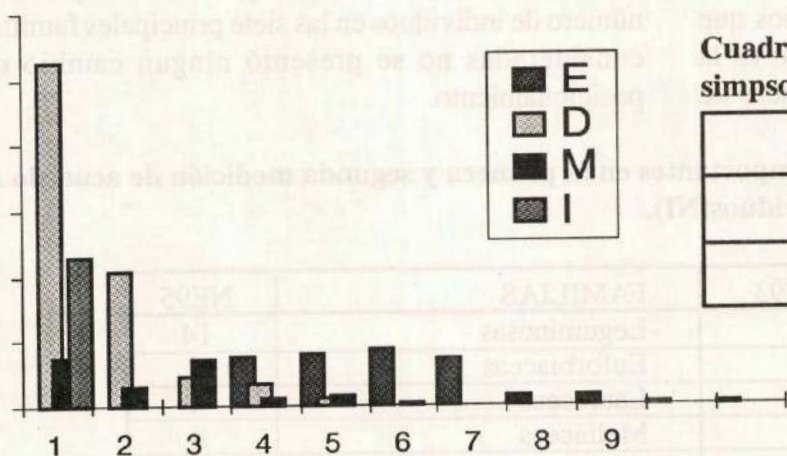
En el cuadro 4 se dan los valores de los índices de Simpson y de Shannon calculados para las dos oportunidades de relevamiento del monte. Tal como se puede apreciar el índice de Simpson aumenta de 0.037 a 0.038, de la primera a la segunda ocasión, lo cual indica una leve disminución de la diversidad.

Este resultado es confirmado por el índice

de Shannon que disminuye también levemente de 3.69 a 3.66, indicando un cambio de la diversidad en el mismo sentido.

Con la finalidad de visualizar el efecto de la explotación comercial sobre la masa remanente se agruparon los datos por clase de diámetro con rango de 10 cms. y a partir de los 10 cms. de DAP. Se distinguió número de individuos explotados comercialmente, dañados por efecto de la explotación, muertos e ingresados en el período de crecimiento. En el gráfico 2 y cuadro 5 se dan dichos valores.

**Gráfico 2: Árboles explotados (E), dañados (D), muertos (M), ingresados (I).**



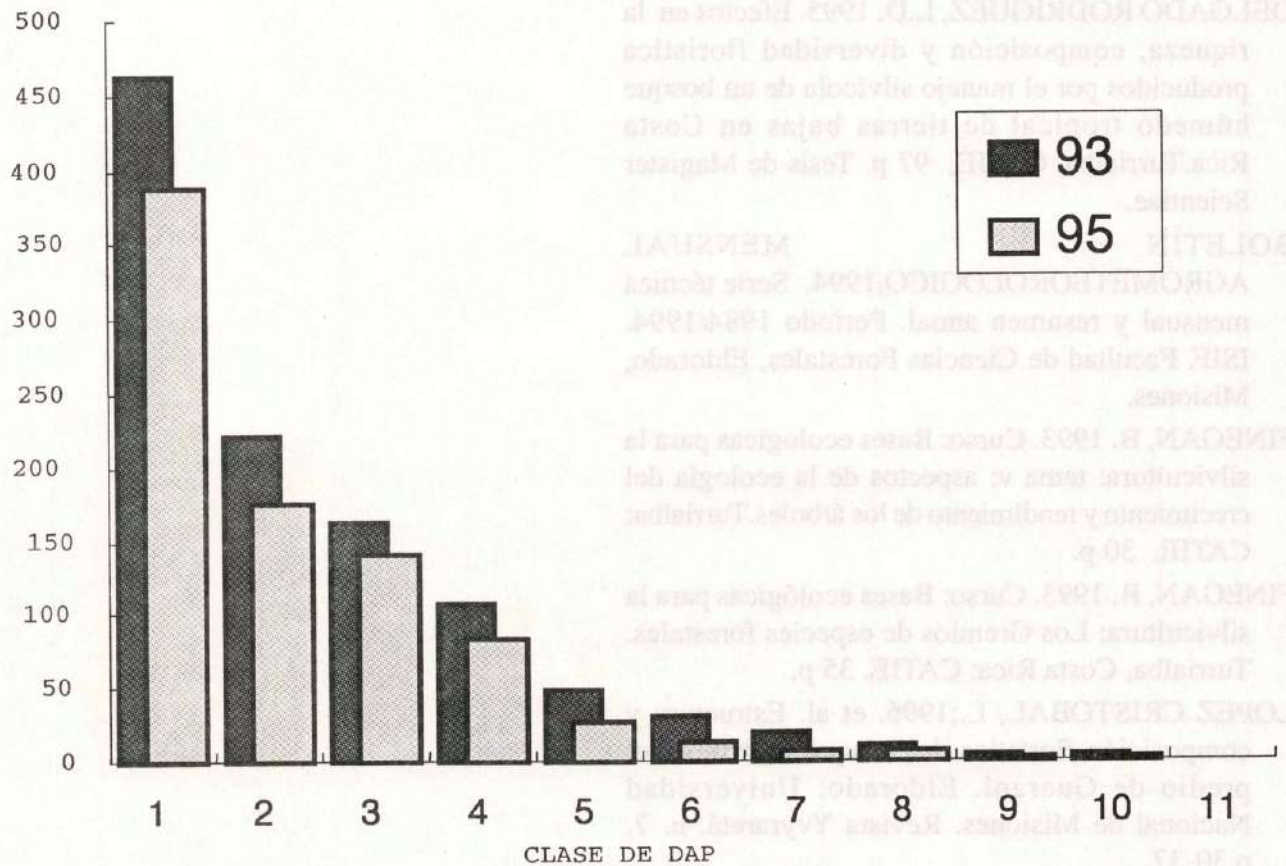
**Cuadro 4: Índices de diversidad de Shannon y de Simpson para la primera y segunda medición.**

	Shannon	Simpson
1993	3.69	0.037
1995	3.67	0.038

**Cuadro 5: Árboles explotados, dañados, muertos e ingresados por clase de DAP**

CLASE DAP	RANGO (cm)	Explotados	Dañados (D)	Muertos (M)	Ingresados (I)
1	10-19,9	0	105	15	46
2	20-29,9	0	41	6	
3	30-39,9	0	9	14	
4	40-49,9	15	7	2	
5	50-59,9	16	2	3	
6	60-69,9	17	0	1	
7	70-79,9	14	0	0	
8	80-89,9	3	0	0	
9	90-99,9	3	0	0	
10	100-109,9	1	0	0	
11	110+	1	0	0	
TOTAL		70	164	41	

**Gráfico 3. Situación de las existencias en los dos inventarios en termino de estructura diamétrica**



Los individuos aprovechados, 70 individuos, abarcan desde la clase número 4 (de 40 a 50 cm de DAP) hacia arriba. En tanto que los árboles que fueron muertos por el efecto de la explotación, 164 árboles, abarcan desde la clase 1 (con más del 50 % de los individuos) disminuyendo en las clases sucesivas, hasta la clase número 4, a partir de la cual no se observan árboles muertos por efecto del aprovechamiento. Los árboles muertos naturalmente, 41 individuos, tienen un comportamiento más errático presentándose desde la clase número 1 hasta la clase 6. Esta situación más el ingreso de árboles a la primera clase diamétrica, 46 árboles, dan por resultado un descenso generalizado y casi uniforme de la curva de distribución diamétrica tal como puede apreciarse en el gráfico 3.

### CONCLUSIONES

Si bien la explotación forestal convencional produce disminuciones en el número de especies y en la diversidad de la masa remanente de diámetro mayor

o igual a 10 cm, los mismos son leves. Es necesario aguardar sucesivas mediciones a fin de observar la evolución de la diversidad por la aparición posible de nuevas especies inducidas por el cambio en las condiciones de apertura del dosel.

La explotación forestal produce un impacto importante en las clases diamétricas inferiores de la masa remanente por aplastamiento y debido al arrastre de los troncos, resultando con una sensible disminución de la posición de la curva de distribución diamétrica.

### AGRADECIMIENTOS

A los ingenieros Domingo C. Maiocco, Luis Grance y a los señores Federico Robledo y Oscar Vebra de la Reserva Forestal de Uso Múltiple Guaraní, quienes participan en el levantamiento de datos de la parcela permanente.

## BIBLIOGRAFÍA

DELGADO RODRIGUEZ, L.D. 1995. Efectos en la riqueza, composición y diversidad florística producidos por el manejo silvícola de un bosque húmedo tropical de tierras bajas en Costa Rica. Turrialba, CATIE, 97 p. Tesis de Magister Scientiae.

BOLETÍN MENSUAL AGROMETEOROLOGICO. 1994. Serie técnica mensual y resumen anual. Período 1984/1994. ISIF. Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado, Misiones.

FINEGAN, B. 1993. Curso: Bases ecológicas para la silvicultura: tema v: aspectos de la ecología del crecimiento y rendimiento de los árboles. Turrialba: CATIE. 30 p.

FINEGAN, B. 1993. Curso: Bases ecológicas para la silvicultura: Los Gremios de especies forestales. Turrialba, Costa Rica: CATIE. 35 p.

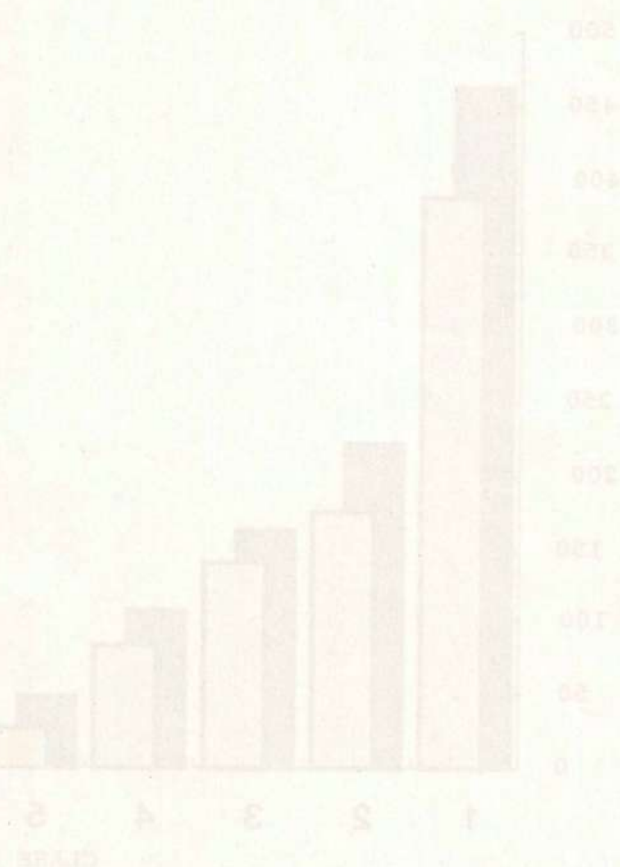
LOPEZ CRISTOBAL, L.; 1996. et al. Estructura y composición florística del bosque nativo, en el predio de Guaraní. Eldorado: Universidad Nacional de Misiones. Revista Yvyrareta. n. 7, p.30-37.

LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. GTZ. Eschborn, Alemania. 311p

MC NEELY, J. 1998. Economics and Biological Diversity. UICN. Gland Suiza.

MATEUCCI, S.D.; COLMA, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Washington: OEA. Serie biológica n. 23, 163 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Setor de Ciências Agrárias. 1978. Inventário florestal da região de influência da represa de Itaipu. Curitiba. 177 p.



Las medidas que se tomaron en el estudio fueron el diámetro del tronco a una altura de 1,30 m (DAP) y el número de individuos por hectárea en cada clase de diámetro. El análisis de la estructura del bosque se realizó a través de la construcción de curvas de distribución de diámetros. Estas curvas se obtienen a partir de la suma de los individuos de cada clase de diámetro, multiplicada por el número de individuos por hectárea en esa clase. El resultado es una curva que muestra el número de individuos por hectárea en cada clase de diámetro. Esta curva se utiliza para determinar la estructura del bosque y para comparar la estructura del bosque con la estructura del bosque de referencia.

CONCLUSIONES  
El estudio de la estructura del bosque es fundamental para el manejo silvícola. Este estudio permitió determinar la estructura del bosque y comparar la estructura del bosque con la estructura del bosque de referencia. Los resultados de este estudio pueden ser utilizados para el manejo silvícola del bosque.

# CARACTERIZACION PARCIAL DE UNA PROTEINASA PRESENTE EN LOS FRUTOS DE

*Jacaratia dodecaphylla* (Vell.)

## PARTIAL CHARACTERIZATION OF PROTEINASE PRESENT IN THE FRUIT OF

*Jacaratia dodecaphylla* (Vell.)

Teresa Argüelles y Andrés<sup>1</sup>

Graciela Fernández<sup>2</sup>

1. LInQuiF. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Calle Bertoní 124, (3382) Eldorado, Misiones.

2. Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Nacional de Luján. Rutas 5 y 7, (6700) Pcia. de Buenos Aires.

### SUMMARY

A proteolytic enzyme has been isolated from the pulp of fruits of *Jacaratia dodecaphylla*. Maximum protease activity was found at 52°C and at pH 7.5. The enzyme, like many previously studied proteases from plant sources, has a cysteinyl active center, as suggested by the inhibition of its activity by E-64 and PMSF. Divalent cations like Mn<sup>++</sup> and Mg<sup>++</sup> stabilize the enzyme activity, while Ni<sup>++</sup> and Cu<sup>++</sup> are inhibitors.

**Key words:** Proteolytic activity, fruits, *Jacaratia dodecaphylla*

### RESUMEN

De la pulpa de frutos de *Jacaratia dodecaphylla* se ha aislado un enzima que muestra su máxima actividad proteolítica a una temperatura de 52°C, y a un pH de 7.5. El enzima, al igual que muchas proteinasas de origen vegetal, tiene un aminoácido cisteína en su centro activo, ya que su actividad es inhibida por el E-64 y el PMSF. Cationes divalentes como el Mg<sup>++</sup> y Mn<sup>++</sup> estabilizan su actividad, mientras que el Ni<sup>++</sup> y el Cu<sup>++</sup> la inhiben.

**Palabras clave:** Actividad proteolítica, frutos, *Jacaratia dodecaphylla*

### INTRODUCCION

Desde hace cientos de años las plantas nos han suministrado productos que han sido utilizados en medicina, como alimentos, en cosmética (Chiej R., 1982). Es cierto que en la actualidad algunos productos sintéticos o semi sintéticos están reemplazando a los naturales, pero el reino vegetal aún nos provee de una gran cantidad de productos químicos, que se cosechan en los ecosistemas naturales o en los campos donde crecen las variedades "domesticadas" por el hombre.

En estos ecosistemas existen múltiples adaptaciones muy sutiles, entre las que se descubren mecanismos químicos para asegurar la supervivencia. La evidencia preliminar indica que la producción de proteinasas puede ser muy importante en algunas especies.

Los roles que las enzimas proteolíticas cumplen en los organismos vivos de los que tenemos conocimiento en la actualidad son múltiples:

Inhibidores y activadores de procesos (infectividad viral), inmunosupresores, reguladores por proteólisis limitada, etc., estas proteínas constituyen hoy en día uno de los modelos más utilizados para la aplicación de metodologías de manipulación y transformaciones genéticas y de ingeniería de proteínas (Avilés F.X., Guasch A. & Vendrell J., 1994).

El descubrimiento de nuevos enzimas proteolíticos y de los mecanismos donde intervienen sería de sumo interés para las biociencias en general y centraría el interés en la selva Alto Paranaense. Además de brindar nuevos conocimientos, una posible explotación industrial ayudaría a promover el desarrollo sustentable del ecosistema selva misionera.

El *Jacaratia dodecaphylla* (Vell.) es un árbol latescente y espinoso que puede alcanzar los 15 m de altura con un diámetro de 80 cm en el tronco, frecuente en el Parque Nacional Iguazú, donde se le puede encontrar con esas dimensiones. Es indígena del Brasil Paraguay y Nordeste argentino, extendiéndose hasta Santo Tomé en Corrientes ( Santos Biloni J., 1990; Schultes R.E. & Raffauf R.F., 1990).

Este árbol posee una característica interesante. Debajo de su corteza se encuentra una pulpa blanda y comestible, que es fácil de obtener, porque el árbol, a pesar de su aparente robustez, no posee solidez, y es fácil derribarlo cuando se corta la corteza (Santos Biloni J., 1990). Sus frutos son bayas, muy cáusticas, que se pueden comer si primero se la tuesta, o cuando están muy, muy maduras.

Para averiguar el origen de la causticidad del

fruto y teniendo en cuenta la similitud que presenta el fruto y las semillas con el de la papaya (*Carica papaya*), se ensayó la actividad proteolítica en los tejidos del fruto, y hojas adultas.

## MATERIALES Y METODOS

Durante los meses de febrero y marzo de 1997 se recogió material de árboles de *Jacaratia* ubicados en el arboretum de la Facultad de Ciencias Forestales, de la Universidad Nacional de Misiones, en Eldorado, Misiones.

Se recogieron bayas verdes y en distintos estados de maduración. Los estados de maduración del fruto se clasificaron en tres rangos:

Estadio 1: fruto de carne firme, de color amarillo - naranja, con algunas zonas verdosas.

Estadio 2: fruto de consistencia firme, con color uniformemente amarillo - naranja fuerte.

Estadio 3: exo y mesocarpio desintegramos, de un color naranja muy fuerte.

Se recogieron hojas jóvenes que habían alcanzado tamaño adulto.

Inmediatamente de recogido, el material fue lavado, secado en superficie, procediéndose a la determinación del contenido en proteína total mediante el método de Bradford (1976). Para la determinación de actividad proteolítica los tejidos fueron conservados en forma de polvo acetónico (Fernández G. y Lorenzo E. 1996). Cuando el tejido estuvo finamente dividido, se eliminó la acetona mediante succión suave.

Se estudió la actividad proteolítica de las distintas fracciones mediante su acción sobre caseína tipo Hammarsten (Sigma). La solución de caseína se utilizó recién preparada (López L.M.I., 1995).

Doscientos cincuenta miligramos de polvo acetónico se extrajeron durante tres horas a 4°C (5). El extracto crudo se filtró a través de tela, se centrifugó y el sobrenadante se utilizó recién preparado como "extracto de enzima".

La caracterización del enzima fue efectuada mediante el método de Kunitz (1977). La temperatura de reacción fue de 37°C en baño termostático, y la reacción fue detenida después de un tiempo de incubación de 20 minutos.

Se midió la absorbancia del sobrenadante en espectrofotómetro Camspec (U.K.) a 280 nm, después de haber diluido la muestra 2/10 en tampón fosfato, en todos los casos (Beynon R.J. & Bond J.S., 1989).

Para la determinación del pH óptimo de actividad se hizo variar el pH del tampón fosfato 0.1 M utilizado, desde el punto 5.0 al 8.0, con intervalos

de 0.5 unidades de pH, y una vez conocido el óptimo se procedió a trabajar con dicho pH para las otras determinaciones.

La estabilidad del enzima a 50°C se determinó manteniendo éste a dicha temperatura hasta un tiempo límite de 120 minutos. Con intervalos de 10 minutos, se sacaron las muestras y se colocaron en baño de hielo hasta que se ensayó la actividad caseinolítica como se describió anteriormente.

Los ensayos de inhibición se efectuaron según el método descrito por Beynon y Bond (1989). El control sin inhibidor fue tratado de la misma manera. Subsecuentemente las muestras fueron analizadas para actividad proteolítica de la forma descrita. Como inhibidores se utilizaron pepstatina A, fenil metil sulfonil fluoruro (PMSF), E-64 y orto fenantrolina.

Se ensayó la influencia de cinco cationes divalentes ( $Mn^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Ni^{++}$ ,  $Cu^{++}$ ) sobre la actividad del enzima, añadiendo dichos cationes, a distintas concentraciones, al medio de incubación. Se ensayó también la influencia de la concentración salina del medio de incubación sobre la actividad caseinolítica del enzima.

Teniendo en cuenta la posibilidad de utilización del enzima en procesos industriales se considero pertinente conocer el comportamiento del enzima frente a distintas temperaturas y durante periodos de tiempo prolongados, en estos ensayos se mantuvieron las condiciones anteriormente citadas, ajustando el pH al óptimo, y variando la temperatura o el tiempo de incubación en los rangos que muestran los resultados.

Los ensayos de actividad con la papaína se efectuaron a 37°C y a pH 7.5 utilizando papaína comercial marca Anedra. Todas las condiciones fueron las fijadas.

Al tratar de medir la eficiencia relativa del enzima, para poder compararla con algún parámetro conocido, se efectuaron dos test paralelos utilizando en uno de ellos el extracto de enzima y en el otro soluciones de concentración conocida de papaína

## RESULTADOS Y DISCUSION

El ensayo de actividad que se efectuó en las hojas y frutos de la planta dio como resultado una mayor actividad proteolítica en el fruto maduro, de buen color, que conserva la firmeza de su carne (gráfico 1, estadio 2). Dicha actividad decae bruscamente cuando la pulpa del fruto comienza a desintegrarse (gráfico 1, estadio 3). Al determinar que el fruto maduro, en el estadio 2, era el que presentaba

mayor actividad proteolítica, todas las demás determinaciones se hicieron utilizando dicho tejido, en forma de polvo acetónico

En las condiciones de nuestro ensayo, la actividad proteolítica detectada en las hojas (que representó el 2% de la detectada en el estadio 2 del

fruto maduro) se consideró despreciable (gráfico 1).

El gráfico 2 ilustra los resultados de la determinación del pH óptimo sobre el sustrato caseína, encontrándose el mismo claramente delimitado en un valor de 7,5.

Gráfico 1.- Actividad proteolítica en distintos tejidos de la planta

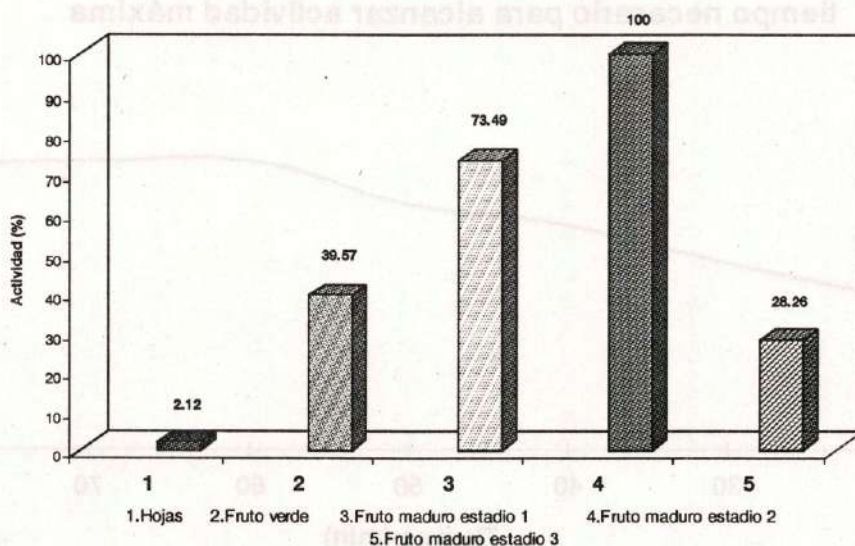


Gráfico 2. Variación de la actividad proteolítica en función del PH

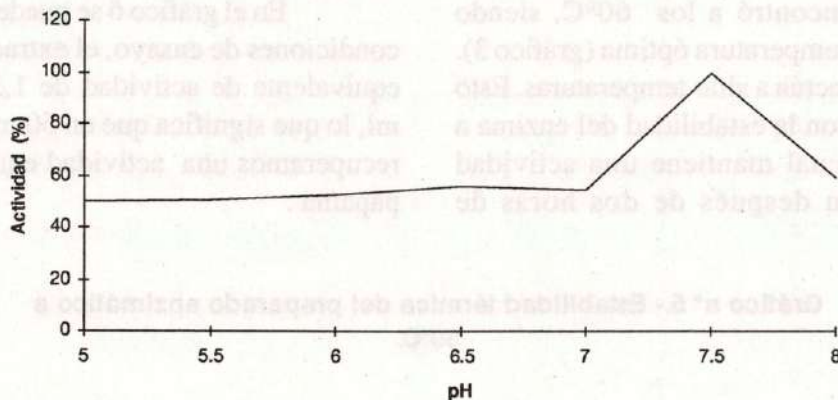
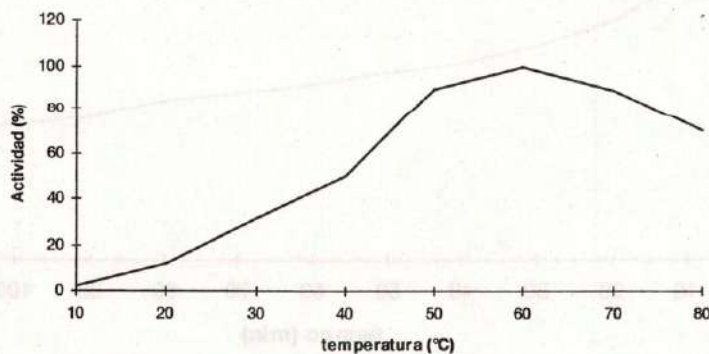


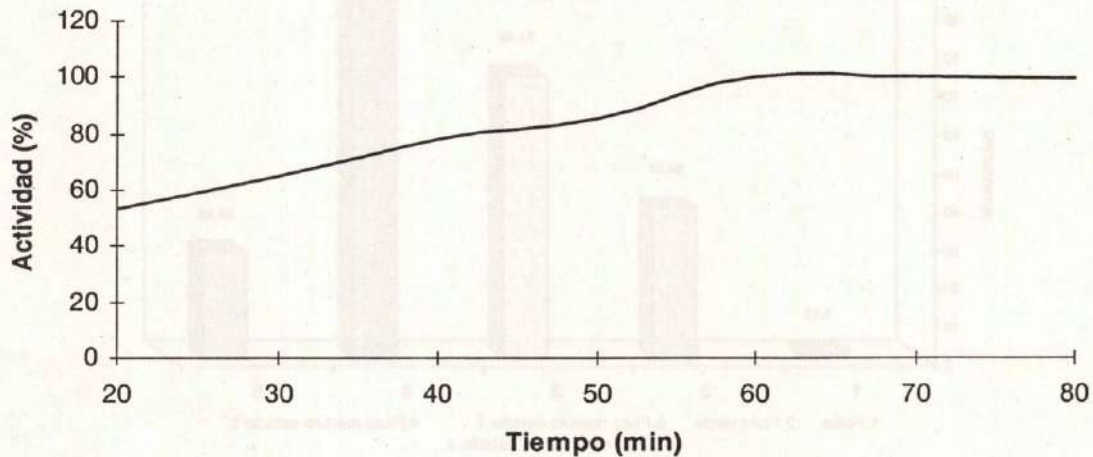
Gráfico 3.- Variación de la actividad proteolítica en función de la temperatura



Se midió la actividad del enzima respecto al tiempo en un baño de agua a 37°C igualmente sobre el sustrato caseína, en las mismas condiciones de incubación, al pH óptimo encontrado, y hasta el tiempo de duración del experimento (una hora y veinte

minutos) el enzima conservó su actividad, doblando a los sesenta minutos la actividad que presenta después de 20 minutos, decayendo muy ligeramente después (gráfico 4).

**Gráfico 4. Actividad proteolítica y tiempo de incubación: tiempo necesario para alcanzar actividad máxima**

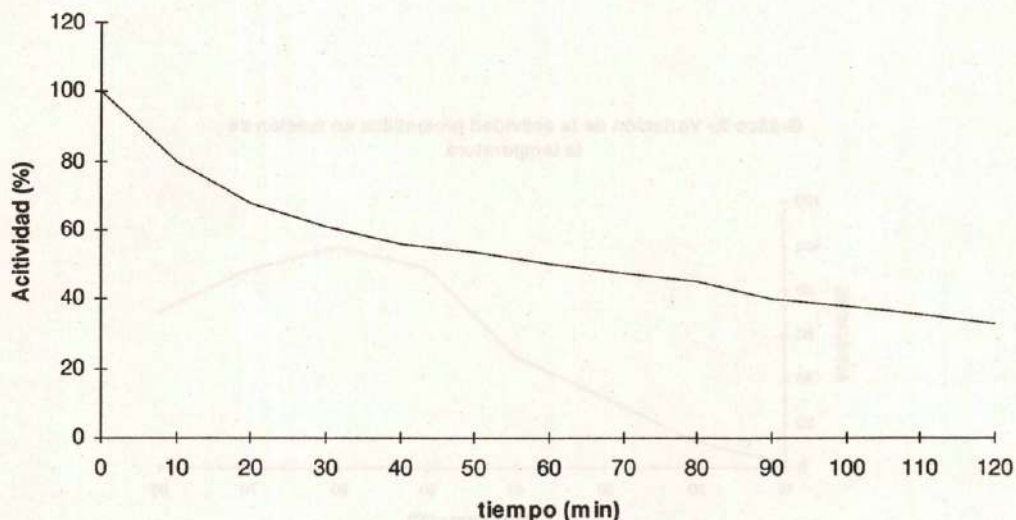


La temperatura a la cual el enzima presenta mayor actividad se encontró a los 60°C, siendo aparentemente ésta su temperatura óptima (gráfico 3). Es pues un enzima que actúa a altas temperaturas. Esto está en concordancia con la estabilidad del enzima a 50°C (gráfico 5), la cual mantiene una actividad relativa del 30% aún después de dos horas de

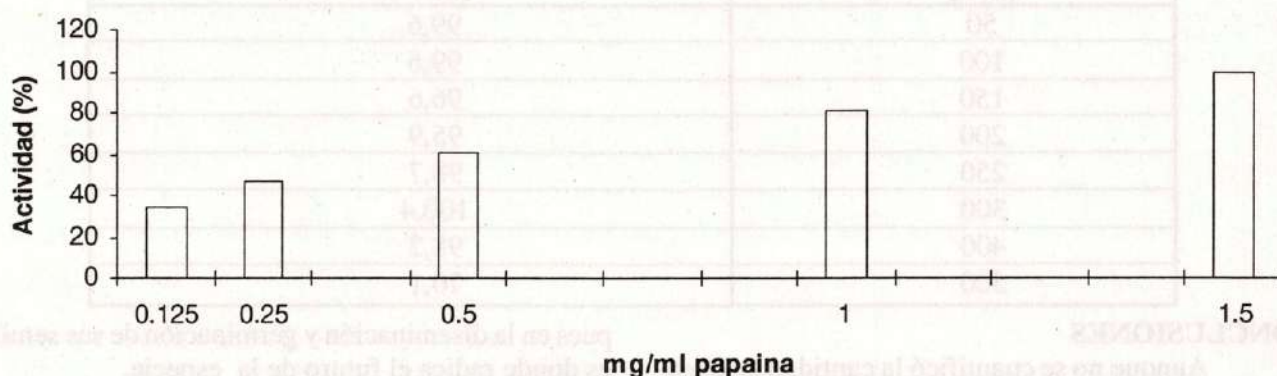
tratamiento con una temperatura constante de 50°C.

En el gráfico 6 se puede observar que en estas condiciones de ensayo, el extracto de enzima tiene el equivalente de actividad de 1,3 mg de papaína por ml, lo que significa que en 50 mg de polvo acetónico recuperamos una actividad equivalente a 1,3 mg de papaína.

**Gráfico n° 5.- Estabilidad térmica del preparado enzimático a 50°C.**



**Gráfico 6.- Actividad caseinolítica de la papaina en función de su concentración.**



Los datos de la tabla 1 nos muestran que la actividad enzimática es inhibida por el E-64 y el PMSF, inhibidores específicos del aminoácido cisteína, caracterizando el enzima en estudio como una cisteinil proteinasa.

Los resultados de la influencia de los cationes divalente ensayados, sobre la actividad proteolítica se resumen en la tabla 2. En dicha tabla se observa que los cationes  $Mn^{++}$  especialmente y  $Mg^{++}$  en menor proporción, no afectan la actividad del enzima en todas

las concentraciones ensayadas, mientras que dicha actividad se ve deprimida en presencia de iones  $Cu^{++}$  y de iones  $Ni^{++}$ .

Dentro de los rangos ensayados, la concentración salina del medio deprime la actividad del enzima a una concentración de 0.5M (tabla 3).

No se determinó si la actividad proteolítica estaba circunscripta al látex, en la pulpa del fruto (mesocarpio), o en ambos.

**Tabla1.- Efecto de diferentes inhibidores sobre la actividad caseinolítica.**

INHIBIDOR	CONCENTRACIÓN (mM)	ACTIVIDAD RELATIVA (en %)
Ninguno	-----	100
PMSF	1,00	0
Pepstatina A	0,010	100
O-fenantrolina	10,0	80
E-64	0,010	0

**Tabla 2.- Influencia de los cationes divalentes sobre la actividad caseinolítica del extracto de jacaratina.**

CONCENTRACION (mM)	ACTIVIDAD ENZIMATICA RELATIVA (en %)		
	$Ca^{++}$	$Mg^{++}$	$Mn^{++}$
5,0	70,2	82,9	90,0
3,0	75,7	86,6	90,1
1,5	80,0	88,0	91,7
1,0	94,4	100,4	94,8
	$Ni^{++}$	$Cu^{++}$	
5,0	29,7	15,0	
3,0	32,0	17,7	
1,5	34,1	19,5	
1,0	57,8	37,0	

**Tabla 3.- Efecto de la fuerza iónica sobre la actividad caseinolítica del extracto enzimático.**

CONCENTRACION C1Na (mM)	ACTIVIDAD ENZIMATICA RELATIVA (en %)
50	99,6
100	99,6
150	96,6
200	95,9
250	98,7
300	100,4
400	98,2
500	70,1

### CONCLUSIONES

Aunque no se cuantificó la cantidad de látex que segregan los frutos, se notó que el fruto que ha alcanzado tamaño máximo, pero todavía verde cuando se lacera, segrega mas látex que el fruto que ya ha adquirido color, lo cual indicaría que, o bien la actividad proteolítica no tiene relación con la cantidad de látex, o bien el enzima esta presente en el látex en forma de un precursor inactivo. Una explicación más simple podría ser que en el fruto al madurar los canales laticíferos se vayan desintegrado y que el látex no pueda fluir del fruto.

Se ha encontrado un nuevo enzima proteolítico cuya actividad parece corresponder con las características del lugar donde ejerce su acción. Es un enzima adaptado a trabajar a altas temperaturas, que muestra estabilidad en el tiempo, y buena tolerancia a la concentración salina y los iones que puede contener la pulpa de un fruto. Sea lo que sea no parece que se autodigiera fácilmente. Suponemos que esto es una característica de especialización. Necesitamos un nombre para el nuevo enzima: para la cisteinil proteinasa del Jacaratiá proponemos el nombre de "jacaratina".

¿Cual es el rol de la enzima en el metabolismo del fruto?. Es observación cotidiana que el fruto es alimento de pájaros, éste tiene un tamaño y un color que lo hacen conspicuo para los pájaros, pero éstos solo se alimentan de él cuando comienza a desintegrarse.

Las semillas sólo germinan si provienen de frutos muy maduros. Sea cual sea la causa que hace que las semillas tarden tanto en madurar, el mecanismo por el cual el árbol se asegura que el fruto quede intacto hasta que las semillas estén biológicamente aptas para germinar es la causticidad del fruto, y un componente ( o la responsable) de esa causticidad es la presencia de la enzima.

Seguramente la jacaratina posee otras acciones importantes para el metabolismo del fruto, además de esta simple acción que se describe aquí. Sin embargo por lo simple, no deja de ser valiosa,

pues en la diseminación y germinación de sus semillas es donde radica el futuro de la especie.

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte de la tesis para alcanzar el grado de Doctor de la primera autora, y ha sido llevado a cabo parte en la Universidad de Luján y parte en la Universidad de Misiones. Agradecemos a los Directivos y Personal del Departamento de Ciencias Básicas de la UNLu, y a los de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNaM las facilidades puestas a nuestra disposición para su concreción.

### BIBLIOGRAFÍA

- AVILÉS, F.X., A. Guasch, & J. Vendrell. 1994. Activación de precursores de proteínas. Investigación y Ciencia. Marzo. Pg: 74 - 81.
- BEYNON, R.J. & J.S. Bond. 1989. Proteolytic enzymes, a practical approach. Oxford Univ. Press. Oxford.
- BRADFORD, M.M., 1976. Anal. Biochem. 72: 248 - 254.
- CHIEJ, R. 1982. Piante medicinali. Mondadori Edit. Milan
- FERNÁNDEZ, G. & E. Lorenzo. 1996. Caracterización Química de proteinasas extraídas de hojas de Cardo de Castilla. (*Cynara cardunculus* (L.)) VIII Simp. Latinoamericano de Farmacobotánica. Montevideo, Uruguay. Marzo.
- KUNITZ, M.J. 1977, Gern. Physiol. 30, 291 - 310.
- LÓPEZ, L.M.I. 1995. Aislamiento, purificación y caracterización de las proteasas presentes en el látex de frutos de *Maclura pomifera* (Raf.) Schneid. (Moraceae). Tesis de Doctorado. Univ. Nacional de la Plata. Argentina.
- SANTOS BILONI, J. 1990. Arboles autóctonos argentinos. Tip. Edit. Bs. As. Argentina.
- SCHULTES, R.E., & R.F. Raffauf. 1990. The Healing Forest. Medicinal and Toxic Plants of the North-west Amazonia. Dioscorides Press. Oregon.

## COMPORTAMIENTO DE ESPECIES PROMISORIAS PARA LA PRODUCCION DE LEÑA EN ELDORADO, MISIONES. Cuarta contribución

### BEHAVIOUR OF PROMISING SPECIES FOR FUELWOOD PRODUCTION IN ELDORADO, MISIONES. Fourth contribution

Conrado M. Volkart (1)  
Ramón A. Friedl (2)  
Eduardo F. Keller (3)  
Ramón H. Reuter (3)  
Jorge B. Guillén Bogado(3)  
Julián T. Acosta (3)  
Cecilia M. Racca (3)

1) Director, (2) Co-Director, (3) Ex-Becario - Proyecto "Producción de biomasa para energía", ISIF (Facultad de Ciencias Forestales de la UNaM). Bertoni 124, Km.3, 3382 Eldorado, Misiones, R.A. - E-mail: postmast@facfor.unam.edu.ar

#### SUMMARY

In the province of Misiones, there is an important use of fuelwood by several consumers, and simultaneously a deficit in their provision. Energetical plantations are an interesting alternative for improve the fuelwood provision. With this idea, the "Producción de Biomasa para Energía" Project seek to identify trees and shrubs species adequate to this purpose through trials of species behaviour.

In this contribution, results of a trial carried out in Eldorado during 4 years (1987-1991) are presented. The trial included nine species; seven of these are exotics: *Leucaena diversifolia*, *Mimosa scabrella*, *Calliandra calothyrsus*, *Acacia auriculiformis*, *Paraserianthes falcataria*, *Enterolobium cyclocarpum* and *Prosopis juliflora*; and two are natives: *Parapiptadenia rigida* ("anchico colorado") and *Lonchocarpus leucanthus* ("rabo itá").

The trial site soil is an Alfisol, the climate being the characteristic warm and wet of Misiones. The trial statistical design was of complete blocks at random, with three replications by treatment, using square plots of 16 and 25 m<sup>2</sup> and distances of 1 m between plants.

Four species failed, mainly due to frosts, being the analysis concentrated then on the five remaining species. After four years, the results were: for the solid volume MAI, in m<sup>3</sup>/ha: *L. diversifolia*, 139,49; *M. scabrella*, 42,16; *A. auriculiformis*, 14,86; *C. calothyrsus*, 8,66; y *P. rigida*, 3,46; for the stere (stacked) volume MAI, also in m<sup>3</sup>/ha, in the same order: 347,76; 88,75; 36,67; 4,30 and 8,76; and for total weight of «oreado» (air dried) material MAI, in t/ha and likewise in the same order: 179,87; 50,00; 19,26; 9,95 and 5,74.

**Key words:** Fuelwood - Behaviour trials - Eldorado, Misiones (RA)

#### RESUMEN

En la provincia de Misiones hay un consumo importante de leña por parte de diversos usuarios, y simultáneamente un déficit en su abastecimiento. Las plantaciones energéticas son una alternativa de interés para mejorar el abastecimiento. Con esta concepción, el Proyecto "Producción de Biomasa para Energía", busca identificar especies arbóreas y arbustivas apropiadas a tal fin, encarando ensayos de comportamiento.

En esta contribución se proporcionan los datos de un ensayo desarrollado en Eldorado durante 4 años: 1987 a 1991. El ensayo comprendió nueve especies; siete exóticas: *Acacia auriculiformis*, *Calliandra calothyrsus*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Leucaena diversifolia*, *Mimosa scabrella*, *Paraserianthes falcataria* y *Prosopis juliflora*; y dos

nativas: *Parapiptadenia rigida* y *Lonchocarpus leucanthus*.

El ensayo se instaló en un suelo del Orden de los Alfisoles, siendo el clima el cálido y húmedo característico de Misiones. Se utilizó un diseño estadístico de bloques completos al azar, con tres repeticiones por tratamiento, usándose parcelas cuadradas de 16 y 25 m<sup>2</sup>, y distanciamientos de 1 m entre plantas.

Cuatro especies no prosperaron, concentrándose el análisis en las cinco restantes. A los cuatro años, los resultados fueron: para el IMA de volumen sólido, en m<sup>3</sup>/ha: *L. diversifolia*, 139,49; *M. scabrella*, 42,16; *A. auriculiformis*, 14,86; *C. calothyrsus*, 8,66; y *P. rigida*, 3,46; para el IMA de volumen estéreo, también en m<sup>3</sup>/ha, en el mismo

orden, 347,76; 88,75; 36,67; 4,30 y 8,76; y para el IMA de peso total de material seco (oreado a la intemperie durante 1 mes), en t/ha y en igual orden: 179,87; 50,00; 19,26; 9,95 y 5,74.

**Palabras clave:** Leña - Ensayos de comportamiento - Eldorado, Misiones (R.A.)

## INTRODUCCION

En la provincia de Misiones hay un consumo importante de leña por parte de diversos usuarios, y

## MATERIALES Y METODOS

El ensayo comprendió 9 especies, con el detalle y procedencia de semillas siguiente:

### Especies

1. *Acacia auriculiformis*
2. *Calliandra calothyrsus*
3. *Enterolobium cyclocarpum*
4. *Leucaena diversifolia*
5. *Lonchocarpus leucanthus*
6. *Mimosa scabrella*
7. *Parapiptadenia rigida*
8. *Paraserianthes falcataria*
9. *Prosopis juliflora*

*A. auriculiformis*, *C. calothyrsus*, *E. cyclocarpum*, *L. diversifolia*, *P. falcataria* y *P. juliflora* son especies exóticas originarias de ambientes tropicales. *M. scabrella*, también exótica, es de ambientes subtropicales a templados. Salvo *P. falcataria*, se las considera buenas especies leñeras, y a todas promisorias por su rapidez de crecimiento y productividad CATIE. (1986), USA NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. (1983), USA NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. (1980).

En cuanto a las dos especies restantes, *L. leucanthus* y *P. rigida*, son nativas (de ambiente subtropical). Los usuarios locales de leña las consideran especialmente apropiadas, y en este sentido también se las ha contemplado como "promisorias".

*L. diversifolia* estuvo incluida en un ensayo previo VOLKART, C.M.et all (1991), en el que tuvo un comportamiento destacado y *M. scabrella* lo estuvo en dos ensayos previos VOLKART, C.M.et all (1995) (1991), también con comportamiento destacado. La inclusión de ambas en el ensayo que aquí se expone se motivó en el deseo de conocer su performance con otro origen, en otras condiciones de sitio y con otro distanciamiento.

*P. falcataria* estuvo incluida también en un ensayo previo VOLKART, C.M.et all (1991), en el

simultáneamente un déficit en su abastecimiento. Las plantaciones energéticas son una alternativa de interés para mejorar este último VOLKART, C.M. 1984. Con esta concepción, el Proyecto "Producción de Biomasa para Energía", de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNaM, busca identificar especies arbóreas y arbustivas apropiadas a tal fin, encarando ensayos de comportamiento.

En el presente trabajo se exponen los resultados de un ensayo conducido en Eldorado, Misiones, durante 4 años: Entre 1987 y 1991.

### Procedencia semillas

- Indonesia (Java)
- Honduras (Meambar)
- Costa Rica
- México
- Argentina (Misiones)
- Brasil (Paraná)
- Argentina (Misiones)
- Hawaii
- Brasil

que su comportamiento fue igualmente destacado. Si bien esta especie no es promisorias para leña, se la incluyó en los ensayos para verificar su comportamiento como especie de crecimiento rápido y buen potencial para otros usos.

Las fuentes de semillas fueron los Bancos de Semillas del CATIE, en Costa Rica, y de la Nitrogen Tree Fixing Association (NFTA), en Hawaii.

Los plantines para el ensayo se produjeron en vivero por siembra directa en envases. Se utilizaron bolsas de polietileno y como sustrato una mezcla 3:1 de tierra roja franco arcillosa y arena.

El diseño estadístico adoptado fue el de bloques completos al azar, con 3 repeticiones por tratamiento. Se usaron parcelas cuadradas de 9 y 16 plantas (la diferencia se debió a la reducida disponibilidad de plantines de algunas de las especies). Cada parcela contuvo plantas de la misma especie, y se usaron distanciamientos uniformes de 1 m entre plantas. Se fijó un turno de 4 años.

Se realizaron determinaciones dendrométricas anuales, y en los primeros años se efectuaron las tareas culturales comunes en la zona: desmalezado manual y control fitosanitario, especialmente de hormigas podadoras.

El suelo del ensayo es el conocido como

“tierra colorada” o “suelo rojo profundo”, descrito en 1964 por C.A.R.T.A. (Compañía Argentina de Relevamientos Topográficos y Aerofotogramétricos) dentro de la Unidad Cartográfica N° 9 (suelo 9), siendo sus principales características: suelo rojo profundo, muy evolucionado, lixiviado, arcilloso, permeable, ácido o ligeramente ácido, medianamente fértil, derivado de basalto y sus fases de erosión CARTA (196).

Estos suelos han sufrido una profunda alteración de tipo laterítico. No hay prácticamente minerales alterables; predominan óxidos de hierro y aluminio, y caolinita (1:1), lo que da una muy baja capacidad de intercambio y pobreza de nutrientes en términos puramente químicos, característica que mejora en los horizontes superiores bajo condiciones de monte, por su riqueza en humus CARTA (1966), O’LERY, H.J (1990).

En el suelo del ensayo, el nivel medio de Materia Orgánica es de 2,25 %, con una relación C/N equilibrada: 6,55. Su pH es bajo: 5,41 en agua y 4,50 en KCl. Es relativamente rico en Calcio y Potasio, lo que le confiere la característica de alta saturación de bases: 70,38 %, con una relación Ca-Mg mas bien alta: 5,89. Corresponde considerarlo dentro del Orden de los Alfisoles O’LERY, H.(1990).

El terreno presenta una ligera pendiente, habiendo estado originalmente cubierto por bosque nativo, y luego durante aproximadamente 30 años por un cultivo de yerba mate (*Ilex paraguariensis*). El clima es cálido y húmedo CABRERA, A.L. (1976), siendo las precipitaciones medias anuales para el período de 15 años entre 1981 y 1985, dentro del cual se desarrolló el ensayo, de 2.017 mm, distribuidas a lo largo del año, aunque con picos de mayor intensidad en otoño y primavera SILVA, FIDELINA. (1998).

La temperatura media anual correspondiente a dicho período, fue de 21,4°C, con medias de 28,2°C (medias máximas de 32,9°C) en enero, mes mas cálido, y de 15,3°C (medias mínimas de 10,8°C) en julio, mes mas frío. En cuanto a heladas, que normalmente ocurren entre mayo y agosto, excepcionalmente hasta setiembre, y fueron variables en cantidad e intensidad,

la mas intensa ocurrió en julio de 1988, con un registro de -5°C, SILVA, FIDELINA. (1998).

En las mediciones, se decidió considerar como altura total la correspondiente al eje mas alto en los ejemplares con dos o mas ejes, y como DAP medio al promedio de los valores de los distintos ejes.

En cuanto al volumen sólido, se optó por estimarlo recurriendo a la fórmula  $V = AB.H/2$ ; ello, en razón de las características del material (diversidad de ejes y/o dimensiones relativamente reducidas del mismo), que hacen difícil y poco confiable la determinación convencional del volumen.

En la evaluación final de rendimientos, se consideró por separado el material leñoso producido en cada parcela. Para determinar el volumen estéreo, se apiló el material de hasta 3 cm de diámetro, cortado en trozos de 1 m de longitud.

Al determinar el peso, se le agregó al material anterior el de diámetros comprendidos entre 1 y 3 cm, cortado en trozos de longitud variable, y juntado en montones. El peso determinado fue el del material cortado y secado a la intemperie («oreado») durante un mes.

En la interpretación estadística no se consideró el efecto de los distintos tamaños de las parcelas. Se escogió el método de análisis de la variancia, que no mostró diferencias significativas entre bloques. Para comparar los valores de las distintas variables se recurrió a la prueba de Tukey.

## RESULTADOS

Tres de las especies exóticas (*E. cyclocarpum*, *P. falcataria* y *P. juliflora*) y una de las especies nativas (*L. leucanthus*) no prosperaron, debido principalmente a la incidencia de heladas, concentrándose el análisis en las cuatro especies exóticas restantes (*A. auriculiformis*, *C. calothyrsus*, *L. diversifolia* y *M. scabrella*) y en la nativa *P.rigida*.

El Cuadro 1 muestra para las cinco especies finalmente consideradas los valores medios resultantes a los 4 años para: sobrevivencia, altura total, diámetro normal (DAP), área basal/ha y cantidad de ejes/ ejemplar.

**Cuadro 1. Sobrevivencia, altura, diámetro, área basal y cantidad de ejes/ejemplar de cinco especies leñeras a los cuatro años en Misiones, Argentina.**

Especie	Sobre vivencia %	Altura total H m	DAP cm	Area basal m <sup>2</sup> /ha	Cantidad de ejes/ ejemplar
<i>Leucaena diversifolia</i>	79,2	11,17 a	8,8 a	99,69 a	1,9
<i>Mimosa scabrella</i>	75,0	7,63 b	6,2 ab	42,12 b	1,3
<i>Acacia auriculiformis</i>	85,2	4,90 bc	3,6 bc	20,51b	1,7
<i>Calliandra calothyrsus</i>	88,9	4,60 bc	2,4 c	15,06 b	3,3
<i>Parapiptadenia rigida</i>	77,8	3,85 c	2,5 c	5,96 b	1,2

Los valores seguidos por las mismas letras en cada columna no difieren estadísticamente entre sí, al nivel del 5 %, según la prueba de Tukey.

**Cuadro 2. Volumen sólido y estéreo de cinco especies leñeras a los cuatro años en Misiones, Argentina**

Especie	Volumen sólido (m <sup>3</sup> /ha)		Volumen estéreo (m <sup>3</sup> )	
	Total	Anual (IMA)	Total	Anual (IMA)
<i>Leucaena diversifolia</i>	557,98 a	139,49	1.391,04 a	347,76
<i>Mimosa scabrella</i>	168,65 b	42,16	354,98 b	88,75
<i>Acacia auriculiformis</i>	59,46 b	14,86	146,67 b	36,67
<i>Calliandra calothyrsus</i>	34,66 b	8,66	17,22 b	4,30
<i>Parapiptadenia rigida</i>	13,84 b	3,46	35,04 b	8,76

Los valores seguidos por las mismas letras en cada columna no difieren estadísticamente entre sí, al nivel del 5%, según la prueba de Tukey.

**Cuadro 3. Peso del material secado durante un mes (oreado), luego del corte, de cinco especies leñeras en Misiones, Argentina**

Especie	Todo el material (t/ha)		Secc.diám.>3 cm (t/ha)		
	Total	IMA	Total	IMA	% Total
<i>Leucaena diversifolia</i>	719,48 a	179,87	647,19 a	161,79	90,0
<i>Mimosa scabrella</i>	200,00 b	50,00	181,46 b	45,36	90,7
<i>Acacia auriculiformis</i>	77,04 b	19,26	52,22 b	13,05	67,8
<i>Calliandra calothyrsus</i>	39,82 b	9,95	6,11 b	1,53	15,3
<i>Parapiptadenia rigida</i>	22,96 b	5,74	15,93 b	3,98	69,3

Los valores seguidos por las mismas letras en cada columna no difieren estadísticamente entre sí, al nivel del 5 %, según la prueba de Tukey.

El Cuadro 2 exhibe, también para las cinco especies, los valores medios de producción leñosa total y anual (IMA) por hectárea, en volumen sólido y volumen estéreo.

El Cuadro 3, finalmente, proporciona para las cinco especies los valores medios de producción leñosa en peso del material oreado, total y de secciones de diámetro > 3 cm.

En los tres cuadros se han ordenado las especies en orden decreciente de valores de las variables (si bien ello no se cumple estrictamente para el DAP ni para el volumen estéreo y el peso de las secciones de diámetro mayor de 3 cm). Ello, siguiendo la modalidad más usual en la presentación de datos con interpretación estadística.

## DISCUSION

Como se observa en los Cuadros 1 a 3, el comportamiento de *L. diversifolia* fue significativamente superior al de las otras especies, especialmente al de *P. rigida*, *C. calothyrsus* y *A. auriculiformis*. Con referencia a *M. scabrella*, si bien las diferencias son importantes, lo que parecería indicar un pobre comportamiento de esta especie, se considera que ello se debe al exuberante crecimiento de *L. diversifolia*.

Los altos valores registrados para esta última especie hacen que el análisis estadístico no muestre

en general diferencias significativas entre *M. scabrella* y las especies restantes. Los valores absolutos de las distintas variables muestran sin embargo que *M. scabrella* tuvo un comportamiento que puede considerarse en general satisfactorio en las condiciones locales. Valga como ejemplo la referencia de los valores de IMA para las variables representativas del rendimiento: 42,16 m<sup>3</sup>/ha para el volumen sólido, 88,75 m<sup>3</sup>/ha para el volumen estéreo y 50 t/ha para el peso total.

Estos valores, aunque algo menores, son comparables a los obtenidos para esta especie en dos ensayos anteriores en Eldorado: IMA de volumen sólido de 85,92 y de 60,07 m<sup>3</sup>/ha, de volumen estéreo de 161,57 y de 92,58 m<sup>3</sup>/ha y de peso total de 91 y de 37,38 t/ha VOLKART, C.M. et al (1995), (1991).

En *C. calothyrsus*, la profusión de ejes originó valores relativamente altos de área basal y volumen sólido en comparación con *A. auriculiformis* y *P. rigida*, con las cuales no difiere mucho en DAP ni en altura. Los exiguos valores de estas últimas variables determinaron que el apilamiento en la especie fuera reducido (se apilaron solo las secciones de diámetro superior a 3 cm), lo que explica que los valores de volumen estéreo sean inferiores a los de volumen sólido.

Por las observaciones efectuadas mientras duró el ensayo, se considera que el pobre compor-

tamiento de *A. auriculiformis*, *C. calothyrsus*, y *P. rigida* ha sido consecuencia del efecto de las heladas ocurridas (y en parte del "ahogo" provocado por el exuberante crecimiento en parcelas colindantes de *L. diversifolia*), que provocaron asimismo el fracaso de *E. cyclocarpum*, *L. leucanthus*, *P. falcataria* y *P. juliflora*.

En relación a *A. auriculiformis*, corresponde decir que, si bien los valores de las distintas variables son muy distantes de los correspondientes a *L. diversifolia* y relativamente distantes de los de *M. scabrella*, no son tan bajos como para descalificarla definitivamente como especie potencialmente apta para la producción de leña bajo las condiciones locales. Deben tenerse en cuenta los factores adversos que intervinieron en el presente ensayo.

De las especies analizadas, sí habría que descartar en el sentido indicado a las otras dos analizadas, *C. calothyrsus* y *P. rigida*, y obviamente a *E. cyclocarpum*, *L. leucanthus*, *P. falcataria* y *P. juliflora*, incapaces de competir ventajosamente en igualdad de condiciones con las especies anteriores.

## CONCLUSIONES

En conclusión, la especie que bajo las condiciones de este ensayo demuestra mejor comportamiento es *Leucaena diversifolia*. Aunque con significativas diferencias, le sigue *Mimosa scabrella*. Por último, relativamente alejada de ésta y muy alejada de la primera, se ubica *Acacia auriculiformis*. Las otras especies incluídas en el ensayo demuestran comportamiento pobre o manifestación prácticamente nula..

## BIBLIOGRAFIA

- CABRERA, A.L. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. Buenos Aires, ACME, Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería, Tomo II, 2a ed., fasc. 1. pp.11.
- CARTA (COMPAÑIA ARGENTINA DE RELEVAMIENTOS TOPOGRAFICOS Y AEROFOTGRAMETRICOS). 1966. Provincia de Misiones. Informe Edafológico. Posadas, Misiones, INTA/Ministerio de Asuntos Agrarios. 109 p.
- CATIE. 1986. Silvicultura de especies promisorias para la producción de leña en América Central. Resultados de cinco años de investigación. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Serie Técnica, Informe Técnico N° 86. 228 p.
- O'LEARY, H.J. 1990. Comunicación personal, en base a análisis hecho en el Laboratorio de Suelos de la Provincia de Misiones (Convenio INTA/UNaM/Min.de Ecología y R.N.R.).
- SILVA, FIDELINA. 1998. Comunicación personal, en base a la información de los boletines

agrometeorológicos de la localidad de Eldorado (Convenio Ministerio de Ecología y R.N.R. de Misiones/Federación Misionera de Bomberos Voluntarios/Facultad de Ciencias Forestales de la UNaM)..

- USA NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1983. Firewood crops: shrub and tree species for energy production. Vol. 2. Washington, National Academy Press. 92 p.
- USA NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1980. Firewood crops: shrub and tree species for energy production. Washington, National Academy Press. 237 p.
- VOLKART, C.M.; R.A. FRIEDL; NORMA ORUE; DELIA E. AGUIRRE; R.H. REUTER; J.B. GUILLEN BOGADO; y A. AMARILLA. 1995. Comportamiento de especies promisorias para la producción de leña en Eldorado, Misiones. Segunda contribución. Yvyrareta 6:13-21.
- VOLKART, C.M.; MARTA PARUSSINI; R.A. FRIEDL; M.A. LOPEZ y BEATRIZ EIBL. 1991. Resultados a los 4 años de un ensayo de comportamiento de especies arbóreas y arbustivas aptas para leña en la provincia de Misiones. Yvyrareta 2:23-39.
- VOLKART, C.M. 1984. Cultivos energéticos. Relatorio. In: III Jornadas Técnicas sobre Bosques Implantados-Silvicultura (Eldorado, Misiones, 03-05/10/84). Actas y Trabajos Técnicos, Tomo II. Eldorado, Mnes., Facultad de Ciencias Forestales. pp.41-56.

# COSECHA Y EXTRACCIÓN DE SAUCE (*Salix sp.*). INCIDENCIA DEL TRÁNSITO EN LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN DEL SUELO

## FOREST HARVESTING OF WILLOW (*Salix sp.*). INFLUENCE OF TRAFFIC ON SOIL PENETRATION RESISTANCE

Jorge Claverie<sup>1</sup>, Roberto Balbuena<sup>1</sup>, Antonino Terminiello<sup>1</sup>, Telmo Palancar<sup>2</sup>, Eduardo Manghi<sup>2</sup>, Juan Casado<sup>2</sup>, Esteban Sprieguel<sup>2</sup> y Patricio Mac Donagh<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Docente-investigador. Depto. de Ing. Rural. Facultad de Cs. Agrarias y Ftale. UNLP. Av. 60 esq. 119 (1900) La Plata, Argentina. E-mail: djorajur@isis.com.edu.ar

<sup>2</sup> Becario del Depto. de Ing. Rural. Fac. de Cs. Agrarias y Forestales. UNLP.

<sup>3</sup> Docente-investigador. Fac. de Ciencias Forestales. UNaM. Misiones, Argentina.

### SUMMARY

Field tests were carried out with the aim to evaluate the traffic effects during forest harvesting on soil penetration resistance in a *Salix sp.* plantation. Two harvesting systems were analyzed: one of them using chainsaws and the other with the aid of a harvester. Cone index was recorded through a soil cone penetrometer in three sectors: within (in-track), between and outside the tread pattern left by wheels, and compared them with control plots. The depth of the treads was determined too. The cone index values of the in-track position was significantly greater than the other positions and the control plot for both systems. Except at the top layer, cone index values greater than 1.5 MPa were found in the in-track position in both harvesting systems. The vehicle passes during forest harvesting operation increases the soil penetration resistance in the traffic zones.

**Key words:** soil compaction, forest harvesting

### RESUMEN

Se realizaron ensayos en campo con el objeto de evaluar el efecto del tránsito durante el corte y la extracción de madera sobre la resistencia a la penetración del suelo en una plantación de *Salix sp.* En una plantación con destino a la industria papelera, se analizaron 2 sistemas de cosecha: uno designado de baja mecanización, con la utilización de motosierras, y otro altamente mecanizado, en el cual se empleó una cosechadora. Se determinó la resistencia a la penetración por medio de un penetrómetro de cono en las siguientes posiciones: dentro, fuera y entre las huellas producidas por los vehículos, determinándose también la profundidad de huella. En ambos sistemas se registraron valores de resistencia significativamente mayores para la posición dentro de la huella con respecto a las restantes posiciones y al testigo sin tránsito. Para ambos sistemas, a excepción del nivel superficial, se registraron en la posición dentro de la huella valores de índice de cono superiores a 1,4 MPa. El tránsito de máquinas durante la cosecha y extracción de madera aumenta la resistencia a la penetración del suelo en las zonas transitadas.

**Palabras clave:** compactación del suelo, cosecha forestal

### INTRODUCCIÓN

En los últimos años se está operando en Argentina una sustitución en el sistema de corte de plantaciones forestales, consistente en el reemplazo del tradicional mediante motosierras por la incorporación de cosechadoras. Independientemente del sistema de corte, el abastecimiento de madera desde el lugar de corte hasta las industrias implica que una parte del tránsito deba realizarse dentro de la plantación. Este transporte suele efectuarse con los mismos vehículos con los cuales se llega hasta la fábrica, por lo que camiones y acoplados transitan sobre el terreno forestal (Vivas, 1996). En este sentido, varios autores han abordado la problemática del deterioro del suelo como consecuencia del tránsito vehicular. Según Håkansson (1994), entre los numerosos procesos que conducen al deterioro de la estructura, la compactación del subsuelo inducida por el tráfico de vehículos pesados pareciera ser el

problema más importante a largo plazo para una agricultura sostenible. Al respecto, Taylor *et al.* (1980) remarcaron la influencia de la presión de contacto sobre el suelo en la inducción de la compactación superficial, así como la relación directa de la compactación subsuperficial con el peso por eje, independientemente de la superficie de apoyo. Smith y Dickson (1990) citaron ejemplos de compactación por debajo de 400 mm de profundidad debido a cargas sobre el eje mayores a 60 kN por eje. También establecieron que compactaciones por debajo de los 500 mm de profundidad podían producirse con cargas mayores de 100 kN por eje. En este contexto, Håkansson *et al.* (1987) mencionan que cargas superiores a 60 kN por eje pueden causar compactación subsuperficial en profundidades mayores a 400 mm. La compactación subsuperficial depende no solo del peso del vehículo sino también del número de pasadas que éste efectúe (Jorajuría y Draghi, 1997). Al respecto Soane *et al.* (1976) concluyeron que la zona de máxima compactación tiende a aproximarse a la superficie a medida que el número de pasadas aumenta. Gameda *et al.* (1987) demostraron que la compactación en los horizontes superficiales de suelos agrícolas estuvo más fuertemente emparentada con el número de pasadas que con la presión de contacto ejercida. A los efectos de evaluar el grado de compactación del suelo, los parámetros más utilizados son la resistencia del suelo a la penetración y la densidad aparente, representando el primero, según Voorhees *et al.* (1978) un parámetro de mayor sensibilidad. O'Sullivan *et al.* (1987) determinaron que índices de cono de 2,1 a 2,5 MPa impedirían el crecimiento radicular, mientras que Threadgill (1982) señaló como determinantes de reducciones en el crecimiento radicular valores de 1,5 MPa.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del tránsito durante el corte y la extracción de madera

sobre la resistencia a la penetración del suelo en una plantación de *Salix sp.*

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron en el establecimiento María Dolores, perteneciente a la empresa Papel Prensa, provincia de Buenos Aires, Argentina (34° 50' LS; 60° 30' LW; 55 msnm). Se trabajó sobre una plantación de *Salix babilónica var. sacramenta*, con un distanciamiento inicial de 5 por 4 m. La cosecha se efectuó en octubre de 1997, a la edad de 17 años, con destino a la industria papelera. El suelo afectado a los ensayos pertenece a la serie Bragado, fase moderadamente bien drenada, Limosa fina, Mixta térmica, clasificado como Hapludol típico (Keys to Soil Taxonomy USDA, 1991). El perfil típico presenta horizontes A1, B1 y B2 Franco-arcillo-arenosos y un B3 Franco-arcilloso.

El corte se realizó mediante dos sistemas: uno mediante motosierras, y otro con el empleo de una cosechadora equipada con orugas de 0,7 m de ancho y 3,43 m de largo, con un peso total de 196 kN. La maquinaria de extracción utilizada para ambos sistemas fue la siguiente: (Cuadro al pie de página)

En ambos sistemas se establecieron, en sectores con tránsito, 5 estaciones de medición de resistencia a la penetración correspondientes cada una de ellas a una transecta perpendicular a la circulación de los vehículos. En ellas se efectuaron mediciones en las posiciones fuera (CTF), dentro (CTD) y entre las huellas (CTM), las cuales fueron tomadas como tratamientos. Los mismos fueron comparados con un número igual de mediciones en sectores sin tránsito (ST), considerados como testigo. Se utilizó un penetrómetro de cono bajo norma ASAE S 313.2 (ASAE Standards, 1992), registrándose las mediciones hasta los 686 mm de profundidad, con intervalos de 76,2 mm. El análisis estadístico de los resultados se

Vehículo	Peso (kN)		Neumáticos
	Peso total	Peso/eje	
Tractor FWA	70	tras:42 del:28	tras:24.5 × 32 del:13,9 × 26
Camión de 2 ejes	vacío: 78 cargado:175	vacío:39 cargado:87,5	11 R 20 duales
Acoplado de 3 ejes	vacío: 58 cargado:225	vacío:19,3 cargado:75	11 R 20 2 ejes duales
Tractor c/garra (2)	63	tras:44,1 del:18,9	tras:23.1 × 30 del:6 × 16

En ambos sistemas se establecieron, en sectores con tránsito, 5 estaciones de medición de resistencia a la penetración correspondientes cada una de ellas a una transecta perpendicular a la circulación de los vehículos. En ellas se efectuaron mediciones en las posiciones fuera (CTF), dentro (CTD) y entre las huellas (CTM), las cuales fueron tomadas como tratamientos. Los mismos fueron comparados con un número igual de mediciones en sectores sin tránsito (ST), considerados como testigo. Se utilizó un penetrómetro de cono bajo norma ASAE S 313.2 (ASAE Standards, 1992), registrándose las mediciones hasta los 686 mm de profundidad, con intervalos de 76,2 mm. El análisis estadístico de los resultados se efectuó mediante el análisis de la varianza, cuantificándose las diferencias a través del test de Tukey.

Se efectuaron 5 mediciones de densidad aparente por sistema, en zonas no transitadas y dentro de la huella, por el método del cilindro, tomándose muestras de 5 intervalos sucesivos de profundidad de 80 mm cada uno. Se realizaron además determinaciones de profundidad de las huellas en 8 estaciones de cada sistema, a intervalos de 20 mm en sentido horizontal, hasta abarcar la totalidad del ancho de la huella. Se determinó para ambos sistemas la humedad gravimétrica en intervalos de 50 mm hasta 600 mm de profundidad.

## RESULTADOS Y DISCUSION

La densidad aparente media para la posición dentro de la huella fue de 1,21 Mg.m<sup>-3</sup> y de 1,27 Mg.<sup>3</sup> en el sistema de baja y alta mecanización respectivamente, mayores a la del testigo, de 1,11 Mg.m<sup>-3</sup>. La profundidad media de huella para el tratamiento de baja mecanización fue de 80,5 mm, mientras que la del tratamiento de alta mecanización fue de 80,9 mm. Los valores medios de humedad alcanzaron valores de 24,8% para el sistema de baja

mecanización y 27,8% para el sistema de alta mecanización. Al compararse valores promedio de todos los intervalos de profundidad en el sistema de baja mecanización se registraron valores de resistencia a la penetración significativa-mente mayores para la posición dentro de la huella con respecto al testigo, hasta los 553 mm de profundidad (Tabla 1). En el sistema de alta mecanización, al efectuarse las mismas comparaciones las diferencias son significativamente mayores para la posición dentro de la huella, excepto entre los 152 y 457 mm de profundidad. Para ambos sistemas, a excepción del nivel superficial, se registraron en la posición dentro de la huella valores de índice de cono superiores a 1,5 MPa, que resultarían limitantes, de acuerdo a Threadgill (1982), del crecimiento radicular. Considerando el sistema de baja mecanización, la totalidad de los valores a partir de 76.2 mm alcanzan una magnitud tal que impedirían el crecimiento radicular (O'Sullivan *et al.*, 1987).

Los incrementos porcentuales de índice de cono con respecto a la situación original, alcanzan los mayores valores en los primeros 152 mm para el sistema de baja mecanización. Esto podría adjudicarse a la elevada presión de contacto rueda suelo, que resultaría de neumáticos de relativamente escasa superficie de apoyo para los elevados pesos por eje del camión y del acoplado, de acuerdo a lo reportado por Taylor *et al.* (1980). Los mismos superan también ampliamente los valores citados por Smith y Dickson (1990), lo cual podría ser causante de la compactación subsuperficial inferida a partir del índice de cono, en los estratos por debajo de los 305 mm de profundidad de acuerdo con Håkansson *et al.* (1987). Por otra parte, tanto en el sistema de baja mecanización como en el de alta mecanización, el tránsito repetido con vehículos de elevado peso por eje podría haber favorecido el incremento de la compactación a nivel superficial en ambas situaciones (Jorajuría y Draghi (1997); Soane *et al.* (1976); Gameda *et al.* (1987)). Sin embargo,

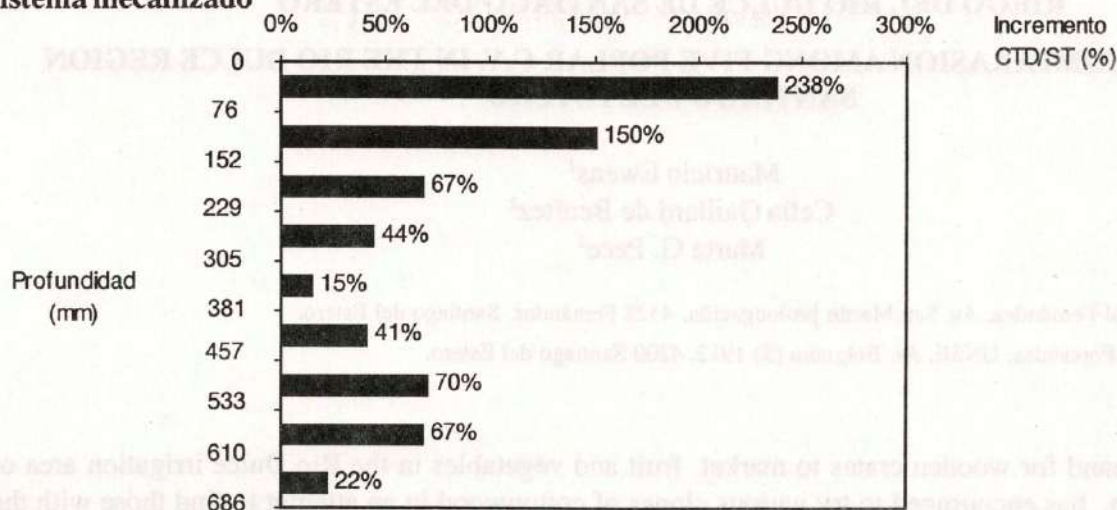
**Tabla 1: Valores de penetrometría (MPa) a distintas profundidades (mm) para el sistema artesanal (motosierra).**

	0	0	76	152	229	305	381	457	533	610
		76	152	229	305	381	457	533	610	686
ST	0.35a	0.81a	0.76a	0.95a	1.13a	1.06a	0.96a	1.31a	1.83ab	2.26a
CTF	0.47ab	1.00a	0.79a	0.77a	1.27a	1.42ab	1.34ab	1.32ab	1.30a	1.99a
CTM	0.39a	0.98a	0.88a	1.21a	1.42ab	1.17a	1.74ab	2.18ab	2.37ab	2.39a
CTD	0.93 b	3.83 b	3.87 b	2.95 b	2.14 b	2.41 b	2.15 b	2.37 b	2.67 b	2.83a

(Valores seguidos de la misma letra inicial no tienen diferencias significativas al 5% de probabilidades del test de Tukey)

Referencias: ST: Sin tránsito; CTF: Con tránsito fuera de la huella; CTM: Con tránsito entre las huellas; CTD: Con tránsito dentro de la huella.

**Figura 1: Incremento porcentual del índice de cono dentro de la huella en relación al testigo para el sistema mecanizado**



para el sistema de alta mecanización, si bien los mayores incrementos se encuentran en los primeros 76 mm de profundidad, tal como se visualiza en la figura 1, no se encuentran diferencias significativas de la posición CTD con respecto a ST entre 152 mm y 381 mm de profundidad. Por debajo de dicho estrato únicamente se determinaron diferencias estadísticas significativas a los 457 mm. Este efecto podría atribuirse a la presencia de un estrato de alta resistencia a la compactación, detectable a partir de registros cercanos o superiores a 1,5 MPa en el testigo entre los 152 y los 381 mm. Pese a ello, la importante masa de la cosechadora (196 kN), si bien de reducido efecto sobre la compactación superficial dada su elevada superficie de contacto, sería conjuntamente con el peso por eje del camión y el acoplado, factor determinante de la compactación subsuperficial de las zonas transitadas con respecto a las no transitadas, en acuerdo con lo determinado por Håkansson *et al.* (1987).

## CONCLUSIONES

El tránsito de la cosecha y la extracción de madera aumenta la resistencia a la penetración del suelo, tanto a nivel superficial como subsuperficial.

## BIBLIOGRAFIA

ASAE Standards. 1992. ASAE S 313.2: Soil cone penetrometer, 611.

GAMEDA, S., G.S.V. Raghavan, E. Mc Kyes, and R. Thériault. 1987. Cumulative high axle load compaction in a loam soil. *Appl. Agric. Eng.* 3 (2): 166-173.

HÅKANSSON, I., W.V. Voorhees, P. Elonen, G.S.V. Raghavan, B. Lowery, A.L.M. Van Wijk, K. RASMUSSEN, and H. Riley. 1987. Effect of high axle-load traffic on subsoil compaction and crop yield in humid region with annual freezing. *Soil & Tillage Research*, 10:259-268

HÅKANSSON, I. 1994. Subsoil compaction caused by heavy vehicles—a long-term threat to soil productivity. *Soil & Tillage Research*, 29:105-110.

JORAJURÍA, D, and L. Draghi. 1997. The distribution of soil compaction with deep and the response of a perennial forage crop. *J. Agric. Engng. Res.* 66: 261-265.

KEYS TO SOIL TAXONOMY. 1991. Soil survey staff. AID. USDA. SMSS. Technical Monograph N° 19. Virginia Polytechnic Institute and State University.

O'SULLIVAN, M.F., J.W. Dickson, and D.J. Campbell. 1987. Interpretation and presentation of cone resistance data in tillage and traffic studies. *J. of Soil Sci.*, 38: 137-148.

SMITH, H., and L. Dickson. 1990. The contribution of vehicle weight and ground pressure to soil compaction. *J. Agric. Engng. Res.* 46: 13-29.

SOANE, B.D., G. Kenworthy and J.D. Pidgeon. 1976. Soil tank and field studies of compaction under wheels. *Proc. 7th Conf. Int. Soil Tillage Res.* 45: Paper 48.

TAYLOR, J.H., E.C. Burt, and A.C. Bayley. 1980. Effect of total load on subsurface soil compaction. *Transactions of the ASAE*, 23: 568-570.

THREADGILL, E.D. 1982. Residual tillage effects as determined by cone index. *Transactions of the ASAE*, 25:859-863.

VIVAS, P. 1996. La introducción y adaptación del harvester en las plantaciones forestales de Papel Prensa. Primer seminario de actualización en sistemas de cosecha y transporte forestal, FCF, UNaM: 27-36.

VOORHEES, W.V., C.G. Senst, and N.W. Nelson. 1978. Compaction and soil structure modification by wheel traffic in the northern corn belt. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 42 (2): 344-349.

# COMPARACIÓN DEL CRECIMIENTO DE CINCO CLONES DE ÁLAMOS EN EL ÁREA DE RIEGO DEL RÍO DULCE DE SANTIAGO DEL ESTERO

## GROWING COMPARASION AMONG FIVE POPLAR C.V. IN THE RIO DULCE REGION SANTIAGO DEL ESTERO

Mauricio Ewens<sup>1</sup>  
Celia Gaillard de Benítez<sup>2</sup>  
Marta G. Pece<sup>2</sup>

1 Estación Experimental Fernández, Av. San Martín prolongación. 4322 Fernández. Santiago del Estero.

2 Facultad de Ciencias Forestales, UNSE. Av. Belgrano (S) 1912. 4200 Santiago del Estero.

### SUMMARY

The demand for wooden crates to market fruit and vegetables in the Rio Dulce irrigation area of Santiago del Estero, has encouraged to try various clones of cottonwood in an attempt to find those with the highest yield. The trials until the late 1980s showed that the clones of *Populus deltoides* are the best adapted to the area, with I-63 being the best. In order to find clones superior to I-63, a field trial was established in Estación Experimental Fernández, where five cultivars of *Populus deltoides* were tested: 103/69, I-41/70, 107/68, 229/68 and I-63/51, with the latter acting as the control

The results of the fifth year's measurements are analyzed using ANOVA complemented with Tukey's test. Clon I-41/70 proved to be the best.

**Key words:** trial, clones, cottonwood, irrigation area, Santiago del Estero. Argentina

### RESUMEN

La demanda de envases de madera para comercializar la producción frutihortícola de la zona de riego del Río Dulce de Santiago del Estero ha inducido a experimentar con distintos clones de álamos en busca de aquellos que den una mayor productividad. Los ensayos realizados hasta fines de la década de los 80 demostraron que los clones de *Populus deltoides* son los que mejor se comportan en la zona, siendo el I-63 superior a los demás. Con el fin de encontrar clones mejores que éste, se instaló un ensayo en la Estación Experimental Fernández en el que se probaron cinco cultivares de *Populus deltoides*: 103/69, I-41/70, 107/68, 229/68 e I-63/51, utilizándose a este último como testigo.

Aquí se analizan los resultados de las mediciones realizadas al quinto año de la plantación mediante análisis de la variancia complementado con el test de Tukey. El clon I-41/70 demostró ser el mejor entre los ensayados.

**Palabras clave:** Ensayo, clones, álamo, zona de riego, Santiago del Estero. Argentina

### INTRODUCCIÓN

En la provincia de Santiago del Estero se necesitan anualmente unos 5 millones de envases de madera para comercializar la producción fruti-

hortícola lo que en madera equivale a 22,000 tn, según Pranzoni (1996) en base a datos de la campaña 94/95

Esta demanda en envases de madera fue una de las razones por la cual, en 1966, se iniciaron experiencias con salicáceas en las Estaciones Forestales de Fernández y San Carlos (Ewens et al., 1988). En el citado trabajo se analiza un ensayo en el que se comparan cuatro cultivares de *Populus deltoides*, cuatro de *P. x euroamericano*, uno de *P. nigra* y *P. alba var bolleana*, llegándose a la conclusión que los de mejor comportamiento son los deltoides y entre ellos, el *Populus deltoides* cv. I-63/51 supera a los otros.

Se decidió en 1990 instalar un ensayo en la Estación Experimental Fernández dependiente de la Universidad Católica de Santiago del Estero en el marco de un convenio con la provincia de Santiago del Estero, en el que se probaron otros deltoides tomando como testigo al I-63/51 y tratando de superarlo. Aquí se analizan los resultados obtenidos a los 5 años de edad. En este momento no existen en la zona plantaciones experimentales en edad de corta, por ello no se puede hablar de un rendimiento esperado bajo las condiciones que le son propias: semiaridez, suelos salinos y poca disponibilidad de agua para el riego. Las conclusiones deberán entonces limitarse a la comparación entre sí de los crecimiento de los distintos clones.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La localidad de Fernández se encuentra ubicada a 27° 55'32" de latitud S y 63° 53'06" de longitud O. Según Boletta *et al.*, 1989, toda la provincia de Santiago del Estero posee clima con características de semiaridez lo que implica alta variabilidad de la precipitación anual con grandes amplitudes térmicas y balance hídrico deficitario en todos los meses del año. Algunos datos climáticos de la estación forestal Fernández correspondientes al período desde de la plantación (1990) hasta su medición (1995) se encuentran en la Tabla 1.

El suelo se define como franco con un leve contenido de sal.

Los clones ensayados son los cultivares: 103/69, I-41/70, 107/68, 229/68 e I-63/51 de la especie *Populus deltoides*. El mencionado en último término fue el que se usó como testigo y bordura ya que había demostrado hasta el momento ser el de mejor crecimiento.

El ensayo se implantó utilizando un diseño en bloques al azar con seis repeticiones. Cada parcela consta de cuatro plantas ubicadas a 4 m x 3 m.

Se plantó con plantas recepadas de un año de edad producidas en la Estación Experimental San Carlos del Departamento Banda, Santiago del Estero, con estacas procedentes de Estación Experimental INTA - Delta. Los clones se seleccionaron entre un grupo de deltoides que introdujo el Ing. Mario Bejarano ya que se había comprobado que éstos eran los mejores en el área geográfica estudiada. El criterio de selección fue su comportamiento en vivero, eligiéndose los que demostraron tener los mayores crecimientos.

Durante el período 1990 - 1995 se realizaron las siguientes actividades:

1990: Rastreado, nivelación, hoyado y plantación (setiembre), recepado, bordeado y riego (dos por inundación y uno con carro aguatero), con-

trol de hormigas y grillos y tres aplicaciones de herbicida.

1991: Riego por manguera (dos), control de hormigas, azadeo, cegadora, riego por inundación (dos) y reposición de fallas.

1992 : Cegadora

1993: Cegadora, limpieza de ensayo, riego.

1994: Dos riegos.

1995: Desmalezado con tractor y riego,

Los cuidados culturales que se realizaron fueron similares a los que acostumbra a realizar un productor de la zona.

En julio de 1995 se midieron de los árboles utilizando cinta diamétrica para el diámetro a la altura de pecho (dap) e hipsómetro para la altura total (at).

Se calcularon los valores de área basal en m<sup>2</sup>/ha (ab) y de volumen total en m<sup>3</sup>/ha (vt). Para estimar el volumen total de árboles individuales, se utilizó la siguiente función calculada para álamos de otra plantación por los autores:

$$\log(vt) = -4.1860 + 2.3624 \log(dap) + 0.3089 \log(at)$$

Para estudiar las diferencias entre las medias aritméticas de los clones para las distintas variables se realizaron análisis de la variancia. Se consideraron subunidades para las variables individuales (dap y at). Para las variables de la masa (ab y vt) se efectuaron análisis de la covariancia tomando el número de árboles por parcela como covariante después de comprobar su validez como tal mediante análisis de la variancia del número de árboles según clones y no encontrar diferencias significativas.

Para definir las diferencias significativas se recurrió al test de Tukey. (a = 0.05). Para asegurar la validez de los análisis de la variancia, se verificaron los supuestos de normalidad con Shapiro Wilks y de homocedasticidad con Levene.

**Tabla 1. Temperaturas y precipitaciones en la Estación Forestal Fernández durante el período 1990 - 1995.**

Años	90	91	92	93	94	95
Temperatura media en °C	20,7	20,3	19,9	20,6	21,4	20,8
Temperatura máxima absoluta en °C	43	40,5	39,5	41,5	43,5	42,5
Temperatura mínima absoluta en °C	-4	-3	-4,5	-6	-5,5	-2,5
Temperatura media máxima en °C	27,4	26,8	26,6	27,4	28,1	28
Temperatura media mínima en °C	14,1	13,8	13,2	13,8	14,7	13,7
Lluvias en mm	793	757	951	450	609	471

**Tabla 2: Valores medios de dap, at, ab y vt para los cinco clones del ensayo (5 años de edad)**

Clon	Tratamiento	dap (cm)	at (m)	ab (m <sup>2</sup> /ha)	vt (m <sup>3</sup> /ha)
103/69	1	7,52	7,69	4,06	14,36
I-41/70	2	10,88	10,46	7,44	31,61
107/68	3	8,85	9,4	5,38	21,27
229/68	4	8,55	7,62	4,08	14,75
I-63/51	5	8,78	9,45	4,91	18,98

## RESULTADOS y DISCUSIÓN

Los valores obtenidos de las mediciones y procesamiento de datos se presentan en la Tabla 2.

El estudio de diferencias entre las medias de los clones mediante análisis de la variancia y test de Tukey determinó lo siguiente:

Variable dap: Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos 1 y 2.

Variable at: Las medias de los tratamientos 1 y 4 difieren de la del 2.

Variable ab: Se aceptó el uso del número de árboles por parcela como covariante. La prueba de Tukey realizada entre medias ajustadas dio diferencias entre los tratamientos 2 y 1.

Variable vt: También para esta variable fue significativa la covariante. Se encontró diferencia entre medias de los tratamientos 1 y 2.

Resumiendo: se observa que el clon I-41/70 mostró supremacía en todas las variables estudiadas con diferencias estadísticamente significativas con respecto al 103/69 y al 229/68 en altura total y con el 103/69 en las otras variables. Este último es el que presenta características más desfavorables. El clon considerado como mejor hasta el momento del ensayo y usado como testigo (I-63/51) ocupó lugares intermedios en un orden de mérito.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos a los cinco años superaron las expectativas planteadas debido a que:

a) Se encontró un clon, el I-41/70, que muestra un comportamiento mejor que los otros aunque la diferencia entre medias sea estadísticamente significativa únicamente con el 103/69 para todas las variables y también con el 229/68 en altura

b) Los demás clones tienen un comportamiento similar al I-63/51, clon que había sido insuperable hasta el momento del ensayo. Este hecho es sumamente positivo ya que, de proseguir así hasta el turno de corta, sería posible ampliar el número de clones disponible para la región la cual, por su semiaridez, la salinidad de su suelo y la baja frecuencia de riego presenta indudables condiciones limitantes del rendimiento

## AGRADECIMIENTOS

A la Sra. Ing. Forestal Liliana Taboada de Amoedo por su colaboración en las mediciones.

## BIBLIOGRAFÍA

- EWENS M., G. Nassar y J. Minetti. 1988. Comportamiento de los clones de álamos en el área de riego de Santiago del Estero. Actas del VI Congreso Forestal Argentino. Tomo II : 274 - 277.
- PRANZONI, O. 1996. Consumo de envases de madera en la producción de frutas y hortalizas en la provincia de Santiago del Estero. Quebracho 4: 44 - 50.

# EFFECTO DEL PEG 300 Y LOS PARAMETROS DE IMPREGNACION EN EL COEFICIENTE DE CONTRACCION DE *Aspidosperma quebracho-blanco* Schlecht

## EFFECT OF THE PEG 300 AND THE IMPREGNATION PARAMETERS ON THE CONTRACTION COEFFICIENT OF *Aspidosperma quebracho blanco* Schlecht

María Alicia Judis<sup>1</sup>

José María Paz<sup>1</sup>

Ernesto Sanabria<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Departamento de Tecnología-Facultad de Agroindustrias -UNNE- Cte. Fernández 755 - Pcia. Roque Sáenz Peña, 3700. Chaco. Argentina.

### SUMMARY

*Aspidosperma quebracho-blanco* Schlecht being the most abundant species in the regions of "Parque Chaqueño" is not used for the production of high added value goods because of its dimensional unstability and a way to improve this dimensional stability is bulking the cell wall with polyethylen glycol (PEG).

The aim of this work is to determine the effect of PEG, molecular weight 300, and the parameters of impregnation in the radial contraction coefficient of this vegetal specie.

In a Pilot Plant, the samples were impregnated with PEG analysing pressure, time and concentration variables, following Bethell process, by IRAM N° 9511. Then, they were dried to a 10 % moisture content. The wood impregnated with PEG 300, in the 50 % acuous solution, following Bethell process to a pressure of 12 kg/cm<sup>2</sup> during 30 minutes, reduces the radial contraction coefficient in a 35 %.

**Key words:** polyethylene glycol 300; dimensional stability; *Aspidosperma quebracho-blanco*; shrinkage; impregnation.

### RESUMEN

La especie *Aspidosperma quebracho-blanco* Schlecht es la más abundante del Parque Chaqueño y no es utilizada en la producción de bienes de alto valor agregado debido a su inestabilidad dimensional. Una de las maneras de mejorar la estabilidad dimensional es el engrosado de la pared celular con polietilenglicol (PEG).

El objetivo de este trabajo es determinar el efecto del PEG de peso molecular 300 y los parámetros de impregnación en el coeficiente de contracción radial de la especie citada.

Las muestras se impregnaron en Planta Piloto con PEG, a través del proceso Bethell, según Norma IRAM N° 9511. Posteriormente se secaron hasta un contenido de humedad (CH) del 10 %. La madera impregnada con PEG 300, a una concentración del 50 % en solución acuosa, a una presión de 12 kg/cm<sup>2</sup> durante 30 minutos, disminuye el coeficiente de contracción radial de esta especie en un 35 %.

**Palabras clave:** polietilenglicol 300; estabilidad dimensional; *Aspidosperma quebracho-blanco*; coeficiente de contracción; impregnación.

### INTRODUCCION

Las principales especies forestales del Parque Chaqueño son: *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Schinopsis balansae* y *Prosopis alba* y *P. nigra*, siendo la primera la más abundante y su utilización esta dirigida principalmente a la fabricación de tarimas, varillas y carbón.

En la actualidad, la especie antes mencionada no puede ser usada en la elaboración de bienes de alto valor agregado debido a su gran inestabilidad dimensional.

Dicha inestabilidad dimensional es uno de los mayores problemas en el procesado y uso de la madera y expresa la tendencia que tiene la madera a contraerse o hincharse acompañando las variaciones del contenido de humedad de la misma por debajo del Punto de Saturación de las Fibras (PSF). En la Tabla 1 se presentan los Coeficientes de Contracción Radial Total de cuatro especies, económicamente importantes

Tabla 1 – Coef. de Contracción Radial Total de especies del Parque Chaqueño - Fuente: Coronel E. 1994

Especie	Coef. Contracción Total Radial (%)
<i>Prosopis nigra</i>	2,24
<i>Schinopsis balansae</i>	3,79
<i>Tabebuia ipe</i>	4,57
<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>	4,50

del Parque Chaqueño, donde se observa que *Aspidosperma quebracho blanco* Schlecht tiene uno de los coeficientes más altos, 4,5 %.

Experiencias realizadas por diversos investigadores han mostrado que la contracción y el hinchamiento de la madera pueden ser reducidos por diferentes métodos, Walker, J.C.F. 1993 y Kollman, F., Kuenzi, E. and Stamm, A. 1975. Uno de los más importantes es el engrosado de la pared celular, donde los químicos son depositados dentro de la misma, reemplazando parte del agua. De esta manera la contracción puede ser total o parcialmente eliminada. De acuerdo a Tsoumis, G. (1991) se utilizan diferentes productos químicos: Sales de sodio, bario y magnesio, azúcares, polietilenglicol (PEG) de diferentes pesos moleculares, resinas sintéticas. El PEG es uno de los agentes más efectivos utilizados para el engrosado de la pared celular. El tratamiento con PEG da mejores resultados utilizando soluciones acuosas hasta el 50 % de concentración en peso del polímero cuando es aplicado a la madera verde, Noack, D., (1969).

Utilizando PEG 400 y 1500 en *Betula alba* "abedul", Merilouto, J. (1969), logró disminuir la contracción radial y tangencial en 20 y 40 % respectivamente.

Investigaciones realizadas por Besold G. y Moreno G. (1988), sobre la estabilidad dimensional de la especie *Aspidosperma quebracho blanco* Schlecht, utilizando extracto de quebracho colorado, a diferentes concentraciones, aplicando presión y vacío, lograron reducir la contracción radial en un 20%.

Wallström, L. (1995), impregnado *Pinus silvestris* con PEG 200 y PEG 1500 constató que el primero produce una menor contracción de la pared celular logrando una mejor estabilidad macroscópica.

Teniendo en cuenta los antecedentes antes mencionados, considerando que es necesario mejorar la estabilidad dimensional de esta

especie para que pueda ser utilizada en la elaboración de bienes de alto valor agregado y teniendo en cuenta que la Norma U.N.E. 56-528-78 establece como requerimiento mínimo, una mejora del 70 % en la contracción para considerar aceptable un proceso de estabilización, el objetivo del presente trabajo es determinar el efecto del PEG 300, de la presión y del tiempo de impregnación, en el coeficiente de contracción radial de *Aspidosperma quebracho blanco* Schlecht.

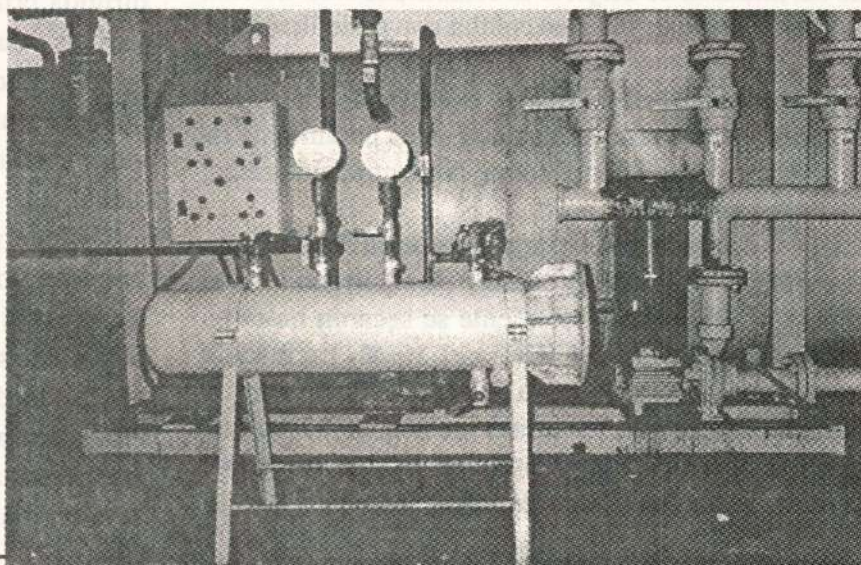
## MATERIALES Y METODOS

Las dimensiones de las muestras se adoptaron de una sección similar a la utilizada en la industria de pisos tarugados, de acuerdo al siguiente detalle: 250 mm x 100 mm x 25 mm.

Se utilizaron en todos los casos PEG en solución acuosa al 30 % y al 50 %.

La Planta Piloto utilizada para este trabajo, tiene una capacidad de 0,045 m<sup>3</sup>, 1,05 m de longitud y 0,22 m de diámetro, fabricada con acero de 12 mm de espesor capaz de trabajar a presiones interiores de 15 kg/cm<sup>2</sup>, Foto N° 1. Además se utilizaron estufas con circulación forzada de aire con control automático de temperatura, Balanza analítica marca Denver I.C, con precisión 0,01 gr y calibre marca Storm, con precisión 0,02 mm.

Foto 1: Planta Piloto de Impregnación



La determinación del contenido de humedad se realizó de acuerdo a la Norma IRAM N° 9532. Las muestras se impregnaron con PEG a través del proceso Bethell, Wilkinson, J., 1979, según Norma IRAM N° 9511. Posteriormente las mismas fueron secadas hasta 10 % de CH.

Se adoptó como parámetro de control la contracción total, en la dirección radial.

Por ser la contracción total proporcional al contenido de humedad por debajo del PSF, se la calculó como:

Contracción Total (%) =

$$\frac{(L_{28} - L_{10})}{L_{28}} * \frac{PSF}{(PSF - 10\%)} * 100$$

$L_{28}$  = Dimensión radial al 28 % de CH

$L_{10}$  = Dimensión radial al 10 % de CH

Para llevar adelante la investigación se adoptó un diseño experimental factorial 2<sup>3</sup> con tres repeticiones por tratamiento. Se utilizaron como variables independientes: Concentración de PEG 300 (30% y 50%), Tiempo de Impregnación (15 y 30 minutos) y Presión máxima de impregnación (6 y 12 Kg/cm<sup>2</sup>). Siendo la Variable Dependiente (respuesta) la Contracción Total Radial (%).

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos para cada tratamiento y sus repeticiones, se indican en la Tabla 2.

El análisis de varianza de los resultados con los efectos e interacciones significativos al 95 % se presenta en la Tabla 3. Como se observa el tiempo, la presión y la concentración de PEG, son significativos.

Tabla 2: Respuestas – Coeficiente de Contracción Total Radial

Trat. N°	Tiempo	Presión	Conc.	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
1	15	6	30	4.24	4.36	4.15
2	30	6	30	3.53	3.45	3.34
3	15	12	30	4.05	3.91	4.02
4	30	12	30	3.09	3.04	3.15
5	15	6	50	4.20	4.11	4.02
6	30	6	50	3.33	3.28	3.48
7	15	12	50	3.81	3.95	3.99
8	30	12	50	2.98	3.08	3.03

El desajuste no es significativo lo que expresa que el diseño experimental adoptado ajusta a los datos. Las interacciones, tiempo-presión, tiempo-concentración de PEG y presión-concentración de PEG, fueron eliminadas por no ser significativas. Para el análisis estadístico se utilizó el software Statgraphics Plus Professional 4.0.

Tabla 3: Resumen del Análisis de Varianza para Contracción Total Radial

Efectos	Probabilidad
A: Tiempo	0.000
B: Presión	0.000
C: Concentración de PEG	0.022
Desajuste	0.512

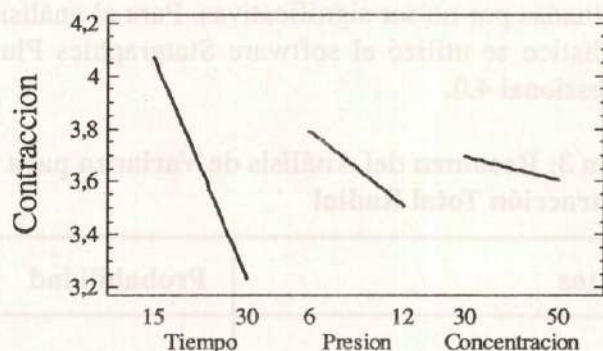
Se observa gráficamente en la Figura 1 que el tiempo, la presión y la concentración de PEG tienen efectos negativos sobre la contracción total radial siendo el tiempo de impregnación el efecto más importante que contribuye a mejorar la estabilidad dimensional de esta especie al disminuir la contracción. Se observa además que la concentración de PEG es el efecto de menor influencia.

La menor contracción radial fue obtenida, como se observa en la Figura 2, impregnando 30 minutos con PEG 300 al 50 % de concentración, a 12 Kg/cm<sup>2</sup> de presión: contracción total = 3,04 %. Dicho valor representa una mejora del 32,4 %, con referencia al coeficiente de contracción total de la especie. Coronel, E. (1994).

Los resultados obtenidos proporcionan menor contracción que los obtenidos por Besold y Moreno con sustancia tánicas y son similares a los obtenidos por Merilouto, J. en *Betula alba* "abedul".

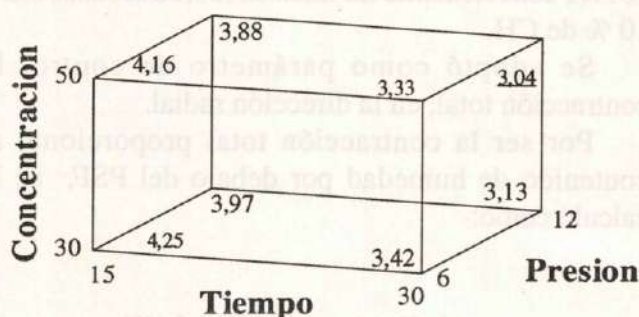
**Figura 1: Efectos Principales**

**Efectos Medios para Contracción**



**Figura 2: Respuesta Estimada – Contracción Total Radial**

**Respuesta Estimada - Contracción**



**CONCLUSION**

El uso del polietilenglicol 300 como agente hinchante de la pared celular en *Aspidosperma quebracho-blanco*, disminuye el coeficiente de contracción radial un 32,4 %.

Los resultados obtenidos en esta investigación, aunque alentadores para esta especie, son menores que los requeridos por la Norma U.N.E. 56-528-78.

Se puede esperar que un mayor tiempo de impregnación a la máxima presión y el uso de soluciones de PEG más concentradas, contribuyan a mejorar aún más la estabilidad dimensional de la especie.

**BIBLIOGRAFIA**

BESOLD, G.; Moreno G., 1988, Estabilización dimensional de la madera de *Aspidosperma quebracho blanco* Schlecht por impregnación con sustancias tánicas, Congreso Forestal Argentino, Santiago del Estero, Argentina, Tomo III, IV, 603 – 606.

CORONEL, E., 1994, Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de la madera, El Liberal - Santiago del Estero, 1era. Parte, pp 107 – 111.

I.R.A.M.: Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, Buenos Aires, Argentina.

MERILOUTO J., 1969, Impregnation of bich veneer with polyethylene glycol, Paperi Ja Puu, 51 (3): 213-218.

NOAK, D., 1969, Dimensional stabilization of wood with polyethylene glycol, Holz Zbl 95 (67): 997-998.

TSOUMIS, G., 1991, Science and technology of wood, Chapman and Hall, New York U.S.A., pp 155 – 158.

U.N.E.: Normas del Instituto Nacional de Racionalización y Normalización ( IRANOR ), Madrid, España.

WALKER, J.C.F., 1993, Primary Wood Processing, Chapman and Hall, Great Britain, pp 112 - 118.

WALLSTRÖM, L; Lindberg, A.; Johansson, I., 1995, Wood surface stabilization, Holz als Roh und Werkstoff, 53: 87-92.

WILKINSON, J., 1979, Industrial Timber Preservation, Associated Business Press, London, pp 211 215.

# EL POTENCIAL PRODUCTIVO DE UN BOSQUE SECUNDARIO DE LA RESERVA DE USO MULTIPLE DE GUARANI, MISIONES, ARGENTINA (\*)

## THE PRODUCTIVITY OF A SECONDARY FOREST, PLACED IN THE GUARANÍ PRESERVATION AREA, MISIONES, ARGENTINE.

Lidia López Cristóbal<sup>2</sup>  
Norma Vera<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Docente investigador área de Ecología, Facultad de Ciencias Forestales, UNaM.

<sup>2</sup> Docente investigador área de Silvicultura, Facultad de Ciencias Forestales, UNaM.

\* Proyecto financiado parcialmente por el CIFOR- Japan Research project

### SUMMARY

The objective of this work is to evaluate the productivity of a secondary forest of 25 years old, placed in the Guaraní Preservation Area, Misiones, Argentine. The diagnostic sample method was applied and also some structure characteristic were measured. The potential production was important, with a great quantity of trees, and the dominant species was *Ocotea puberula*. The conclusion is that the silviculture treatment, mean cutting the no disable species, and cutting the bamboo could improve the production.

**Key words:** Potential production. Secondary forest. Diagnostic sample. Structure

### RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue realizar una evaluación del potencial productivo de un bosque secundario de 25 años, ubicado en la Reserva de Guaraní, Misiones. Para ello se aplicó el muestreo diagnóstico y se complementó con características estructurales de la masa. El potencial productivo encontrado fue importante, representado por una proporción considerable de árboles, siendo la especie dominante *Ocotea puberula* (Laurel guaicá). Acerca de la necesidad de acciones silviculturales se concluye la conveniencia de liberar los individuos con diámetros mayores a 10 cm, de especies comerciales y la necesidad de limpiezas localizadas de sotobosque de bambúceas.

**Palabras clave:** Potencial productivo. Bosque secundario. Muestreo diagnóstico. Estructura

### INTRODUCCION

Los bosques secundarios son definidos como aquellos que se desarrollan en sitios donde la vegetación original fue totalmente destruida. Finegan (1993,a), distingue en su desarrollo tres fases, diferenciadas en función de las características ecológicas de las especies dominantes en cada una de ellas. Así, en la primera fase, dominan las herbáceas, en la segunda las heliófitas efímeras y en la tercera, las heliófitas durables. El desarrollo de estas fases o

estadios de la sucesión secundaria están condicionados por dos factores fundamentales: la disponibilidad de semillas y el uso previo del sitio. Así, en sitios sometidos a muchos años de agricultura intensiva o aislados de fuentes semilleras el proceso puede ser muy lento (Finegan, 1993).

Existen estudios realizados en el Trópico Americano (Hartshorn, 1983; Somarriba, 1984; Hutchinson, 1993 a; Martins, 1996) que demuestran el potencial biológico importante que presentan los bosques secundarios de dichas zonas. Ese potencial está representado principalmente por las especies heliófitas durables, es decir las heliófitas de vida larga, con altas tasas de crecimiento y maderas de calidad aceptable a muy buena (Finegan, 1992).

Con respecto a la silvicultura de los bosques secundarios, Hutchinson (1993 a) y Finegan (1992), aconsejan no intervenir en la primera y eventualmente en la segunda fase de la sucesión y señalan la conveniencia de hacerlo en la tercera donde ya existe una clara dominancia de las heliófitas durables. El riesgo que señalan los autores mencionados, de intervenir en forma temprana es el de retroceder en las etapas de la sucesión al ocasionar aperturas de dosel.

Como antecedentes importantes en el manejo de los bosques secundarios pueden citarse los bosques de Trinidad y un caso más reciente es un bosque

secundario de Pérez Zeledón en Costa Rica, donde se aplicaron entresacas selectivas con resultados alentadores (Hutchinson, 1993).

En la Provincia de Misiones, no existen antecedentes acerca del manejo de los bosques secundarios y su potencial biológico y productivo. La importancia de incursionar en este tipo particular de formaciones boscosas, reside en el significativo aumento de superficie ocupada por ellas en las últimas décadas, no solo en la Provincia de Misiones, sino en todo el mundo. Para Misiones Deschamp et al (1987) cita cerca de 800.000 Ha ocupadas por este tipo de formaciones y el Ministerio de Ecología estima en el año 1995 1.200.000 ha de capueras (término regional que también incluye bosques primarios degradados).

A lo anterior se suma el hecho del importante potencial que tienen en general los bosques secundarios y la posibilidad de conducirlos a través de operaciones y tratamientos sencillos.

En este contexto, el propósito de esta publicación es brindar información preliminar, sobre las potencialidades productivas de un bosque secundario de uso previo de tipo intensivo y analizar operaciones y procedimientos silviculturales, tendientes a mejorarlos.

## MATERIALES Y METODOS

El estudio se desarrolló en un bosque secundario ubicado en la Reserva de Uso Múltiple "Guaraní", ubicada en el Departamento de Guaraní, al noreste de la Provincia de Misiones, Argentina. Las coordenadas geográficas del lugar son 26° 56' de latitud S y 54° 15' de longitud O (Palavecino et al, 1995). La extensión total del bosque en estudio es de 3 ha y la edad de 25 años.

Fitogeográficamente el área pertenece a la Provincia Paranaense, distrito de las selvas mixtas, comunidad de la selva del "Laurel y Guatambu" (Cabrera, 1994).

Casi la totalidad de la superficie de la Reserva, esta cubierta por bosques primarios en buen estado de conservación. Los bosques secundarios representan una muy baja proporción de la superficie total y carecen de continuidad, presentándose como manchones de pequeñas superficies, en distintos estados de recuperación.

Las características más relevantes del bosque secundario estudiado son su cercanía a las fuentes de semilla, ya que está rodeado por el bosque primario y el uso previo al que fue sometido que puede ser caracterizado como intensivo, ocasionado por la agricultura de subsistencia que han realizado los

aborígenes que habitan la zona.

La topografía general del área es ondulada, presentando zonas de grandes pendientes y alturas medias de 400 m.s.n.m. (Palavecino et al, 1.995).

Los suelos prevalecientes en el área, son los del complejo 6A, 6B, 9, 3, 7 (C.A.R.T.A., 1962).

El clima puede ser clasificado como húmedo, subtropical con una precipitación anual de 1500 mm y una temperatura media de 20-21 °C, con una amplitud térmica anual de 11°C (Palavecino et al, 1995).

Para describir el potencial productivo del bosque secundario, se aplicó una técnica de muestreo denominada Diagnóstico utilizando la metodología que proponen Hutchinson (1993 b) y Guillén (1993). Para ello se relevaron 100 parcelas de 0,01 ha, distribuidas en forma sistemática sobre cinco transectas de longitud variable. En cada parcela se seleccionó un individuo como "Deseable sobresaliente", al cual se lo clasificó según su tamaño en alguna de las siguientes categorías: árbol (individuos mayores a 10cm de DAP y menores a los diámetros mínimos de corta), latizal (individuos de más de 150 cm de altura y DAP menores a 9,9 cm), y brinjal (individuos desde 30 cm hasta 150 cm de altura).

A cada deseable sobresaliente árbol, se le midió el DAP y a todos las condiciones generales de iluminación de la copa, utilizando el índice de iluminación de copas que propone Hutchinson (1993 b).

Cuando en alguna de las parcelas no se encontró un individuo "Deseable sobresaliente" de cualquiera de las categorías de tamaño descriptas o cuando no satisfacen criterios de calidad como ser una especie comercialmente aceptable, de buena forma y estado sanitario, la parcela fue declarada vacía.

Se complementó la información básica del muestreo con informaciones del sotobosque predominante y la presencia de árboles mayores a los diámetros mínimos de corta en las parcelas.

Para el análisis de las potencialidades productivas del bosque secundario, la información suministrada por el muestreo diagnóstico fue complementada con las provenientes de una caracterización estructural del mismo bosque, con el propósito de fortalecer los puntos de análisis.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En el bosque secundario estudiado, el potencial productivo estuvo representado en el 53%

(Tabla 1) de los casos por individuos pertenecientes a la categoría de Tamaño "árbol". El hecho de que más de la mitad de las parcelas estuvieran ocupadas por un árbol de características deseables desde el punto de vista comercial, ilustra un potencial productivo importante para este bosque. Sin embargo al estudiar la distribución de frecuencias diamétricas de estos individuos, resultó una gran concentración de los mismos en las clases inferiores de DAP (siendo las clases inferiores a 30 cm las más frecuentes).

Este último aspecto señala que si bien el potencial productivo es interesante, el bosque estudiado es aún joven, ya que del total de árboles para futuras cosechas, el 40% se encuentra en las clases diamétricas de 10 a 20 cm, el 49% en las clases de 20

a 30 cm y el porcentaje restante en la clase de 30 a 40 cm.

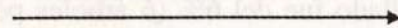
En el 19% de las parcelas se seleccionó como deseable sobresaliente un "Latizal" y en el 13% ante la ausencia de árboles y latizales de futura cosecha se seleccionó un "Brinzal".

Desde el punto de vista del manejo, estos individuos y en especial los brinzales, indican un potencial productivo más mediato que requerirán en muchos casos tratamientos particulares tendientes a favorecerlos, ya que son los individuos con mayores problemas de iluminación, encontrándose en la mayoría de los casos con iluminaciones de tipo lateral solamente o sin ninguna iluminación directa (Gráfico1).

**Tabla 1- Frecuencias (%) de Deseables Sobresalientes presentes en un bosque secundario de 25 años en Guaraní, Misiones, Argentina.**

TIPO DE DESEABLE SOBRESALIENTE	INDICES DE ILUMINACION					TOTAL
	1	2	3	4	5	
ARBOL	21	26	3	3		53
LATIZAL	3	3	11	2		19
BRINZAL				2	11	13
PARCELAS VACIAS					15	15
TOTAL	24	29	14	7	26	100

Necesidad de tratamientos silvícolas

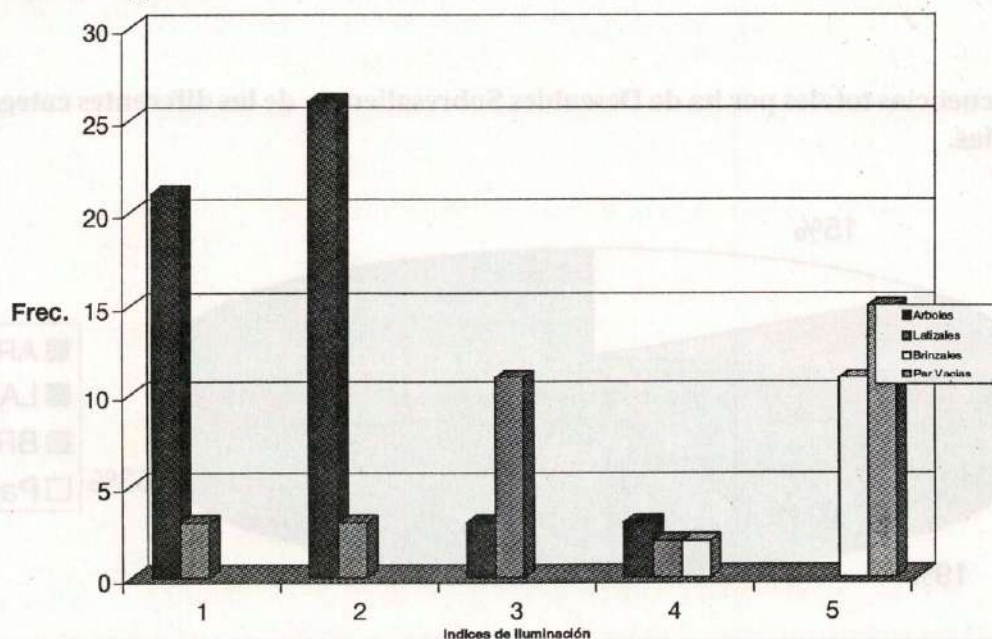


INDICES DE ILUMINACION

\*

\* Aumenta el tiempo necesario para la cosecha.

**Gráfico1: Frecuencias (%) De Deseables Sobresalientes presentes en un Bosque Secundario de 25 años en Guaraní. Misiones, Argentina.**



Acorde con lo mencionado anteriormente con respecto a las acciones silviculturales Finegan (1992), las mismas deben dirigirse a las clases de tamaño superiores o eventualmente intermedias, como en este caso los latizales, ya que operaciones de liberación dirigidas a estos estratos resultan en menores costos y beneficios indirectos para las categorías de tamaño menores.

En este caso particular, la importante proporción de deseables sobresalientes pertenecientes a la categoría de latizales se encuentra distribuida en condiciones de iluminación más críticas que la de los árboles. Una opción que podría resultar beneficiosa para el potencial productivo de este bosque, sería la aplicación de una liberación de deseables sobresalientes de la categoría árbol (sobre todo aquellos pertenecientes a las clases diamétricas entre 10 y 30 cm) con lo que indirectamente se estaría mejorando las condiciones de iluminación de los latizales y brinzales.

La frecuencia de árboles mayores al diámetro mínimo de corta hallado fue del 6% (6 árboles por ha), esta información conjugada con datos estructurales totales como la diversidad florística baja (47 especies) y la alta densidad de individuos (942 arb/ha) (López Cristóbal et al, 1999), confirman la condición de un bosque joven, en una tercera etapa de la sucesión y sin posibilidades actuales de un aprovechamiento comercial.

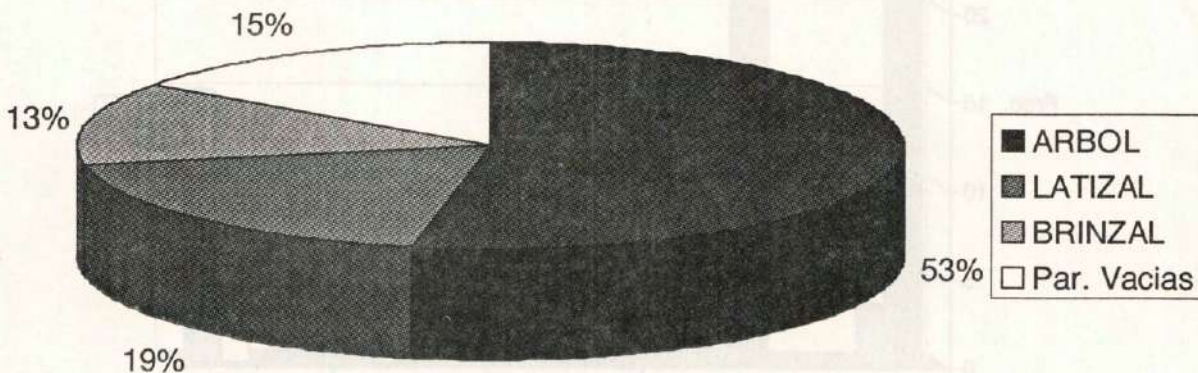
Una alta proporción de parcelas se presentaron vacías (15%) (gráfico 2) y el sotobosque predominante en todos los casos se encuentra ocupado por bambúseas. En estos lugares sería factible la aplicación de algún tratamiento a nivel de sotobosque para favorecer la regeneración natural.

Con respecto a qué tratamientos y operaciones silviculturales podrían ser pertinentes en la conducción de estos bosques, Hutchinson (1993 a) aconseja la selección de tratamientos que tienden a favorecer el crecimiento de los deseables sobresalientes mayores (árboles y eventualmente latizales), por lo que intervenir con tratamientos de apertura de dosel como liberaciones por ejemplo, solo son aconsejables en etapas avanzadas de la sucesión.

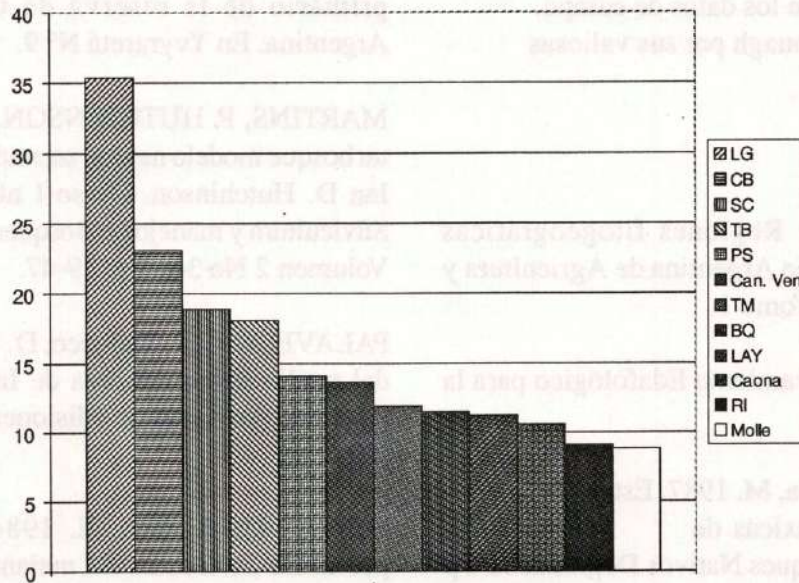
Con respecto a la composición del bosque, de 47 especies encontradas, el 27 % presenta valor comercial actual para diferentes usos, siendo la especie absolutamente dominante y de mayor importancia ecológica – medido a través del índice de valor de importancia (I.V.I.)-, el Laurel Guaicá (*ocotea puberula*). (Gráficos 3 y 4).

Esta última especie se caracteriza por ser altamente demandante de luz y frecuentemente también presenta alta dominancia en bosques primarios. En el bosque secundario estudiado, su dominancia absoluta fue de 2,89 m<sup>2</sup>/ha y la dominancia relativa del 20%. Por las características ecológicas de la especie, mencionadas anteriormente, su importancia en el bosque estudiado, sumado a la buena aceptación comercial actual que presenta en la provincia de Misiones, las acciones silviculturales deberían concentrarse en esta especie y otras que aunque con menor frecuencia se presentan en este bosque como *Prunus subcoriacea*, *Nectandra lanceolata* y *Luhea divaricata*.

Gráfico 2: Frecuencias totales por ha de Deseables Sobresalientes de las diferentes categorías de Tamaño y parcelas vacías.



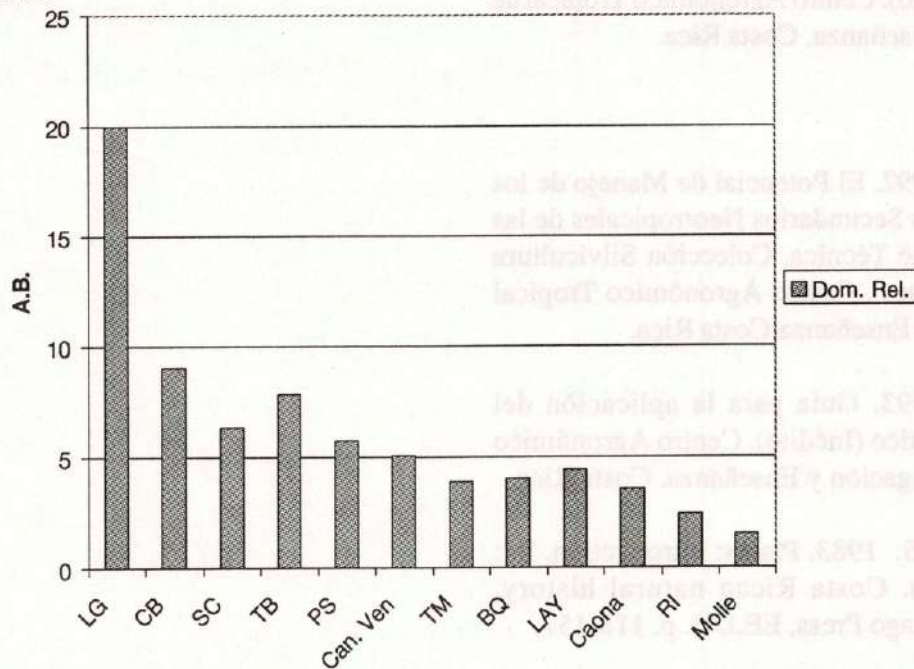
**Gráfico 3: Las 12 especies de mayor Índice de Valor de Importancia del bosque secundario de Guaraní, Misiones, Argentina.**



**Referencias:**

LG : *Ocotea puberula*. CB: *Matayba eleagnioides*. SC: *Luhea divaricata*. TB: *Artrosamanea polyhanta*.  
 PG: *Prunus sunbcoriacea*. Can Ven: *Helietta apiculata*. TM: *Vitex cimosa*. BQ: *Sebastiania commersoniana*.  
 Lay: *Ocotea pulchella*. Caona: *Ilex brevicuspis*. RI: *Lonchocarpus leucanthus*. Molle: *Schinus terebentifolius*.

**Gráfico 4: Las doce especies de mayor Dominancia Relativa halladas en el bosque secundario de Guaraní, Misiones, Argentina.**



**CONCLUSIONES**

El bosque secundario de este estudio, se encuentra en la tercera etapa de la sucesión. Los individuos promisorios para futuras cosechas, son en su mayor parte de la categoría árbol y pertenecientes a esta especie, por lo que se concluye que cualquier acción silvicultural debe ser dirigida para favorecer a estos individuos preferentemente.

Si bien actualmente este bosque presenta un importante potencial productivo, este debe ser mejorado a través de la aplicación de tratamientos de liberación dirigidos a los individuos de valor comercial con diámetros superiores a 10 cm.

La proporción de parcelas vacías es alta y estos sitios deben ser tratados con limpiezas de sotobosque para promover la regeneración natural.

## AGRADECIMIENTOS

A los becarios Héctor Keller y Juan Garibaldi que facilitaron los datos de campo. Al Ing. Patricio Mac Donagh por sus valiosas sugerencias.

## BIBLIOGRAFIA

CABRERA, A. 1994. Regiones fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Fascículo 1. Tomo 1.

C.A.R.T.A. 1962. Relevamiento Edafológico para la Provincia de Misiones.

DESCHAMPS, J; Ochoa, M. 1987. Estudio sobre las comunidades postclimáticas de Misiones. IV Jornadas Técnicas: Bosques Nativos Degradados. Pp : 36-45.

FINEGAN, B. 1993 a. Bases Ecológicas para la producción Sustentable (Inédito). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Costa Rica.

1993b. Bases Ecológicas para la Silvicultura.(Inédito). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Costa Rica.

1992. El Potencial de Manejo de los Bosques Húmedos Secundarios Neotropicales de las Tierras Bajas. Serie Técnica. Colección Silvicultura y manejo de bosques . Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Costa Rica.

GUILLEN, L. 1993. Guía para la aplicación del Muestreo Diagnóstico (Inédito). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Costa Rica

HARTSHORN, G.S. 1983. Plants: Introduction. In : Janzen, D.H. (ed). Costa Rican natural history. University of Chicago Press, EE.UU. p. 118-157.

HUTCHINSON, I. 1993 a. Silvicultura y Manejo en un Bosque Secundario Tropical. En Revista Forestal Centroamericana. pp: 13-18

HUTCHINSON, I. 1993 b. Puntos de partida y Muestreo Diagnóstico para la silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo. C.A.T.I.E. Serie técnica N° 7. 32p.

LÓPEZ CRISTÓBAL, L; Vera, N. 1999. La diversidad florística del bosque nativo secundario y primario de la reserva de Guarani, Misiones, Argentina. En Yvyrareta N° 9.

MARTINS, P. HUTCHINSON, I. 1996. Manejo de un bosque modelo natural secundario . Bosque Modelo Ian D. Hutchinson. Curso Intensivo Internacional Silvicultura y manejo de Bosques Naturales Tropicales. Volumen 2 No 34. Pp: 39-47.

PALAVECINO, J. Maiocco, D. 1995. Levantamiento del medio físico del área de Investigación Forestal Guaraní, Provincia de Misiones. En Yvyrareta N 6. 50-62 p.

SOMARRIBA, CH., E. 1984. Dinámica de la población de *Goethalsia meiantha* (J. Donn. Smith) Burret en un bosque tropical secundario. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R. CATIE. 74 p.

**APROXIMACION A UN RELEVAMIENTO HOLISTICO DE UN SECTOR DE LA BIOSFERA  
YABOTI - MISIONES - ARGENTINA**

**APPROXIMATION TO A HOLISTIC SURVEY OF A SECTOR OF THE BIOSPHERE YABOTÍ, IN  
MISIONES, ARGENTINA**

**Palavecino, José  
Maiocco, Domingo  
Gauto, Oscar  
Benitez, Juan  
Lange, Waldelino**

Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales - Facultad de Ciencias Forestales - Universidad Nacional de Misiones - Argentina

Bertoni 124 - ( 3382 ) Eldorado - Misiones - Argentina - Fax : 03751-431766

**SUMMARY**

Yabotí Biosphere Reservation is placed in Misiones Province and it occupies a vast zone of 253.373 ha. Inside it - whit an extension of 5343 ha - we find the Guaraní Multiple Use Reservation where the Forest Sciences University from the National University of Misiones is researching on native forests rational management. This work object consist of an holistic predial job that is to identify enviromental and space variations in order to establish structural units from these components relationship. To make this we have taken information from Remote Sensing features, Thematic Cartography and existing available methodology relevations which consists on defining different information resourses or layer such as hypsometry, geomorphology, soils, kinds of sloping and vegetal cover. This information was analysed statistically with a multivariated technology. As a result we obtained a set of four groups or stages which are in close relation with these variations named before. Such groups location is showed on a Thematic Card which tries to improve itself with many other variables on the purpose of a better identified stage discrimination.

**Key words:** Natural Resources – Layers – Cartography – Misiones (RA).

**RESUMEN**

La Reserva de Biósfera Yabotí se encuentra ubicada en la provincia de Misiones, ocupando una basta zona de 253.373 ha. Dentro de la misma, y con una superficie de 5343 ha se implanta el Area de Reserva de Uso Múltiple Guaraní, área donde la Facultad de Ciencias Forestales dependiente de la Universidad Nacional de Misiones realiza investigaciones en lo referente al manejo racional del bosque nativo. El objetivo del presente trabajo consiste en realizar un relevamiento holístico del predio, esto es identificar las variables de ubicación espacial - ambiental y establecer unidades estructurales resultantes de la interrelación de esas componentes. Para llevar a cabo lo propuesto, se utilizó información proveniente de los sensores remotos, cartografía temática y relevamientos existentes. La metodología consistió en definir distintos planos de información o layers, tales como hipsometría, geomorfología, suelos, clases de pendientes y cobertura vegetal. La información obtenida se sometió a análisis estadístico

de técnica multivariada, dando como resultado la formación de cuatro grupos o estratos relacionados con las variables nombradas. La localización de los grupos nombrados se reflejan sobre una Carta Temática, la cual promete enriquecerse con la incorporación de otras variables que permitan una mejor discriminación de los estratos identificados. Si bien un relevamiento de esta naturaleza, debería incluir otras variables; para esta primera aproximación se consideró las variables nombradas, debido a la carencia de datos confiables y sistemáticos.

**Palabras clave:** Recursos Naturales – Planos de información – Cartografía – Misiones ( RA).

**INTRODUCCIÓN**

La Provincia de Misiones, República Argentina, cuenta con 449.402 ha. de áreas naturales protegidas, esto es aproximadamente el 15% del territorio provincial. Teniendo en cuenta el alto grado

de explotación de la selva desde comienzos de este siglo, se puede acreditar que el mayor remanente de la selva paranaense se encuentra en Misiones.

El mayor exponente dentro de las mencionadas áreas, corresponde a la Reserva de Biósfera Yabotí, que con una superficie de 253.773 ha. se implanta al centro este de la Provincia con una inmensa riqueza florística y faunística asociada con el resto de los componentes ambientales.

En su límite Oeste, se encuentra ubicada el Área de Reserva de Uso Múltiple Guaraní, de la Universidad Nacional de Misiones; la cual a través del Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales, realiza diversos Proyectos de Investigación respecto al manejo del bosque nativo.

Entre estos Proyectos se encuentra el Relevamiento holístico de un sector de la Biósfera Yabotí, el cual toma como unidad de trabajo el Área de Reserva de Uso Múltiple Guaraní, tratando de dar a conocer por medio del presente informe, un avance sobre los resultados obtenidos.

Como es sabido, el bosque es un recurso natural renovable, producto de la acción conjunta de todos los factores que hacen al medio ambiente. El conocimiento de esos factores a través de diagnósticos físico - espaciales, permite realizar un planeamiento adecuado del espacio en función de su potencial natural.

En base a esta premisa, el presente trabajo pretende examinar la superficie del área nombrada desde un punto de vista holístico, esto es la síntesis o sinopsis del resultado de las interrelaciones entre la geomorfología - clima - suelo - vegetación y utilización de la tierra, las cuales se plasman en unidades estructurales que permitirán identificar unidades de gestión en un futuro Gerenciamiento u Ordenamiento Territorial.

Organizaciones tal como la FAO, el Ministerio de Agricultura y Bosques de Canadá y Servicio Forestal de USA entre otras, realizaron diversas clasificaciones de este tipo de unidades con diversas metodologías ; definiendo y clasificando desde las mínimas unidades ecológicas como ser el hábitat, hasta los grandes paisajes que modelan la superficie terrestre.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio.

El área en estudio se encuentra ubicada en el Municipio de El Soberbio, Departamento Guaraní, a los 26° 56' de Latitud Sud y 54° 15' de Longitud Oeste, cubriendo una superficie de 5343 ha.

Sobre la misma se asienta el bosque espontáneo correspondiente al Distrito de las Selvas Mixtas, el cual junto con los Distritos de los Pinares conforman la denominada Selva Paranaense.

El relieve es de tipo quebradizo con altitudes entre los 267 y 574 msnm , fuertes pendientes y bañado por una extensa red de cursos de agua que convergen a los Arroyos Paraíso y Soberbio, límites nordeste y sudeste respectivamente.

El clima es cálido, subtropical con temperaturas media promedio en el orden de los 20 a 21° C y precipitaciones abundantes y uniformes - 1500 mm anuales -.

Los suelos del área se encuadran en 6 órdenes de la taxonomía americana (Soil Survey Staff, 1985 y 1987) a saber: Entisoles, Inceptisoles, Molisoles, Alfisoles, Ultisoles y Oxisoles. (Pahr et al., 1997).

La vegetación selvática, se extiende hacia el noroeste, nordeste y sudeste, sin una mayor alteración de la Ruta Provincial N° 15 que la atraviesa .

Desde el punto de vista antrópico, el área está ocupada por una pequeña comunidad aborígen - Aldea Carmelito - que ocupa una superficie de 256 ha. donde realizan sus cultivos de subsistencia. No obstante se debe remarcar que en el límite Sudoeste, sobre el Arroyo Soberbio la presión antrópica es cada vez mayor por la presencia de culturas agrícolas.

Para definir el potencial disponible del área, fue necesario reunir informaciones de diversos parámetros ambientales a través de **Planos de Información o Layers**. Para el presente trabajo se tomó como tales, la Cartografía producida por Levantamiento del medio físico del área de investigación forestal Guaraní ( Palavecino y Maiocco, 1995) y Relevamiento edafológico del área experimental y demostrativa Guaraní de la Facultad de Ciencias Forestales (Pahar, et al., 1997).

Por lo tanto, toda la superficie del predio se encuentran identificada en planos de información correspondientes a:

- 1.- Geología
- 2.- Geomorfología
- 3.- Hipsometría
- 4.- Edafología
- 5.- Clases de pendientes
- 6.- Drenaje
- 7.- Cobertura vegetal

Las escalas varían entre 1: 13.000 - las mayores - y 1:50.000 - las menores -. Acompañan como complemento, Cartografía resultante del Plan de Ordenación Forestal sobre 1000 has del predio

donde se visualiza el Cuartel Guaraní con sus Tramos y Rodales y las zonas productivas e improductivas.

Como elementos de apoyo respecto a material de Percepción Remota; desde un nivel exploratorio a semidetalle y detalle, se utilizaron:

1.- Imágenes orbitales del satélite francés SPOT, escala 1: 100.000; una pancromática ( P ) con resolución espacial de 10 m y otra a color ( P + XS ) con resolución espacial de 10 m. Fechas 1989 y 1991 respectivamente.

2.- Fotografías aéreas pancromáticas blanco y negro generadas por el Instituto Geográfico Militar, escala 1:50.000 y 1:12500 del año 1981.

3.- Fotografías aéreas color normal de pequeño formato (FAPEFs) escala media 1:7000 realizadas por el Aero Club Posadas.

Como instrumental se utilizaron estereoscopio de espejos, estereoscopio de bolsillo, planímetro digital, pantógrafo y elementos de dibujo técnico.

La metodología consistió en confeccionar sobre papel acetato transparente, una matriz o grilla formada por 198 celdas de 27 has. cada una. La misma sirvió para superponerla sobre los planos de información y obtener información temática deseada.

Para el presente análisis solo se tomaron los planos de información correspondientes a **geomorfología, hipsometría, pendientes, suelos y vegetación**, considerando que la región en estudio presenta un panorama geológico bastante uniforme, formado por seis de los once tipos de derrames de lava que se fueron sucediendo en diferentes episodios volcánicos que abarcaron una extensa zona denominada Escudo de Brasilia en el Cretácico Inferior.

Desde el punto de vista del drenaje; sobre el predio, existen cuatro grandes cuencas cuyos límites superan a los del predio y la información en ese plano superaba a la de los límites de la matriz empleada que abarca solo la del predio en estudio. Por tal motivo este plano no fue incluido en este análisis, reservándolo para uno posterior.

Geomorfológicamente, el predio abarca parte de dos unidades **geomorfológicas** de acuerdo al Atlas de Suelos de la República Argentina , Provincia de Misiones:

UGI : Estribaciones de la meseta central preservada, que ocupa el área comprendida entre el arroyo Paraíso y la divisoria de aguas que separa las cuencas de los arroyos Paraíso y Soberbio. El relieve se presenta ondulado a fuertemente ondulado conformado por lomas asociadas a sectores escarpados

e inclinados, desgastados por erosión hídrica.

UGII : Relieve montañoso fuertemente disectado, correspondiente al sector comprendido entre el arroyo Soberbio y la divisoria de aguas que separa las cuencas de los arroyos Soberbio y Paraíso. El relieve es escarpado e inclinado con geoformas típicas de cerros (Pahr, et al., 1997).

El plano de información correspondiente a la **hipsometría** revela la existencia de cuatro capas a saber:

- a) 267 a 300 m
- b) 300 a 400 m
- c) 400 a 500 m
- d) 500 a 574 m

En el mismo, se destaca que la capa comprendida entre los 400 y 500 m ocupa 2549 ha. equivalente a casi la mitad de la superficie del predio.

La distribución espacial del layer **edafológico** presenta ocho unidades cartográficas, formadas por tres Complejos y cinco Asociaciones identificadas como:

- a) Complejo IOtc - I
- b) Asociación UUrđ - I
- c) Complejo MUac - I
- d) Asociación AUrd - I
- e) Complejo IUtc - I
- f) Asociación OOTc - I
- g) Asociación UUrđ - II
- h) Asociación IOtc - II

La primera parte de la simbología representa la Unidad de Perfil predominante y la segunda, seguida de un guión, con números romanos, el código de la unidad geomorfológica a la que pertenecen de acuerdo a lo explicado anteriormente como UGI y UGII.

La mayor proporción corresponde a la asociación IOtc - II que ocupa 3056,2 ha o sea 57,2% de la superficie del predio y un 88,6% de la UGII.

Sobre la UGI se presenta la mayor variación de estos tipos de asociaciones y complejos, destacándose por su mayor presencia la Asociación AUrd - I con 854,9 ha. ( Pahr et al., 1997)

Las **pendientes** fueron analizadas sobre hojas topográficas a escala 1:20.000 y con una equidistancia de 20m realizadas por la compañía C.A.R.T.A. Las clases resultantes fueron:

- a) < 10%
- b) 10 - 15 %
- c) 15 - 30%
- d) 30 - 45%
- e) >45%

El análisis del layer correspondiente revela que un 63% del predio posee pendientes menores al 15%, ubicándose las pronunciadas en la UGII y en las cercanías de los afluentes del arroyo Paraíso.

Respecto a la **cobertura vegetal**; tal como se mencionó anteriormente, en el predio en estudio, se desarrolla la más variada gama de especies del Distrito de las Selvas Mixtas, compuesta por diversos estratos que abarcan ejemplares de gran magnitud de leguminosas, lauráceas, mirtáceas y meliáceas entre otras, entremezclados con vegetación arbustiva, subarbustiva y herbácea y un estrato inferior formado por bambúceas, lianas, helechos y líquenes.

Un primer plano de información identifica la cobertura de acuerdo al tipo de bosque por su naturaleza de tipo natural experimental - productor, protector; la localización del asentamiento de la comunidad aborígen y las formaciones secundarias o capueras resultantes del itinerario de los continuos cambios de lugar por parte de los aborígenes luego de realizar el aprovechamiento del lugar y abandonarlo. (Palavecino y Maiocco, 1995)

Para un mejor enriquecimiento de información respecto a vegetación, se tomó en cuenta los datos obtenidos del inventario realizado en el Plan de Ordenación Forestal Cuartel Guaraní I (Grance y Maiocco, 1992) tomando la altura de los árboles como parámetro de ser apreciado en las fotografías aéreas.

De lo apreciado en la localización fotografía - terreno, se establecieron las siguientes categorías:

- a) Bosque alto: >15 m
- b) Bosque medio a bajo: <15 m
- c) Bosque secundario o capueras
- d) Comunidad aborígen.

La matriz anteriormente citada se sobrepuso sobre las fotografías aéreas, escala 1:12500 y en cada celda se realizó la estimación porcentual de cada una de las categorías establecidas.

Idéntico procedimiento se siguió para cada uno de los planos de información que entraron en el análisis, formando una banca de datos sobre las 198 parcelas de 27 ha. cada una.

Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de técnica multivariada como lo es el de Análisis de Cluster. Dentro de éste se utilizó el Método de mínima varianza o de Ward's con distancia euclidiana, que agrupa parcelas similares entre sí en función de las variables citadas.

## RESULTADOS

El Análisis de Cluster determinó la existencia

de cuatro agrupamientos aceptando una variación interna de hasta 20% respecto a la máxima distancia encontrada; los cuales se reflejan en un mapa a escala 1: 13.000 – Anexo I –

Los aspectos que contribuyeron al establecimiento de la leyenda y que caracterizan cada unidad de mapeamiento, pueden ser así considerados:

**A** - Formación boscosa con alta predominancia de ejemplares con altura promedio menor a 15m. La intervención es escasa obedeciendo solo a lo extraído en el Plan de Ordenación Forestal. Se desarrolla en su plenitud sobre las estribaciones de la meseta central preservada ocupando las mayores alturas del predio ( 400 a 574m), con pendientes suaves a moderadas - pronunciadas (hasta el 30% ).Es el área donde predomina la mayor variación de asociación y complejos de suelos que van de los rojos profundos asociados a pardos medianamente profundos, a hidromórficos y a pardos someros pedregosos.

**B1** - Area lindante a la anterior por el divorcio de aguas entre el Arroyo Paraíso y Soberbio, extendiéndose sobre la divisoria de aguas de cuencas que confluyen en este último. El relieve es montañoso, disectado, con afloramiento rocosos de basalto en los sectores cuspidales. Las capas hipsométricas donde se asienta está entre los 360 y 571m con pendientes suaves a muy pronunciadas, mayor a 45% en algunas zonas. Predomina el bosque medio a bajo sobre suelos pardos, pedregosos, someros, asociados a pardos profundos y a afloramientos rocosos.

**B2** - Area de mayor actividad antrópica debida a la presencia de la comunidad aborígen. Se localizan en los márgenes de tributarios del arroyo Soberbio, a niveles entre los 300 y 400m sobre un relieve inclinado con pendientes suaves a moderadas. La vegetación natural es casi siempre secundaria, con islas de bosques medios a bajos, que se desarrollan sobre suelos rojos profundos asociados a pardos poco profundos y pedregosos.

**B3** - Area correspondiente a las capas hipsométricas más bajas del predio( 267m ) con algunas que llegan hasta los 500m. El relieve se presenta montañoso y fuertemente disectado, con pendientes moderadas a muy pronunciadas (10 a 45% )En esta unidad predomina la vegetación primaria con bosques altos y medios a bajos sin vestigios de intervención, sobre suelos pardos, pedregosos, someros, asociados a pardos profundos y a afloramientos rocosos.

## CONCLUSIONES

Con esta primera aproximación de relevamiento de tipo holístico de un sector de la Biósfera Yabotí, se determinan unidades de gestión dentro de este sector, que la Facultad de Ciencias Forestales dispone para el ámbito de la investigación. La mencionada Biósfera abarca un espectro más amplio de diversas culturas que se desarrollan sobre ella; el presente trabajo toma como referencia unidades de gestión referente al bosque nativo con tan solo una incipiente actividad antrópica realizada por los aborígenes, la cual presenta diferencias respecto a otros escenarios donde el bosque nativo se asocia a actividades agrícolas, forestales, etc.

Si bien estos tipos de levantamientos incluyen otras variables además de las presentadas en este trabajo; para este primer avance se tomó en cuenta las que se consideró fundamentales y además por carecer la zona de datos confiables y sistemáticos.

El plano de información de la vegetación resultó bastante débil dentro de los demás debido a que una parcela de 27 has de bosque nativo, resulta grande como para tomar tan solo la altura como referencia del mismo.

Los productos de los sensores remotos resultaron ser una herramienta indispensable y los planos de información pueden ingresar a un Sistema Geográfico de Información (GIS) para posteriores análisis con otras variables.

El análisis multivariado permitió organizar la banca de datos, manipularlos, relacionarlos y establecer los vínculos que dieron lugar a los agrupamientos obtenidos.

## BIBLIOGRAFÍA

GRANCE, L. 1992. Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. Plan de Corta Cuartel Guaraní I, Tramo II, Informe Técnico, 37p (Inédito)

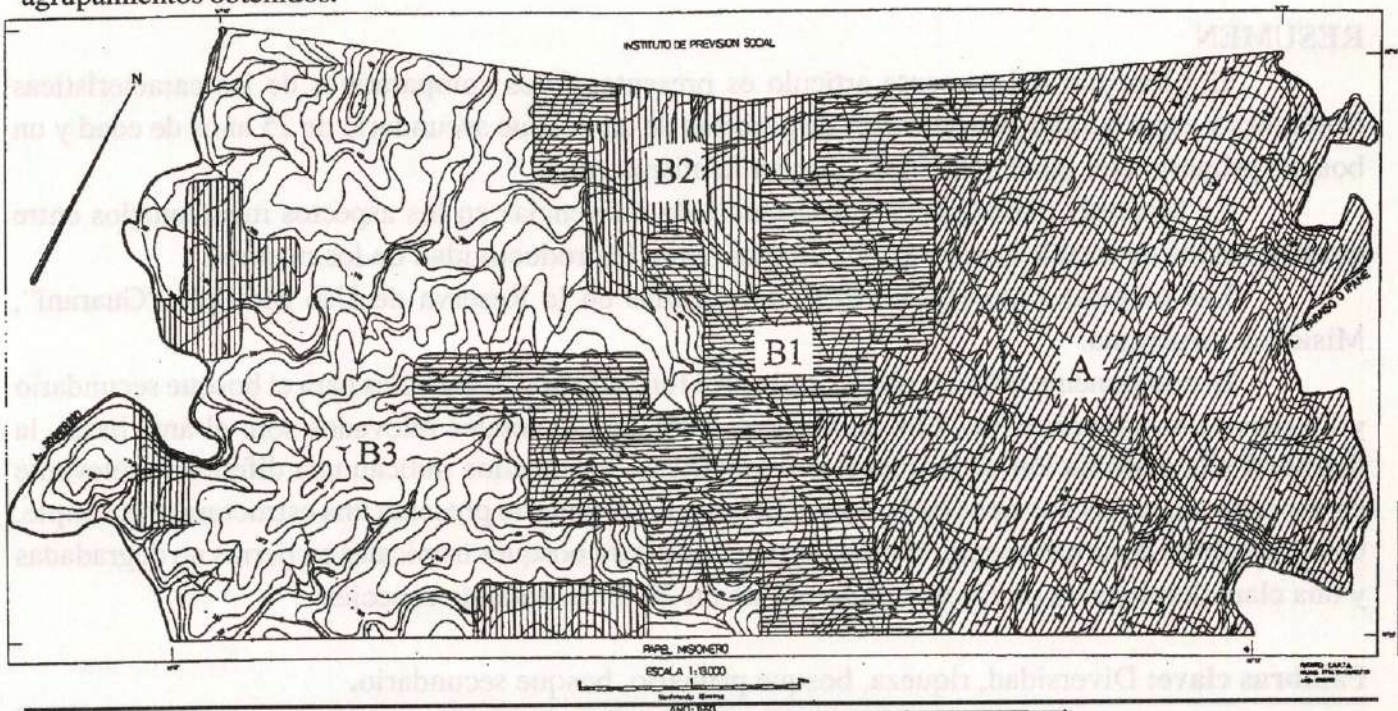
MAIOCCO, D. 1992. Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. Plan de Corta Cuartel Guaraní I, Tramo III, Informe Técnico, 42 p (Inédito)

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y OBRAS PÚBLICAS, 1961. Planeamiento de la Provincia de Misiones. Tomo I. 40 a 55 p

PAHR, N. FERNÁNDEZ, R. O'Lery, H. Lupi, A. 1997. Relevamiento edafológico del Area Experimental y Demostrativa "Guaraní" de la Facultad de Ciencias Forestales. FCF - ISIF (UNaM). Eldorado, Misiones. 38 p (Inédito)

PALAVECINO, J. MAIOCCO, D. 1995. Levantamiento del Medio Físico del Area de Investigación Forestal Guaraní, Prov.de Misiones. Yvyrareta, Año 6, N° 6, FCF - ISIF (UNaM). Eldorado, Misiones. 50 a 62 p

TELERILEVAMENTO NELLA VALUTAZIONE DELLE RISORSE NATURALI, 1989. Instituto Agronómico per L'Oltremare. N°106, Firenze, Italia. 100p



# LA DIVERSIDAD FLORÍSTICA DEL BOSQUE NATIVO SECUNDARIO Y PRIMARIO DE LA RESERVA DE GUARANI, MISIONES, ARGENTINA (\*)

## THE FOREST DIVERSITY OF A NATIVE SECONDARY AND PRIMARY FOREST OF THE GUARANI RESERVATION AREA, MISIONES, ARGENTINE.

Lidia López Cristóbal <sup>1</sup>  
Norma Vera <sup>2</sup>

<sup>1</sup>- Docente investigador área de Ecología, Facultad de Ciencias Forestales, UNaM.

<sup>2</sup>- Docente investigador área de Silvicultura, Facultad de Ciencias Forestales, UNaM.

\* Proyecto financiado parcialmente por el CIFOR- Japan Research project

### SUMMARY

The aim of this work is to show the structure and composition characteristics of a secondary forest of 25 years old compare with a primary forest in a similar site condition.

The hypothesis is that exist difference among this forest in structure and composition, and in the productivity of each one.

The plots were placed in "Guaraní" Preservation Area, Misiones, Argentine.

The secondary forest was composed by 47 species and the primary by 89. The structure data analyzed were: base area, density and diametric frequency distribution. All of then shows an important difference for both type of forest. The secondary forest present a simple structure, a delay development and a 20 % dominance value of *Ocotea puberula* respect the total species.

**Key words:** Forest Diversity. Richness. Primary Forest. Secondary Forest.

### RESUMEN

El propósito del presente artículo es presentar datos comparativos de las características florísticas y estructurales provenientes de parcelas de un bosque secundario de 25 años de edad y un bosque primario con igual calidad de sitio en la misma zona.

La hipótesis planteada es la existencia de diferencias en los aspectos mencionados entre estos dos tipos de formaciones y en los efectos sobre la productividad de los mismos.

Las parcelas bajo estudio están localizadas en la Reserva de Uso Múltiple "Guaraní", Misiones, Argentina.

El componente arbóreo identificado está formado por 47 especies para el bosque secundario y 89 para el bosque primario. Los parámetros estructurales totales relevados son: el área basal, la densidad y la distribución de frecuencias diámtricas. Todos ellos indican una diferencia relevante en ese aspecto, en los dos tipos de bosques. El bosque secundario presenta una estructura más simple, un retraso de su desarrollo según el modelo propuesto para bosques tropicales en tierras no degradadas y una clara dominancia de *Ocotea puberula* de un 20 % del total de especies.

**Palabras clave:** Diversidad, riqueza, bosque primario, bosque secundario.

## INTRODUCCION

La selva paranaense se caracteriza por su diversidad en especies, gran heterogeneidad y estructura multiestratificada, donde se diferencian claramente tres estratos de árboles, uno de arbustos, uno herbáceo y uno musinal, además de lianas y epífitas.

La diversidad biológica se mide por el número de especies y la abundancia de estas en los ecosistemas, es una característica que varía —en condiciones naturales— en función de factores como: geográficos, atributos biológicos, productividad, heterogeneidad espacial, variación climática y edad del ambiente.

La Reserva de uso múltiple "Guaraní", fitogeográficamente corresponde a la Provincia Paranaense, distrito de las selvas mixtas, comunidad climática del Laurel y Guatambú (Cabrera, 1994). Esta comunidad se caracteriza por poseer cerca de 100 especies arbóreas entre las cuales se destacan *Balfourodendron riedelianum*, *Nectandra megapotamica*, *Cabralea canjerana*, *Lonchocarpus nitidus*, *Diaptenopteryx sorbifolia*, *Cedrela fissilis*, *Parapiptadenia rigida*, *Myrocarpus frondosus*, *Cyagrus romanzofianum* y varias especies del género *Tabebuia*.

Este tipo de formación es afectada por el cambio de uso de la tierra y por la degradación del ecosistema forestal. Esta degradación del bosque nativo es debido a: la extracción de especies comercialmente más valiosas, dejando como resultado un ecosistema empobrecido en cuanto a la riqueza en especies y al valor económico actual y potencial. Otra causa relacionada con la pérdida de la diversidad biológica tiene que ver con la tumba, roza y quema de los bosques con el propósito de dejar el suelo libre para la agricultura de subsistencia, la cual se realiza por unos años seguido del abandono del lugar por pérdida de la fertilidad de los suelos (Deschamps, 1987). En estas superficies de suelos degradados por lixiviación y erosionados, es que la vegetación secundaria comienza a desarrollarse cumpliendo las etapas o estadios de sucesión secundaria (Finegan, 1992).

Las etapas que distingue este autor son tres y se diferencian por el grupo ecológico de las especies dominantes en cada una de ellas, así en la primera dominan las hierbas y arbustos, seguidos por las heliófitas efímeras, y finalmente, las heliófitas en las restantes.

Este tipo de formaciones, ocupa un área creciente de la superficie provincial, estimada en el

año 1983 por la Secretaría de Planeamiento de la Provincia de Misiones en 800.000 Ha (Deschamp, 1987). Las características estructurales, las potencialidades productivas y las necesidades silviculturales de este tipo de bosques, no tienen antecedentes de estudios en la provincia. Una excepción es el trabajo realizado por Deschamp et al. (1987) que consiste en una descripción florística de bosques secundarios de diferentes edades, en sitios de usos previos similares y abarcando edades de no más de 28 años.

En vista del incremento en importancia de los bosques secundarios en la provincia, el propósito del presente artículo es presentar datos comparativos de las características florísticas y estructurales provenientes de parcelas de un bosque secundario de 25 años de edad y un bosque primario con igual calidad de sitio y relieve, ubicado en Guaraní, Misiones, Argentina.

Esta descripción se basa en el marco de la observación acerca de la existencia de diferencias en los aspectos mencionados entre estos dos tipos de formaciones y también en sus efectos sobre la productividad de los mismos.

## MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se realizó en la Reserva de Uso Múltiple, Área experimental "Guaraní", ubicada en el Departamento Guaraní, al NE de la Provincia de Misiones, Argentina. Las coordenadas geográficas del lugar son: 26° 56' de latitud S y 54° 15' de longitud O (Palavecino et al., 1995).

El área está comprendida entre dos límites naturales, el Arroyo Paraíso al NE, y el Arroyo Soberbio al SE. Los otros límites lindan con propiedades del Estado Provincial, que poseen similares superficies de bosque nativo en buen estado de conservación.

La topografía del área es ondulada, con zonas de grandes pendientes y alturas medias en torno a los 400 m sobre el nivel del mar.

Con respecto a los suelos, las unidades cartográficas detectadas en el área corresponden a los complejos denominados 6A, 6B, 9, 3 y 7 (CARTA, 1962).

Según Köpen el clima es húmedo, constantemente húmedo, subtropical; según Thornthwaite como de tipo climático hídrico húmedo con pequeña a nula deficiencia de agua y tipo climático térmico como mesotermal con una concentración estival de la evapotranspiración potencial inferior al 48%. La precipitación media es de 1500 mm y la

temperatura media de 27,7 °C, con una temperatura máxima promedio de 25 °C y una mínima promedio de 12, 2 °C (Palavecino et al., 1995).

Fitogeográficamente, el área corresponde a la Provincia Paranaense, Distrito de las selvas mixtas, comunidad climática de la selva del "Laurel y Guatambú". En particular, la Reserva de "Guaraní" se encuentra cubierta por bosques nativos primarios y algunos pequeños manchones aislados de bosques secundarios, originados por la población indígena existente en la zona (Cabrera, 1994).

Estos bosques secundarios ocupan pequeñas superficies en distintas etapas sucesionales. El bosque bajo estudio es un bosque secundario de 25 años de edad, con una superficie total de 3 ha y con un uso anterior de tipo agrícola intensivo. Respecto a la fuente semillera, su ubicación es favorable, pues se halla rodeado por el bosque primario en muy buen estado de conservación.

Para los estudios en el bosque secundario se trazaron transectas de longitud variable y ancho de 10 m, que suman una superficie total de 6250 m<sup>2</sup> representando una intensidad de muestreo del 21 %. En cada transecta se identificaron todos los individuos con diámetros a 1,30 cm de altura, mayores a 5 cm y se registró el d.a.p (diámetro a la altura del pecho). La identificación de los individuos es realizada *in situ* y en algunos casos necesarios, por comparación con muestras del herbario de la Facultad de Ciencias Forestales. La suficiencia de la muestra se determinó

utilizando la curva de área mínima, en la que puede obtenerse la mínima superficie representativa de la comunidad, basándose en el número de especies (Delgado, 1995).

Para describir la estructura total de la masa se utilizó la curva de distribución de frecuencias diamétricas (Lamprech, 1992).

Se calculó el coeficiente de mezcla (CM) con el objetivo de evaluar la intensidad media de la mezcla. Dicho cociente se calcula relacionando el número total de especies con el número total de árboles (Pereira de Carvalho, 1982).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Área mínima

El tamaño mínimo de parcela con el que se logró la representatividad de la diversidad florística fue de 900 m<sup>2</sup>, área considerablemente inferior a la utilizada como unidad de muestreo en el estudio (2500 m<sup>2</sup>). A partir de dicho valor, un aumento de superficie no ocasiona aportes importantes respecto a la aparición de especies nuevas.

### Análisis de la diversidad florística

Las especies arbóreas halladas en el bosque secundario estudiado se presentan en la tabla 1.

Fueron encontradas 47 especies pertenecientes a 24 familias botánicas. Las más representadas son las Leguminosas, Lauráceas y Sapindáceas, con un 38 %, un 20 % y un 18%, respectivamente.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE VULGAR	COD.ESP.
Anacardiaceas	<i>Schinus terebentifolius</i>	Molle	Molle
Anonaceas	<i>Rollinia salicifolia</i>	Araticú	AT
Aquifoliaceas	<i>Ilex brevicuspis</i>	Caona	Caona
Aquifoliaceas	<i>Ilex paraguariensis</i>	Yerba mate	YM
Bignoniaceas	<i>Jacaranda micranta</i>	Caroba	CR
Borraginaceas	<i>Patagonula americana</i>	Guayubira	GB
Erytroxilaceas	<i>Eryroxilon deciduum</i>	Yvirá pirirí	YP
Euforbiaceas	<i>Manihot flavelifolia</i>	Mandioca brava	Mbrava
Euphorbiaceas	<i>Sebastiania commersoniana</i>	Blanquillo	BQ
Flacourtiaceas	<i>Casearia silvestris</i>	Guazatumba	GZ
Lauraceas	<i>Ocotea puberula</i>	Laurel guaicá	LG
Lauraceas	<i>Ocotea pulchella</i>	Laurel batalla	Layana
Lauraceas	<i>Nectandra lanceolata</i>	Laurel amarillo	LA
Lauraceas	<i>Ocotea diospirifolia</i>	Laurel ayuí	LY
Lauraceas	<i>Nectandra megapotamica</i>	Laurel negro	LN
Leguminosas	<i>Artrosamanea polyhanta</i>	Timbó blanco	TB
Leguminosas	<i>Lonchocarpus leuchantus</i>	Rabo itá	RI
Leguminosas	<i>Machaerium paraguarensis</i>	Pau de canga	IS
Leguminosas	<i>Lonchocarpus nitidus</i>	Rabo macaco	RMAC
Leguminosas	<i>Lonchocarpus muelhbergianus</i>	Rabo molle	RM

Leguminosas	<i>Bahuinia candicans</i>	Pata de buey	PB
Leguminosas	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Timbó	T
Leguminosas	<i>Parapiptadenia rigida</i>	Anchico colorado	AC
Leguminosas	<i>Albizzia niopoides</i>	Anchico blanco	AB
Loganaceas	<i>Strychnos brasiliensis</i>	Espolón de gallo	EG
Malvaceas	<i>Bastardiopsis densiflora</i>	Loro blanco	LB
Meliaceas	<i>Melia azedarach</i>	Paraíso	
Meliaceas	<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro misionero	C
Mirsinaceas	<i>Rapanea sp.</i>	Canelon resinoso	RS
Mirtaceas	<i>Campomanesia xantocarpa</i>	Guabirá	GV
Mirtaceas	<i>Cerella involucrata</i>	Cerella	LL
Palmaceas	<i>Syagrus romansofianum</i>	Pindó	Pindó
Poligonaceas	<i>Ruprechtia laxiflora</i>	Marmelero	M
Rosaceas	<i>Prunus subcoriacea</i>	Persiguero	PG
Rosaceas	<i>Quillaja saponaria</i>	Palo jabón	Pjabon
Rutaceas	<i>Fagara Rohifolia</i>	Mamica de cadela	MC
Rutaceas	<i>Helietta apiculata</i>	Ivirá obí	IO
Sapindaceas	<i>Dyaptenopterix sorbifolia</i>	María preta	MP
Sapindaceas	<i>Matayba eleagnoides</i>	Camboatá blanco	CB
Sapindaceas	<i>Allophylus edulis</i>	Kokú	K
Sapindaceas	<i>Cupania vernalis</i>	Camboatá colorado	CC
Sapotaceas	<i>Chrysophyllum gonocarpus</i>	Aguái	AG
Solanaceas	<i>Solanum Verbasifolium</i>	Fumo bravo	FB
Solanaceas	<i>Cestrum sp.</i>	Palo capuera	PC
Symplocaceas	<i>Symplocos celastrinea</i>	Symplocos	SYm
Tiliaceas	<i>Luehea divaricata</i>	Zota caballo	SC
Verbenaceas	<i>Aegiphilla hasslerii</i>	Pelotero	Pelot

Esta riqueza en especies representa solamente un 53 % de la encontrada para el bosque primario vecino de la misma área, donde se encontraron 89 (López Cristóbal, et al., 1996). En el caso de las familias botánicas, la pérdida es mucho menor, cercana al 20 %.

Con respecto a la intensidad media de la mezcla, un indicador simplificado de la diversidad, en el bosque bajo estudio resultó de 1:20 indicando una mezcla mucho menor y consecuentemente una diversidad considerablemente menor que la hallada en el bosque primario donde dicho coeficiente alcanzó 1: 3,5 (López Cristóbal, et al., 1996).

Del listado completo de las 89 especies presentes en el bosque primario de "Guaraní", en la Tabla 2 se destacan las especies que no se encuentran en el bosque secundario incluido en el área. Aún no han aparecido 46 especies de las cuales un 24 % son de importancia comercial con maderas de calidad variables entre muy buenas a aceptables. Aún no se presentan la mayoría de especies de mejores maderas de la selva misionera, tales como el incienso (*Myrocarpus frondosus*), el Peteribí (*Cordia*

*trichotoma*), el Lapacho negro (*Tabebuia ipe*), el Guatambú (*Balfourodendron riedelianum*) y la Cacheta (*Didimopanax morototoni*). También están ausentes otras especies con madera de calidad pero de menor valor económico como la Cancharana (*Cabralea canjerana*), el Seibo (*Erythrina falcata*), el Sabuguero (*Pentapanax warmingiana*), la Carne de Vaca (*Stirax leprosus*) y la Grapia (*Apuleia leiocarpa*).

Sin embargo, cabe destacar que en este bosque secundario aparece como claramente dominante y abundante (113 árboles por ha) una especie de importancia económica, el Laurel Guaicá (*ocotea puberula*), que representa un 20% de la dominancia total. Con dominancias comparativamente menores se presentan otras especies de relativo valor comercial como Luhea divaricata, Prunus subcoriacea y Parapiptadenia rigida. El 53,2 % de las dominancias relativas esta representado por especies que no poseen valor comercial actual.

En el bosque primario, si bien la especie dominante, sigue siendo la misma, el porcentaje de dominancia es la mitad que en el bosque secundario

Tabla 2: Especies ausentes en el bosque primario

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE VULGAR	ESPECIES
Aposinaceas	Aspidosperma australe	Guatambu amarillo	GA
Araliaceas	Didymopanax morototoni	Cacheta	AG
Araliaceas	Dendropanax cuneata	Ombu-ra	OR
Araliaceas	Pentapanax warmingiana	Sabugero	S
Bignoneaceas	Tabebuia alba	Lapacho amarillo	LPA
Bignoneaceas	Tabebuia ipe	Lapacho negro	LP
Bombacaceas	Chorisia speciosa	Samohu	SH
Borraginaceas	Cordia trichotoma	Peteribi	PV
Borraginaceas	Cordia sp.	Fruto bolita	FL
Borraginaceas	Cordia sp.	Colita	FG
Caricaceas	Jacaratia dodecaphylla	Yacaratia	YC
Euforbiaceas	Sapium haematosperum	Kurupi	KU
Euforbiaceas	Actinostemon concolor	Larangeira	LR
Euforbiaceas	Alchornea irucurana	Mora blanca	MB
Euforbiaceas	Sebastiana Brasiliensis	Blanquillo	BQ
Fitolacaceas	Phytolaca dioica	Ombu	O
Flacourtiaceas	Casearia sp.	Burro caa	BC
Gutiferas	Rheedia brasiliensis	Pacuri	PI
Leguminosa	Erythrina falcata	Seibo	SB
Leguminosas	Machaerium sp.	Isapuy-para	ISP
Leguminosas	Gleditsia amorphoides	Espina de corona	EC
Leguminosas	Apuleia leiocarpa	Grapia	GR
Leguminosas	Dalbergia sp.	Isapuy	IS
Leguminosas	Inga sp.	Ingá	IN
Leguminosas	Holocallix Balansae	Alecrin	AL
Leguminosas	Artrosomanea polyantha	Timbo blanco	TB
Leguminosas	Myrocarpus frondosus	Incienso	I
Leguminosas	Inga affinis	Inga guazú	IG
Meliaceas	Trichilia hieronimi	Catiguá	CG
Meliaceas	Cabralea canjerana	Cancharana	CA
Meliaceas	Trichilia catigua	Catiguá	CT
Mirsinaceas	Rapanea sp	Canelon colorado	RP
Mirsinaceas	Rapanea sp	Pororoca	PR
Mirtaceas	Britoa guazumaefolia	Siete capotes	ST
Mirtaceas	Eugenia baiporoiti	Ibaporoiti	IB
Mirtaceas	Eugenia pyriformis	Ubajai	UB
Moraceas	Clorophora tinctoria	Mora amarilla	MA
Moraceas	Sorocea irilifolia	Ñandipá	NP
Rutaceas	Balforodendron riedelianum	Guatambú blanco	G
Rutaceas	Fagara rhoifolia	Tembetary	TY
Rutaceas	Philocarpus pinnatifolius	Jaborandi	JB
Sapotaceas	Chrysophyllum marginatum	Vasuriña	VS
Simarubaceas	Picramnia crenata	Palo amargo	PA
Styracaceas	Styrax leprosus	Carne de vaca	CV
Ulmaceas	Celtis tala	Tala	TL
Verbenaceas	Vitex cimosa	Tarumá	TR

(10,9%). Sin embargo, el 64% de la dominancia relativa total, corresponde a especies de valor comercial actual (López Cristóbal, 1996), valor considerablemente mayor que en el bosque secundario (46,8 %).

Un aspecto adicional que debe incluirse en el análisis de las estructuras de estos dos tipos de bosques y que tiene una incidencia directa en la productividad, es la abundancia, que en el caso del bosque secundario es de 942 árboles/ha y en el bosque primario 315 árboles/ha (tabla 3). Estos valores, complementados con los respectivos de abundancia, definen en el caso del bosque secundario una productividad con un valor potencial mas que actual, contrariamente a lo que sucede en el bosque primario.

En el caso del bosque secundario es de 942 árboles/ha y en el bosque primario 315 árboles/ha (tabla 3). Estos valores, complementados con los respectivos de abundancia, definen en el caso del bosque secundario una productividad con un valor potencial mas que actual, contrariamente a lo que sucede en el bosque primario.

Las familias botánicas halladas en el bosque primario de "Guaraní" y que no están representadas en el bosque secundario son las: Aposinaceas, Araliaceas, Bombacaceas, fitolacaceas, Moráceas, Simarubaceas, Styracaceas y Ulmaceas. Por otra parte,

la familia de las Symplocaceas solo esta representada en el bosque secundario.

Una característica referente a la riqueza, coincidente en ambos bosques, es la presencia de las mismas especies para las familias Lauraceas y Sapindaceas.

### Características estructurales del bosque

En la tabla 3 se presenta un cuadro que resume además de la diversidad, dos parámetros estructurales relevantes (área basal media y densidad media) para el bosque primario y el bosque secundario de Guaraní.

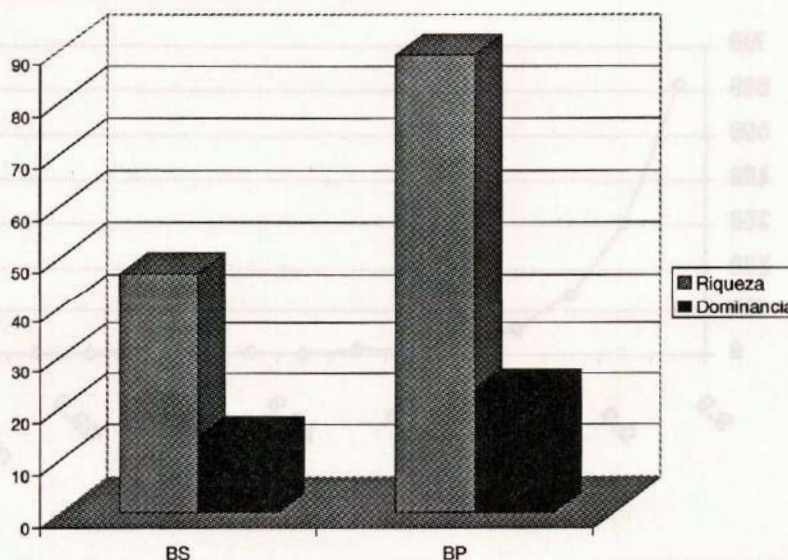
Como puede apreciarse en ella, los valores de diversidad y dominancia, expresada a través del área basal, son bastante superiores para el bosque primario, mientras la densidad media del bosque secundario es muy superior a la del bosque primario.

Los bosques secundarios por lo general, dependiendo del grado de degradación provocado por el uso anterior y de la disponibilidad de fuentes semilleras, pueden alcanzar en lapsos de tiempo variable, las dominancias de los bosques primarios de la misma zona (Finegan, 1993).

**Tabla 3: Comparación de los principales parámetros estructurales totales del bosque secundario en estudio (B.S), el bosque primario circundante (B.P.)**

Parámetros	B.S.	B.P.
Diversidad	47 especies	89 especies
Area Basal Media	14.47 m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	23.7 m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>
Densidad Media	942 arboles ha <sup>-1</sup>	315 árboles ha-1

**Gráfico 1: Riqueza Florística en (número de especies) y dominancia (en m2/ha) total para el bosque primario y secundario de Guaraní, Misiones, Argentina**

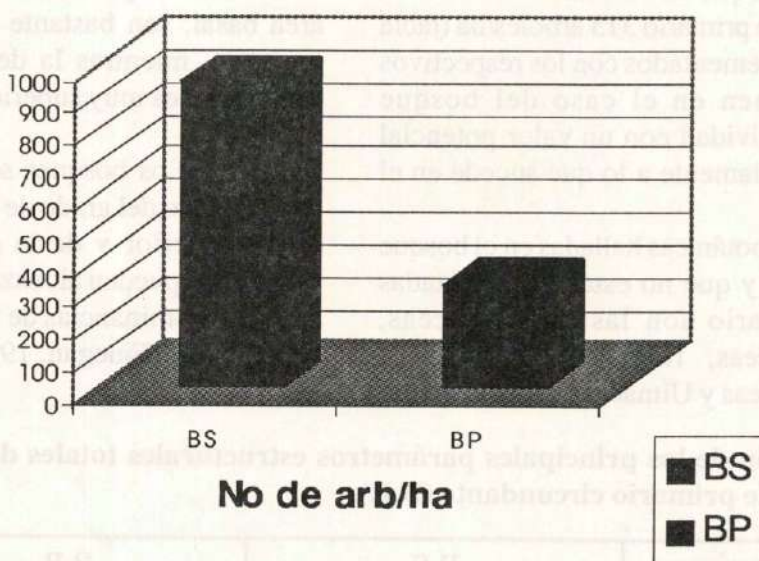


En el caso particular del bosque estudiado, la baja diversidad encontrada sumada a la alta densidad (Gráfico 2), señalan un retraso de la sucesión que se evidencia en estos dos aspectos (Hutchinson, 1993). El área basal encontrada, para el bosque en estudio (Tabla 3), comparada con otros bosques secundarios de la misma edad, en áreas no degradadas, en zonas tropicales (Finegan, 1992) resulta considerablemente menor. Así, el autor menciona para

un bosque secundario de 15 años de edad, un área basal de 16 m<sup>2</sup>/ha y para uno de 25 años 24 m<sup>2</sup>/ha.

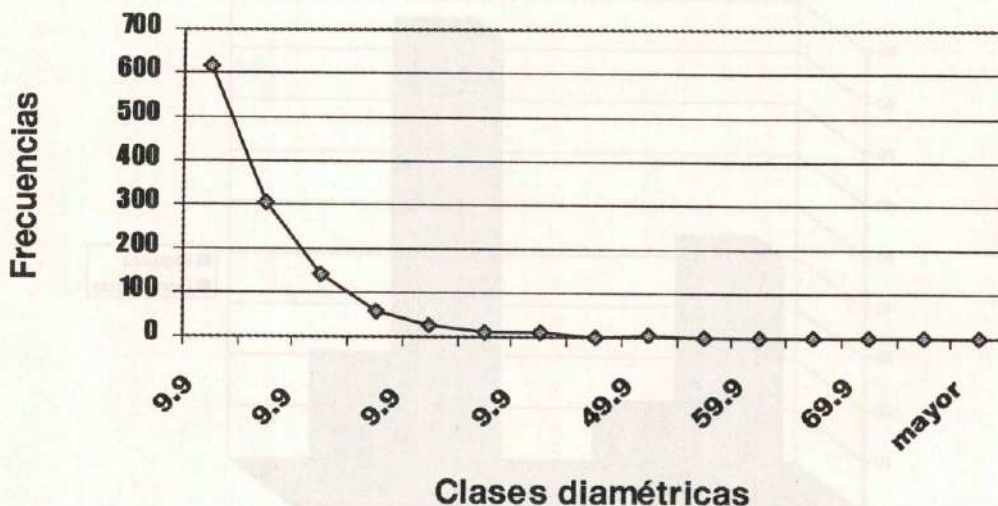
Por otra parte, al analizar la descripción de la estructura total de la masa a través de la distribución de los individuos en las clases diamétricas (Gráfica 3), se puede apreciar que la máxima concentración de individuos se da en las clases diamétricas inferiores a los 30 cm, corroborando nuevamente el retraso ya observado, en el crecimiento del bosque secundario.

**Gráfico 2: Densidad media para el bosque primario y secundario de Guaraní, Misiones, Argentina.**



Forest Type	Area Basal (m <sup>2</sup> /ha)	Diversity
BS (Bosque Primario)	~16	~84 especies
BP (Bosque Secundario)	~24	~47 especies

**Gráfico 3: Estructura total del bosque secundario de Guaraní, Misiones, Argentina.**



## CONCLUSION

La diversidad florística del bosque secundario de "Guaraní" es cercana a la mitad de la diversidad del bosque primario de la misma área. Si bien la mayoría de las especies de importancia comercial actual no se hallan presentes en el bosque secundario, existe una especie comercial con clara dominancia, el Laurel Guaicá (*Ocotea puberula*), que representa un 20% de la dominancia total, con más de 100 árboles por ha.

La estructura del bosque secundario estudiado, es diferente y mas simple que la del bosque primario. Este grado de simplificación se debe básicamente al menor numero de especies y la alta dominancia representada por pocas especies. Este aspecto no se constituye en una particularidad de este bosque sino mas bien responde en líneas generales, a la estructura característica de los bosques secundarios.

Desde el punto de vista estructural se puede concluir que el bosque secundario estudiado se encuentra en el inicio de la tercera etapa sucesional evidenciado por la clara dominancia de las especies heliófitas durables y una alta concentración de individuos en las clases diamétricas de 10 a 20 cm. Sin embargo, la gran abundancia de individuos, la baja diversidad y la dominancia encontradas, indican un atraso característico de la tercera etapa sucesional a una edad de 25 años, según el modelo propuesto para los bosques tropicales en tierras no degradadas.

## AGRADECIMIENTOS

A los becarios Juan Garibaldi y Héctor Keller que facilitaron los datos de campo.

Al Ing. Patricio Mac Donagh por los puntos de vista metodológicos aportados al documento.

## BIBLIOGRAFÍA

CABRERA, A. 1994. Regiones fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Fascículo 1. Tomo 1.

CARTA. 1962. Relevamiento Edafológico para la Provincia de Misiones.

DELGADO, D. 1995. Efectos de la Riqueza, Composición y Diversidad Florística producidas por el manejo silvícola en un Bosque Húmedo Tropical de tierras bajas en Costa Rica. Tesis de Maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Costa Rica.

DESCHAMPS, J; Ochoa, M. 1987. Estudio sobre las comunidades postclimáticas de Misiones.

IV Jornadas Técnicas: Bosques Nativos Degradados. 36-45 p.

FINEGAN. 1993. Bases Ecológicas para la producción Sustentable. C.A.T.I.E. Costa Rica.

. 1993. Bases Ecológicas para la Silvicultura.

. 1992. El Potencial de Manejo de los Bosques Húmedos Secundarios Neotropicales de las Tierras Bajas. COSUDE. CATIE. Costa Rica.

HUTCHINSON, I. 1993. Silvicultura y Manejo en un Bosque Secundario Tropical. En Revista Forestal Centroamericana. 13-18 p.

LAMPRECH, H. 1992. Silvicultura en los Trópicos. GTZ.

LÓPEZ CRISTÓBAL, Grance, Maiocco, Eibl. 1996. Estructura y Composición Florística del Bosque Nativo en el predio de Guaraní. En Yvyretá. N° 7. 30-37 p.

PALAVECINO, J. Maiocco, D. 1995. Levantamiento del medio físico del área de Investigación Forestal Guaraní, Provincia de Misiones. En Yvyretá N 6. 50-62 p.

## NUEVAS ALTERNATIVAS EN EL USO MÚLTIPLE DEL BOSQUE.

### PROGRAMA DE PROYECTOS.

Ing. Roberto F. Pascutti.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Director del programa: Uso Múltiple del Bosque, Facultad de Ciencias Forestales, U.Na.M.

### INTRODUCCIÓN

El trabajo que aquí se presenta puede entenderse como un inicio en la investigación globalizada tendiente a lograr el aprovechamiento integral del bosque. Este es un reto en el que se pretende demostrar no solo la posibilidad de un desarrollo sustentable que el bosque aún encierra, con especies nativas que permanecen olvidadas y que aún son capaces de proveer respuestas científicas que antes habrían sido de difícil credibilidad.

La naturaleza es interminable, a veces indescifrable, y las especializaciones de la diversidad biológica que encierran nuestras masas tropicales, compuesta por una muestra compleja de especies, nos lleva a pensar que hay que enfocar y priorizar la investigación de las especies que aun no son aprovechadas o actualmente consideradas inservibles. Hoy estas están condicionadas a desaparecer sin darnos la oportunidad de interpretar porque fueron puestas en nuestro mundo.

La crisis de las economías regionales lleva a la necesidad de diversificar la producción foresto-agrícola. Esto involucra en especial a los pequeños y medianos productores agropecuarios, que a la fecha no han podido acertar en la forma de aprovechamiento de sus tierras improductivas. Sumado a esto, debemos considerar su situación socioeconómica, ya que los mismos se ven afectados por las transformaciones económicas.

Tratando de impulsar una actividad solidaria hacia este sector, el programa "Uso Múltiple del Bosque" promueve la búsqueda de especies que pueden apostar nuevas formas de aprovechamiento, y que sirvan para mejorar los ingresos y el bienestar del hombre, así como contribuir en la disminución del deterioro ambiental, todo en un marco ecológicamente sostenible.

Siendo la provincia de Misiones una zona privilegiada por los recursos potenciales que el bosque encierra; como también su importancia turística a nivel internacional, no dudamos que la gran afluencia de turistas y la relevancia comercial de los productos que

pretendemos ofrecer pueda dar lugar a una nueva actividad productiva artesanal en esta provincia.

### Programa "Uso Múltiple del Bosque" a Partir de Recursos Renovables No Maderables

Convencidos de que el Uso Múltiple del Bosque es uno de los objetivos fundamentales que debe emprender la comunidad forestal. En la Facultad de Ciencias Forestales de Eldorado, dependiente de la Universidad Nacional de Misiones, ha surgido recientemente una línea de investigación original y novedosa orientada a lograr el aprovechamiento de los recursos no maderables del bosque, mediante los siguientes proyectos:

- a- Desarrollo de alimentos para consumo humano a partir de especies vegetales.
- b- Elaboración de productos cosmetológicos con inclusión de sustancias activas extractadas de especies de la flora misionera.
- c- Utilización de especies vegetales en el diseño y elaboración artesanal de muebles, instrumentos musicales y otros elementos.

El novel equipo de investigación, recientemente conformado por el Director del Programa Ing. Roberto F. Pascutti, esta constituido por alumnos adscriptos y becarios: Ricardo J. Apaza, Marcelo A. Marek y Juan B. Guinle; Luis F. Cosimi; Miguel A. Matuchaka; Leticia S. Reynoso, Damián Proscopio. que cursan la Carrera de Ingeniería, y que están vinculados directamente a la Cátedra de Industrias Forestales II

A su vez, se cuenta con el apoyo de un grupo multidisciplinario vinculado que aportarán sus conocimientos en las siguientes temáticas:

Descripción y características de las especies:

**Resp.: Prof. Lic. Dora Miranda**

**Becarios: Helga VOGEL, Rosana FERRUCCI.**  
(Facultad de Ciencias Forestales U.Na.M.)

• Propagación y Semillas:

**Resp.: Ing. Beatriz Eibl y Equipo.**

(Facultad de Ciencias Forestales U.Na.M.)

• Descripción Anatómica del Leño:

**Resp.: Ing. Stella Maris Rivera**

(Facultad de Cs. Agrarias y Forestales U.N.L.P.)

• Análisis de composición química de Leños:

**Resp.: Dra. Mirta Maximino**

(I.T.C. Universidad Nacional del Litoral)

• Análisis Nutricionales y de información  
Complementaria

**Resp.: Ing. Qca. Ana M. Paredes - Ing. Eusebia  
Valdéz - (F.C.E.Q. y N. - U.Na.M.)**

#### **A- "ALIMENTO PARA CONSUMO HUMANO A PARTIR DE ESPECIES VEGETALES".**

La línea de investigación para el desarrollo de alimentos para consumo humano está incluida dentro de los proyectos que auspicia el Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales (I.S.I.F.) como recursos alternativos inmediatos. Hasta el momento, este es el más desarrollado, y contempla las siguientes áreas:

- 1- Identificación de las especies comestibles.
- 2- Desarrollo de la especie.
- 3- Tipificación y selección de los cortes de materia prima.
- 4- Análisis de la composición nutricional de la materia prima.
- 5- Procesamiento y elaboración de la materia prima.
- 6- Envasado y conservación.
- 7- Presentación del producto.
- 8- Comercialización.
- 9- Conformación de una Unidad Productiva.

**\* Caricáceas: Jacaratia spinosa**

Las primeras crónicas de los historiadores

Jesuitas manifiestan el uso que le daban los aborígenes a esta especie. Se cree que se llama "Árbol del Pan" porque en el monte brinda alimento y agua, que son el pan de la vida. Debido a lo tierno de su leño se puede beber de su pulpa. Su fruta también es comestible, se consume asada o tostada al rescoldo pues su ingestión al estado de madurez natural es nociva porque irrita los labios (Ragonese - Martínez Crovetto, 1947). Las características de su leño nos llevó a pensar que se podría llegar a procesarlo, y con este objetivo hemos desarrollado los procedimientos para la transformación de la madera en un producto para consumo humano.

Partimos del apeado y trozado del árbol en tamaños que permitan su movilidad. La parte que estamos utilizando en este momento es el leño, esto quiere decir que todo lo que está de la corteza para adentro es susceptible de ser procesado para consumo. Sus características físicas y el tipo predominante de células (parenquimáticas) hacen sumamente apto para incorporar compuestos gelatinizantes como ser: azúcares, pectinas, gelatinas, etc. con lo cual nos permite obtener un cuerpo base para luego componer materia prima elaborada que será transformada posteriormente en los diversos productos gastronómicos.

El leño es llevado a través de una serie de procedimientos (extracción, hidrólisis y gelinización) tendientes a eliminar sustancias que modificarían el sabor deseado o puedan alterar el proceso de "a posteriori". De tal manera que sin ser un proceso complicado, se deja el material leñoso en condiciones de pasar a una transformación secundaria que puede estar orientada a productos salados, agrios ó dulces.

La forma de preservación abarca todos los preservantes de uso doméstico (vinagre, sal, aceite, azúcar etc.) no se utilizan preservantes químicos

1, La madera no tiene sabor, para dar una idea podría decirse que es como una mezcla entre el sabor de la parte blanca de la sandía y el gusto al marlo e choclo. El sabor es incorporado a través de otros productos vegetales como frutos silvestres o extractos de frutas, de manera de obtener un equilibrio que lo haga aceptable

1, Los alfajores que obtuvimos presentan el cuerpo del material leñoso, ya que no se llevan a proceso de molienda ni dilución. La madera se convierte sin perder su forma. Tal es así que se pueden apreciar los anillos de crecimiento y el diseño (vetas

#### **II Antecedentes Históricos**

„Es preciso dejar explicitado que quienes descubrieron y los primeros que utilizaron

madera de Jacaratiá como fuente de agua y alimento fueron los Aborígenes Guaraníes pues son ellos los únicos portadores de los verdaderos e infinitos secretos que encierra la Selva Paranaense. El traspaso de ésta información no es reciente, como se sabe, los primeros hombres no indígenas que caminaron el suelo misionero fueron los Padres Jesuitas pertenecientes a la "Compañía de Jesús", y después de ellos numerosos viajeros exploradores acompañados de naturalistas, observadores y colectores, en suma, la pluma de estos hombres contribuyó muy eficazmente al conocimiento científico de la biología y zoología nativa.

El primer Jesuita que dejó testimonio del traspaso antes mencionado fue el Padre Pedro Montenegro (quién además era enfermero) escribió en 1710 un apunte descriptivo de las plantas de Misiones. Por otro lado, entre los primeros naturalistas que específicamente se refirieron al Jacaratiá tenemos al Dr. Guillermo Pisón (Holandés) quien describiera el libro "Historia natural y médica del Brasil", año 1658 en donde lo llama *Yaracatiá*. Posteriormente el naturalista francés Jean Batiste Aublet describe científicamente la especie y le da el nombre de *Carica spinosa*. El nombre con el que lo conocemos en nuestros días *Jacaratiá spinosa* es debido a Alfonso De Candolle, nacido en suiza (1836 - 1893), según información extraída de una Nota aclaratoria en el "Manual del viajero: Diccionario de la Lengua Guaraní" de N. Rojas Acosta aparecido en 1918. En síntesis, fueron muchos los viajeros exploradores y estudiosos que hacen referencia a esta especie como Nepomuceno Alegre, Luis Bolaños, Felix de Azara, Y Florencio Basaldúa.

Mucho hay para decir en lo referente al látex extraído de los frutos verdes utilizado en medicina tradicional. Al respecto el Dr. Moisés S. Bertoni se expone en su Obra "La Civilización Guaraní - Parte III - Etnografía: Conocimientos" año 1927 pág. 458. donde dice: "El jugo lechoso del *Jacaratiá dodecaphylla* es un poderoso medicamento y es de sentir que no haya entrado en el uso universal" también cita al Dr. Mello Moraes (1881) y al Dr. Hierónimus, quienes no se cansaban de recomendar la leche del fruto como antihelmíntico (contra lombrices intestinales.)

Con lo expuesto queremos expresar que el uso y conocimiento de las propiedades del Jacaratiá es de muy antigua data, nuestro objetivo es rescatarla, darle la importancia que se merece, adaptando los productos posibles de obtener a las exigencias de nuestros días.

### Descripción:

El "yacaratiá" es una especie de amplia distribución, desde Nicaragua, Costa Rica, Panamá, las Guyanas, Sur del Brasil, Argentina (Misiones), Perú y Paraguay. Su nombre científico es *Jacaratiá spinosa* (Aublet) A. DC. Sinón. *Jacaratiá dodecaphylla* (Vell) A. DC. Este género pertenece a la familia de las CARICÁCEAS, la que en nuestro país está representada por los géneros *Carica* (cuatro especies), *Jacaratiá* (3 especies: *J. spinosa*; *J. quercifolia*; *J. hasleriana*). El "yacaratiá" es conocido con otros nombres vulgares, tales como "papayón" (Paraguay), "tambora" (Ecuador); "árbol del queso" (Argentina) "mamão bravo", "mameiro de mato" (Brasil). La palabra "yacaratiá" significa en guaraní "fruto parecido a la cabeza del coatí".

Es un árbol caduco, mediano, de 10 a 20 mts. de altura, con un DAP de 35 a 80 cm., el fuste es derecho, recto y algo cónico. Tiene espinas pequeñas, aplanadas, sobre las ramas y a veces en la base del tronco. La corteza es grisácea, casi lisa, con grietas finas y lenticelas alineadas en forma horizontal. Con frecuencia su color es alterado por la presencia de líquenes. Al cortarse el tallo, fluye un látex blanco.

Las hojas son alternas, caedizas, digitadas, de 6 a 12 foliolos; angostamente obovados, de 5 a 15 cm. de largo y 1,5 a 5 cm. de ancho, con el haz verde y brillante y el envés blanquecino. El margen es entero, levemente sinuado. Hojas sésiles o apenas pecioluladas. El pecíolo alcanza hasta 25 cm. de largo.

Esta es una especie DICLINO DIOICA o sea que posee dos pies o árboles con sus respectivos sexos. Las flores son unisexuales, blanco amarillentas, las flores masculinas son numerosas, en cimas de 7 a 9 cm. de largo, la corola es tubular, con 5 lóbulos. Las flores femeninas son solitarias, en tallos largos, con 5 pétalos carnosos y de 2 a 5 cm. En el pie femenino sus frutos son bayas de 2 a 8 cm. de largo por 1 a 3 cm. de diámetro, con pulpa amarillenta, dulce, con numerosas semillas rugosas en su interior. Estos son comestibles cuando se los somete al calor (calentados al rescoldo debajo de las cenizas); tienen un sabor agradable apreciado por los montaraces y aborígenes; al estado natural irritan los labios. En cambio su leño puede ser utilizado como alimento de cualquiera de los árboles sin distinción de sexo y en cualquier época.

### \* Observaciones Ecológicas y Silvícolas:

Esta especie habita la Selva Paranaense, formando una parte del estrato medio en los sitios húmedos. Según observaciones recientes, la presencia

de este árbol se restringe a zonas libres de heladas, ya que debido a su alto contenido de agua, se congela. En estado juvenil, puede morir por estas causas.

Nuestro proyecto de investigación esta estudiando las posibilidades de desarrollo en masas puras, enriquecimiento de capueras o cultivo bajo cubierta.

#### \* La madera:

El leño tiene una constitución muy especial, ya que mientras todo árbol está constituido, generalmente, por un 90 % de estructuras fibrosas, que hacen al esqueleto del árbol, y un 10 % que hacen a los tejidos de reserva, los depósitos que tiene el leño en esta especie es al revés. Cuando un árbol muere en el monte, por razones naturales, en pocos días se descompone totalmente, su interior no su corteza dada la cantidad de agua que presenta en el leño. Su porcentaje de humedad es del 93 % (Pascutti et al., 1.996), lo que representa valores altísimos. Como consecuencia, la madera es blanda y blanca, como pulpa; menos dura que la corteza.

#### Bambúes en Misiones

Estas especies milenarias de uso muy apreciado por su abundancia, bajo costo y versatilidad, como así también una de las mas asombrosas debido a que posee el mas rápido crecimiento entre los vegetales. Registros obtenidos en Asia nos dicen que en la época de brotación pueden crecer mas de 20 cm en 24 hs., algunas de las variedades pueden alcanzar los 30 m. de altura y 25 cm. de diámetro en Asia donde a su vez se han descubierto mas de mil usos. Es por eso que se la suele llamar la madera de los pobres. Una de las tantas que nosotros abarcamos en el proyecto esta referido a la alimentación. Algunas especies de *Phyllostachys* florecen a intervalos de 120 años, muriendo inmediatamente después cuando esos intervalos coinciden, como sucedió en china en el año 919, en una sola fecha este florecimiento represento un desastre natural de grandísimas proporciones dejando a la población sin alimento en especial en la época de lluvias.

En nuestra provincia no se le ha dado la importancia que se merece aún sabiendo que puede ser utilizado en la protección contra la erosión del suelo ya que sus enmarañados rizomas lo pueden conservar firmemente en su lugar aun en escarpadas laderas o en las orillas de los arroyos tributarios evitando de esta manera los derrumbes o inundaciones producidas por las lluvias.

Los bambúes en la época de primavera

producen los brotes los cuales sirven para distintos usos de alimentación según la especie y su forma de desarrollo.

#### Dentro de las especies nativas de Misiones más conocidas tenemos:

*Bambusa guadua* (*Guadua angustifolia*) = (Bambusa guadúa); Tacuaruzú; *Guadua trini* Yatevó; *Chusquea ramossisima* Tacuarembó; *Merostachys clauseni* Tacuapí. *Chusquea uruguayensis* Pitinga.

El proyecto ha alcanzado objetivos parciales en las siguientes tres especies exóticas originarias del Sudoeste Asiático del género *Phyllostachys*; *P. áurea* Go san chiku; *P. hetrocycla* var. *pubescens* Moso chiku y *P. bambusoides* Madake. Estas últimas fueron introducidas en la provincia en la década del 70, y hoy se encuentran conformando rodales puros. En el departamento de Eldorado, según propias observaciones, existen además otras 6 especies de las cuales 2 son perfectamente identificables *Bambusa vulgaris*. Bambú amarillo, y Arundo donax Caña de castilla (pseudo-bambú) las 4 restantes no se han podido ubicar aún taxonómicamente, la razón por la que fueron introducidas por colonos europeos fue por sus cualidades Ornamentales.

Las especies de clima frío tienen por lo general rizomas Leptomorfos, de forma cilíndrica de aspecto y forma similar al tallo, con brotes que aparecen en los nudos. Algunos de estas como es el genero *Phyllostachys* introducido en Misiones producen cañas distantes unas de otras lo que favorece el ingreso de la luz y el desarrollo de los cogollos en la parte interior de la mata. Las especies nativas tienen rizomas paquimorfos como la mayoría de las especies tropicales, son cortos, gruesos, con yemas laterales redondas, a partir de las cuales emergen los tallos en forma cespitosa formando un solo macollo denso de cañas lo que imposibilita el ingreso de la luz y el desarrollo de cogollos en el interior de la mata, por lo tanto dificulta su productividad. Si a esto le sumamos la presencia de espinas y pequeños filamentos rígidos en las vainas de las hojas, se torna mas difícil su aprovechamiento.

La utilidad que se le ha dado a los cogollos de bambúes por los inmigrantes Asiáticos es solamente para la obtención de Encurtidos, el proyecto ha desarrollado con la misma materia prima los siguientes Productos:

- Brotes al natural
- Trozos al natural
- Receptáculos para ser rellenos
- Fideos
- Láminas para lasagnas
- Raviolos sin relleno
- Antipastos
- Encurtidos varios
- Aderezos
- Canapés
- Bocaditos confitados
- Masa finas
- Caramelos secos brillantados
- Confites para panaderías
- Jaleas
- Bombones rellenos
- Trozos o tubos en almíbar
- Componentes para la fabricación de helados
- Cortes para gastronomía
- Desarrollo y diseño de embalajes contenedores de los productos de referencia.

### Importancia Ecológica

El producto tradicional de cogollo en encurtido bien puede suplantar en todos los casos al Palmito *Euterpe edulis*, las principales ventajas del bambú son:

1. Para obtener el cogollo no hace falta matar la planta.
2. La producción de cogollos aptos para el consumo es anual una vez madura la plantación (7 - 8 años), mientras que en el palmito hay que esperar al menos 7 años para obtener un cogollo de tamaño adecuado.

El proyecto se encuentra trabajando sobre parcelas de 500 m<sup>2</sup> en rodales puros de *P. bambusoides* Madake, para evaluar el rendimiento en kg. por hectárea.

Es preciso dejar en claro que no se está "tratando de introducir" especies exóticas, porque en realidad ya se introdujeron en la década del 70 con muy buenos resultados de adaptación.

De las especies nativas no se ha podido obtener cogollos comestibles debido a sus pequeñas dimensiones, la baja productividad por rodal y la difícil extracción del cogollo, estos últimos dos aspectos se debe a sus rizomas paquimorfos. Si se pudiese consumir los cogollos de las especies nativas y estas alcanzaran algún tipo de mercado importante, se pondrían en peligro los manchones naturales y nadie se ocuparía de sus cuidados culturales y su

regeneración, por el contrario el cultivo de bambúes asiáticos implica la elección del mejor lugar para su plantación y la obtención de beneficios en función de lo que se planta y del cuidado que se le proporciona. Este es un punto donde no debe haber errores, un producto puede ser **No Maderable** pero hay que ver si es realmente **Renovable**, y no solo una más de las actividades extractivista como la del Chachí o la del Pino del Aire.

### Funciones.

Las función del cultivo de Bambúceas son varias

1. Proveer de un recurso alternativo con inserción en el mercado de la gastronomía destinada al turismo Internacional y nacional.
2. La protección de los frágiles suelos Misioneros, ya que la erosión Hídrica de la provincia es de moderada a Grave en el 60 % de la sup. total.
3. La producción de materiales para la construcciones rurales.

Las formaciones de cañaverales en fajas acompañando las curvas de nivel serían de gran utilidad para la conservación y restauración de suelos y la calidad de las aguas en arroyos y vertientes. La red de rizomas forma una trama muy compacta, y según observaciones directas, en suelos muy poco profundos con afloramiento de rocas y pendientes elevadas casi extremas.

Las especies a que hiciéramos referencias son de rápido crecimiento pudiendo alcanzar su estado adulto a los 8 meses de emerger el cogollo. la cosecha de estos se realiza en el mes de septiembre y la cantidad a extraer debe ser tal que permita que el rodal se siga desarrollando (estímulo de poda), haya espacio en el centro para que crezcan otros cogollos y a la vez conserve una masa aérea verde capaz de cumplir con los requerimientos de fotosíntesis.

### Consideraciones generales:

La crisis de las economías regionales lleva a la necesidad de diversificar la producción foresto-agrícola; esto involucra a pequeños o medianos productores agropecuarios, ya que los mismos se ven afectados por las transformaciones económicas. En esta situación saldrán a requerir conocimientos de como se pueden aprovechar las tierras hasta la fecha improductivas para la conformación de masas puras o macizos intercalados usando, por ejemplo, Bambúceas en terreno de pendientes pronunciadas y

adyacentes a los cursos de agua. Una vez en posición de la materia prima, podrán anexar a su "diversificación productiva" un rubro más.

### **Contenido del Proyecto Uso Múltiple del Bosque**

#### **El Bosque como fuente de Biodiversidad:**

- \* Especies susceptibles de ser transformadas en alimentos.
- \* Fuentes de alimento permanentes y temporarias.
- \* Otros usos: Farmacopea y cosmetología.
- \* Como llegar a determinar las características alimentarias. Fuentes de información y recepción, relevamientos en el medio.
- \* La planta: materia básica para transformación. Hojas, frutos, tallos, raíces, semillas, etc.

#### **Identificación de las especies comestibles:**

- \* Nombre vulgar, denominación científica, características dendrológica, temperamento, calidad de sitio, características de desarrollo, descripciones microscópicas de la parte destinada a alimentos, fenología y época de fructificación. Identificación, individualización de las características dendrológicas, registro, visualización de corteza, leño, frutos, hojas, etc.
- Identificación de la especie encubierta, en masas puras, características de entorno.
- Habilidad natural y adaptación a otros sitios. Condiciones y características.
- Cultivo in vitro de la especie:
  - \* Micropropagación.
  - \* Organogénesis.
  - \* Embriogénesis.
- Silvicultura de la especie, tratamientos, formas de siembra, viveros.
- Ecología y medio ambiente: Consideraciones a tener en cuenta.
- Recolección de semillas o estacas, acondicionamiento, siembra y cuidados en vivero, control y protección de plantines, porcentaje de viabilidad.

#### **Desarrollo de la Especie:**

Formas de plantación a campo, condiciones de desarrollo, tratamientos culturales, dasometría de la especie: Curva de crecimiento en su hábitat natural y en forestaciones, materia prima disponible, formas de evaluación del crecimiento.  
Plantación bajo cubierta, en masas puras, deter-

minación del crecimiento y su registro.

#### **Recolección y aprovechamiento de las especies:**

Época y formas de corte, destino de los residuos. Acondicionamiento del material para el transporte, formas de medición y recepción, por volumen, por peso, por unidad, etc.  
Corte y tipificación para el almacenamiento de la materia prima bruta, precio, apeo, trozado, apilado y transporte .  
Cortes de aprovechamiento para elaboración, conservación y stock..  
Corte de las especies, apeo, trozado según el destino económico.

#### **Tipificación y selección de los cortes de la materia prima:**

Preparación según el destino gastronómico. Tratamiento primario de extracción y diferentes formas.  
Almacenamiento en frío.  
Cortes y seccionamiento, dosificación, tratamiento y almacenamiento.

#### **Procesamiento y elaboración de la materia prima:**

Formas de transformación:  
-Encurtidos: en vinagre, en aceite, dulces, confituras, al natural.  
-Dulces: almíbares, jaleas, mermeladas, formas de preparación.  
-Confituras: Abrillantados, caramelos, bombones, masas (alfajores y bocadillos).  
Al natural: salados y agrios - Preparación.  
Formas de usar y tipos de:  
\*Sustancias conservantes naturales,  
\*Sustancias colorantes naturales,  
\*Sustancias saborizantes naturales.  
Formas de transformación de cada uno de los gustos gastronómicos. Implica: Cocción, sacarificación o sazonado, conformación y presentación.

#### **Envasado y conservación:**

Para el envasado se utilizarán:  
-Fracos (vidrio)  
- Sachets (plástico)  
-Formas de sellado:  
-Tapa a presión (corona y bayoneta)  
-Sellado termoséptico.

- Vacío inducido.
  - Esterilización en caliente.
  - Ensayos de conservación
  - Control de calidad: Prevención de la contaminación, bromatología del producto.
  - Productos de corta duración (no perecederos).
  - Productos de media duración, uso de conservantes, asepsia.
- Preparación, llenado, tapado y esterilización de los envases. Desarrollo de otras formas de envasado.

#### Presentación del Producto:

Etiquetas: estructura, diseño (recursos visuales para la atracción comercial), mecanismos, sistemas autoadhesivos.

Embalajes o Packing: Diseño: Aprovechamiento y fuente (del mismo bosque).

Diseño: funcionabilidad, aplicación residual, diseño natural y artificial.

Construcción: Consideraciones previas, decoración para una atracción comercial con un uso racional del color.

Complementos o accesorios naturales como recursos de atracción turística.

#### Comercialización:

- Áreas de comercialización, difusión y propaganda, turismo internacional, disponibilidad del producto.
- Seguridad e higiene, aspectos inherentes al proceso de transformación.

Costos:

Balance de materiales y costos operativos en la elaboración del producto.

#### Conformación de una unidad productiva:

- A nivel de proyecto “**artesanal familiar**”.
- A nivel de proyecto “**microemprendimiento**”.
- Análisis de factibilidad e inversión.

#### **Resultados Esperados:**

Para poder cumplir con los objetivos propuestos del proyecto, se deberá lograr una integración entre ecosistemas, protección, medio ambiente, aprovechamiento y procesos de transformación de la materia prima en productos elaborados.

El desarrollo y diseño de embalajes, con ideas novedosas, permitirá establecer relaciones entre el producto a consumir y su forma de presentación,

como es el caso de las Bambúceas.

La generación de estos productos alimenticios no convencionales dentro de lo que puede denominarse gastronomía exótica, en el marco de una provincia privilegiada como lo es Misiones por los recursos potenciales que el bosque encierra, como también por su importancia turística a nivel internacional con las Cataratas del Iguazú, las ruinas de San Ignacio, los Saltos del Moconá, etc.,. No dudamos de la relevancia comercial que estos productos ofrecen por su originalidad, lo que dará lugar a una nueva e interesante actividad comercial en esta provincia.

Esto nos conducirá paulatinamente al desarrollo de economías alternativas ya que como es sabido estos productos foresto-agropecuarios se recogen en determinadas épocas del año.

Paralelamente se irán revalorizando estos productos no maderables de la flora misionera que hasta hoy no eran tenidos en consideración.

Todo esto nos permite adelantar que la elaboración de productos artesanales en base a Bambúceas, Caricáceas u otras tan originales como novedosas, tendrán una aceptación favorable.

#### **Fotografías que ilustran los productos de este artículo: En la Pág. 50**

**FICHA TECNICA**  
**ARBOLES DE MISIONES**  
**Lonchocarpus muehlbergianus Hassl.**

Nombre vulgar: Rabo Molle, Rabo blando, Rabo blanco.

Familia Leguminosas (Fabaceae).

Subfamilia: Papilionoideas.

Autores:

Bohren, Alicia V.

Grance, Luis A.

Gartland, Héctor M.

Miranda, Dora

Keller, Héctor

**ASPECTOS DENDROLÓGICOS:**

Árbol indígena de Paraguay, Brasil y Argentina. En Paraguay se lo encuentra en la región Oriental en la cuenca del Río Paraná y en la del Río Paraguay. En Brasil en los Estados Mato Grosso do Sul, Minas Gerais y NO del Estado de Río Grande do Sul. En nuestro país se restringe a la Selva Paranaense, en el distrito de las selvas mixtas (Dimitri, J. ; 1973); su frecuencia varía entre 1.89 y 4.21 ejemplares por hectárea (Gartland M. y M. Parussini, 1990).

De porte medio, alcanza una altura total de 15 a 25 metros; el diámetro normal medio varía de 29,89 y 37,17 cm (máximo 70 cm) y la altura media de fuste varía 5,88 y 7,35 m (máxima de 14 metros). (Gartland M y M. Parussini, 1990). Posee hábito de copa alta y follaje caduco (Gartland M 1985) (Foto 1)

En el estado de **plántula** presenta cotiledones hipógeos, protegidos por los restos seminales y adheridos al talluelo en las proximidades del cuello. El epicótilo es recto, elíptico, cónico, de 51,8 mm de longitud, pubescente. Sobre el epicótilo se observan brácteas prontamente caducas, además presenta una hendidura longitudinal a ambos lados de la inserción del primer par de hojas (en un plano perpendicular al que contiene el primer par de hojas). El sistema radicular consta inicialmente de un único eje notablemente desarrollado, que evoluciona posteriormente en un sistema de ramificaciones secundarias. Primer par de hojas: compuestas unifolioladas, opuestas, pecioladas, estipuladas. Folíolo con peciólulo engrosado, lámina orbicular a deltoidea, discolor, membranosa, rugosa y pubescente en el envés. Segundo par de hojas: compuestas unifolioladas o trifolioladas, alternas.

En el estado de **renuevo** presenta ramificación tardía, de tipo simpódico. El tallo es

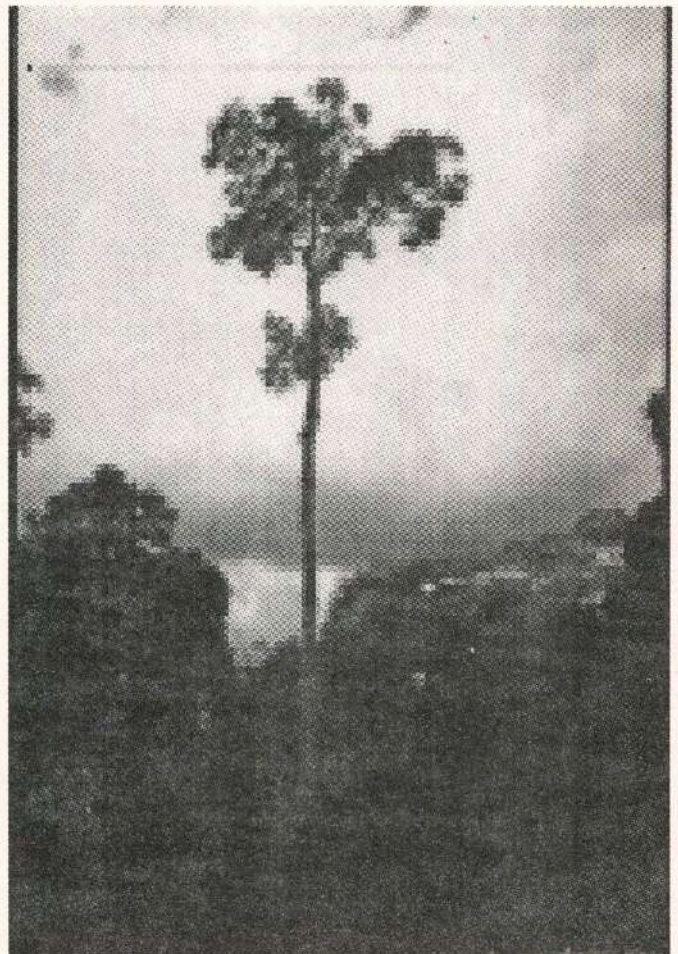


Foto 1:  
*Lonchocarpus Muehlbergianum Hassl.* Rabo Mólle.  
Fotografía del árbol adulto  
(Foto: L. Grance)

cilíndrico, grisáceo, la corteza es áspera por la presencia de lenticelas y en sectores es rugosa por la presencia de cicatrices foliares y engrosamientos anulares. Las hojas son compuestas imparipinadas, alternas, estipuladas, pecioladas. Los folíolos en número de 7 a 9 por hoja, opuestos a subopuestos; lámina multiforme: elíptica, oval, ovada, obovada hasta suborbicular, borde entero, ápice obtuso, emarginado o acuminado, base obtusa a redondeada, superficie glabra y rugosa. Los ramos poseen nudos bien demarcados, entrenudos rectos y cilíndricos, pubescentes; cicatrices foliares trilobadas a semicirculares; cicatrices estipulares puntiformes. Médula es de sección circular, composición continua, de coloración verdosa y de posición central. Yemas apicales terminales y subterminales, peruladas; yemas axilares solitarias (Gartland et al, 1991).

Los ejemplares **adultos** presentan fuste recto, generalmente cilíndrico en su sección transversal, con

la base reforzada a tabular. Ramificación simpodial. La copa es obcónica, compacta y densifoliada.



Foto 2:  
Ritidoma áspero, con las lenticelas ordenadas en hileras horizontales  
(Foto: L. Grance)

En la **corteza** se observa un diseño áspero, por la presencia de lenticelas y protuberancias peridérmicas (Foto 2), en algunos sectores del tronco (generalmente cercanos a la base) de algunos ejemplares, se observa un diseño escamoso (reticulado), con escamas irregulares de 1 a 15 mm de lado, también pueden observarse porciones del tronco rugoso. El ritidoma presenta una coloración gris-verdosa, generalmente cubierto de líquenes. Las lenticelas son sobresalientes, distribuidas en líneas horizontales originando un relieve, o solitarias, pequeñas (1 mm), circulares, a ovaladas, abundantes, de color castaño. La corteza interna presenta una coloración blanco-amarillenta, con notables radios dilatados, textura fibrosa y un fuerte olor amargo. (Miranda, D. Y col, 1997).

Las hojas son compuestas, imparipinadas de 25 a 30 cm de longitud, alternas, pecioladas, estipuladas. Folíolos entre 7-13, discoloros, glabros en el haz y ligeramente pubescentes en el envés, elíptico-lanceolados, de 4-18 cm de longitud y de 2-10 cm de latitud.

La floración generalmente ocurre antes que las hojas (proterantes). Flores reunidas en panículas terminales y axilares, de 10 a 40 cm de longitud. Corola azul-violácea de 8 a 10 mm de longitud. Fruto legumbre indehiscente, 1 a 5 seminado (Burkart, A.; 1952).

## FENOLOGÍA

(Eibl, B. & col., 1997)

Plenitud de brotación (fecha media):	10 de diciembre
Plenitud de floración (fecha media):	27 de diciembre
Plenitud de crecimiento de frutos (fecha media):	23 de febrero
Plenitud de maduración de frutos (fecha media):	06 de abril
Plenitud de caída de frutos (fecha media):	04 de junio

## Frutos y Semillas

(Eibl, B. & col., 1994)

Número promedio de frutos frescos por kg :	625
Número de semillas por fruto:	1 a 4, mayor frecuencia 1.
Número promedio de semillas frescas por kg.:	1900
Porcentaje de germinación:	76%
Número de días para el inicio de la germinación:	30

## CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA

El duramen tiene una coloración blanca-amarillenta, con un diseño en los cortes longitudinales atractivos, debido a la presencia de abundante parénquima axial en fajas. La madera es de textura

media a gruesa, grano recto, levemente brillante, fácil de trabajar.

Los anillos de crecimiento son poco demarcados, debido a la abundancia de fajas

parenquimáticas concéntricas que se confunden con el parénquima marginal de fajas estrechas.

Porosidad difusa, poros solitarios, geminados, algunos múltiples radiales o racemiformes de hasta tres vasos de diámetro pequeño. Parénquima estratificado, paratraqueal vasicéntrico, predominantemente confluyente en fajas concéntricas anchas y en fajas terminales angostas marginales. Radios multiseriados.

#### USOS:

Carpintería en general, cabos para herramientas, debobinado, chapas, tornería, leña. Otros usos: ornamental, por sus características proterantes con llamativas flores azules.

#### PROPIEDADES FÍSICO-MECANICOS

(Tinto J., 1978).

**Propiedades físicas** (madera con 15% de humedad).

**Densidad** (Kg/dm<sup>3</sup>): 0,740

**Contracciones (%)**:

Radial (R): 4,0

Tangencial (T): 9,0

Relación T/R: 2,25

Volumétrica (V): 15,1

**Propiedades mecánicas** (madera con 15% de humedad).

**Flexión** (Kg/cm<sup>2</sup>):

Módulo de rotura: 1.371

Módulo de elasticidad: 94.000

**Compresión axial** (Kg/cm<sup>2</sup>):

Módulo de rotura: 535

Módulo de elasticidad: 144.700

**Dureza** (Kg/cm<sup>2</sup>):

Normal a las fibras: 540

**Estabilidad dimensional**: Poco estable.

**Receptividad a la impregnación**: penetrable.

**Comportamiento en procesos varios**:

Maquinado: regular

Pintado: regular

Clavado: bueno.

Secado: deficiente.

#### Comportamiento del duramen ante agentes biológicos:

Hongos: poco durable.

Insectos: susceptible.

#### BIBLIOGRAFÍA

BURKART, A. 1952. Las Leguminosas Argentinas Silvestres y cultivadas. Editorial ACME Agency SRL. Bs. As.

DIMITRI, J. M. 1973. Libro del Arbol. Celulosa Argentina.

EIBL, B. ; SILVA, F. ; BOBADILLA, A. y G. OTTENWELLER. 1997. Fenología de especies forestales nativas de la Selva Misionera. Rev. YVYRARETA N°8, Año 8, p:78-87. ISIF. Facultad de Ciencias Forestales de Eldorado. UNaM. Argentina.

EIBL, B.; SILVA, F.; CARVALLO, A.; CZEREPAK, R. y J. KEHL. 1994. Ensayos de germinación y análisis cuantitativo en semillas de especies forestales nativas de Misiones. R. S. Rev. YVYRARETA N° 5, Año 5. P :33-41. ISIF. Facultad de Ciencias Forestales de Eldorado. UNaM. Argentina.

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

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

GARTLAND, H. M. ; BOHREN, A. V. ; MUÑOZ, D. y G. OTTENWELLER. 1991. Descripción y reconocimiento de las principales especies forestales de la Selva Misionera en el estado de plántula. Revista YVYRARETA. Año 2. Nro 2. ISIF. Facultad de Ciencias Forestales. Eldorado. Misiones. UNaM.

MIRANDA, D.; GARTLAND, H.; BOHREN, A.; GRANCE, L. y H. VOGEL. 1997. Contribución al estudio de la anatomía y diseño de la corteza de especies del género Lonchocarpus Kunth. Revista YVYRARETA N° 8, año 8, p:8-15. Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales (ISIF), Facultad de Ciencias Forestales Eldorado, Misiones. UNaM.

TINTO, J. 1978. Aporte del Sector Forestal a la Construcción de Viviendas. Instituto Forestal Nacional. Folleto Técnico Forestal N° 44. Bs. As.

**FICHA TECNICA**  
**FRUTOS Y SEMILLAS DE INTERES FORESTAL**

***Lonchocarpus muehlbergianus* Hassler**

Miranda, Dora E. <sup>1</sup>

Paredes, Dardo <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Directora del proyecto. F.C.F. U.Na.M.

<sup>2</sup> Becario. Estudiante F.C.F. U.Na.M.

**Descripción general**

- Subclase:** Arquiclamideas
- Orden:** Rosales
- Familia:** Leguminosae
- Subfamilia:** Papilionoideae
- Tribu:** Dalbérgeas
- Nombres comunes:** Ivirá-ñandí, rabo molle, caabuzú, rabo blanco, rabo blando, ka'avusu, rabo, cuqui.
- Origen y distribución:** Misiones y en la costa del Río Uruguay en Corrientes (Burkart, 1952).
- Usos actuales y potenciales:** Es una especie melífera. Contiene rotenona en las raíces. También se extraen raíces para combatir parásitos de la piel. Muy apropiada para sistemas agroforestales y especialmente silvopastoriles. Su crecimiento en estado libre es bastante recto. Rebrotan de raíz y pueden ser propagados de esta forma. Es importante como especie pionera para el repoblamiento de zonas sin bosques y es apta para sombra inicial de especies esciófitas. (Brack & Weik, 1994).

- Particularidad:** Frutos abundantes y de fácil cosecha, las semillas germinan fácilmente sin tratamientos pregerminativos y en poco tiempo, elevada homogeneidad y con elevada energía germinativa (pocos días para el mayor porcentaje de germinación). Semillas recalcitrantes, motivo por el cual las condiciones para su almacenamiento exigen mantener determinados niveles de humedad para garantizar su viabilidad (Eibl, 1994).  
Al ser hachado, produce gran abundancia de retoños en las raíces superficiales, a varios metros de distancia, asegurándose así una intensa propagación vegetativa (Burkart, 1952)

**Descripción del fruto**

Los frutos de *Lonchocarpus muehlbergianus* son de 6.4-15.5 x 2.7-3.4 x 0.4-0.8 cm, se mencionan dimensiones de hasta 20 cm de longitud y 5 cm de ancho. La estructura es plana y la forma varía de elíptica a oblonga con extremos marcadamente aguzados, levemente contraída entre las semillas.

Castaños. Superficie estriada, por la presencia de numerosas venaciones, tomentoso y opaco. Consistencia escariosa a coriácea. Presenta una angosta ala marginal. Monotalámico, seco, legumbre indehiscente.

Número de lóculos por fruto: generalmente 1-2.

Número de semillas por lóculo: 1  
 Número de semillas por fruto: 1-2, excepcionalmente 3-5.  
 Número de frutos frescos en promedio por kg: 625 (Eibl, 1994).

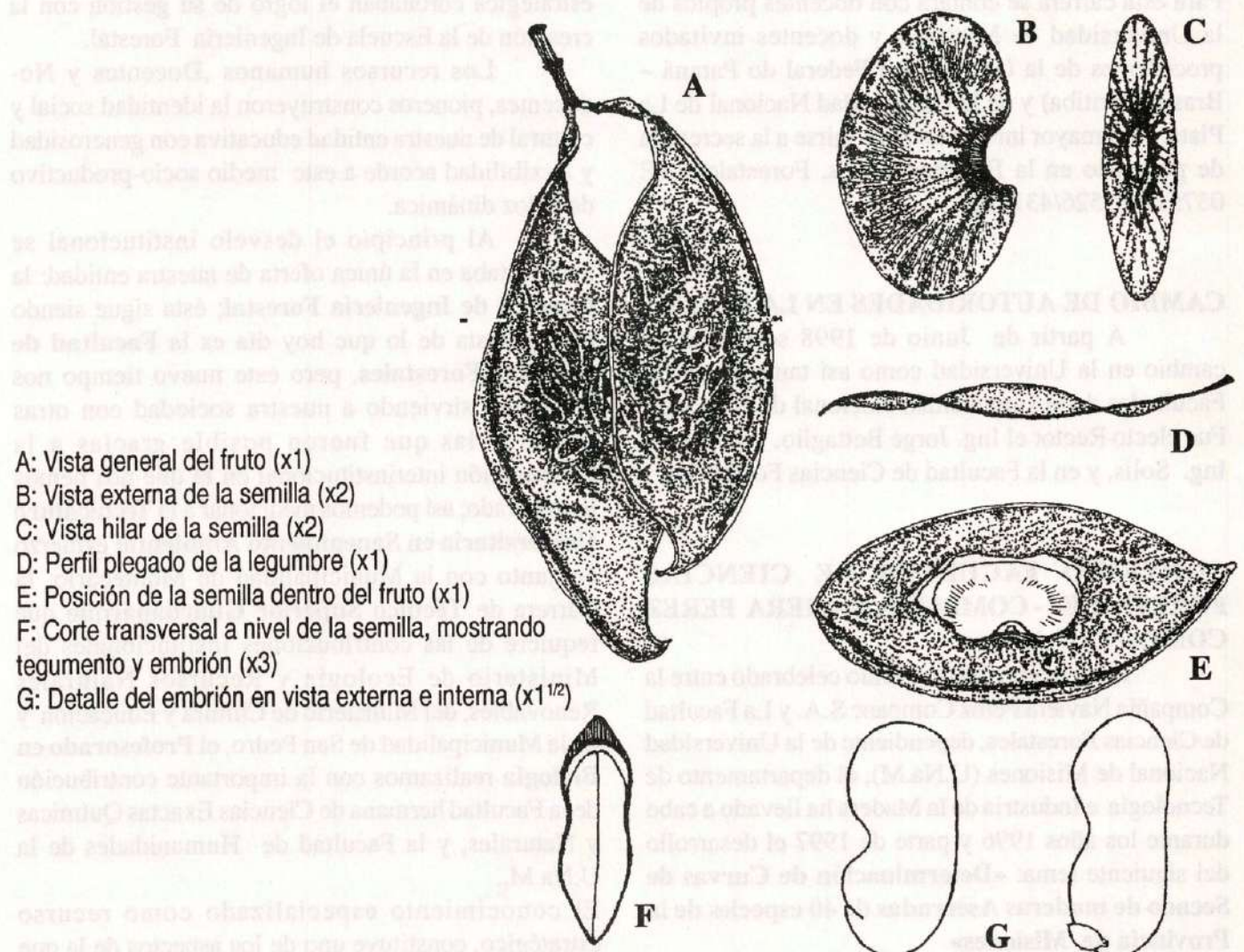
### Descripción de la semilla

**Semilla** de 1.7-2.8 x 1.1-1.3 x 0.4-0.7 cm. Arriñonada, de transección ovoide, la cubierta seminal presenta una coloración castaña oscura, brillante, lisa, de consistencia crustácea. Rafe más corto que el antirrafe. **Funículo** corto y ensanchado, con vestigio de arilo. **Hilo** discernible a simple vista de estructura compleja, tiene una posición lateral, de forma oblonga y color blanquecino. **Corona hilar** presente. **Micrópilo** ligeramente discernible, de posición lateral, elíptica y al ras. **Lente** discernible a simple vista, lateral, lineal, levantada. Exospermada. **Embrión** bilateralmente asimétrico de color amarillo. **Cotiledones** plano-convexos, reniformes, de tamaños desiguales en algunos casos, libres y base decurrente, células con paredes delgadas y almidón. **Eje embrional** del tipo

curvo. **Plúmula** moderadamente bien desarrollada y superficie glabra. Hipocótilo-radícula cónica. **Número de semillas por kg:** 1900 (Eibl, 1994)

### BIBLIOGRAFIA

- BRACK, W. & WEIK, J. 1994. El Bosque Nativo del Paraguay. D.G.P., Asunción (Paraguay). 326 pg.
- BURKART, A. 1952. Las Leguminosas Argentinas. Acme. Bs. As.
- EIBL, B, SILVA, F, CARVALLO, A, CZEREPAK, R, KEHL, J. 1994. Ensayos de germinación y análisis cuantitativo en semillas de especies forestales nativas de Misiones. Yvyrareta, N° 5, 33-41 pg.
- LOPEZ, J. Y OTROS. 1987. Arboles Comunes del Paraguay. Cuerpo de Paz. Paraguay.
- NIEMBRO ROCAS, A. 1992. Formato descriptivo para la caracterización morfológica de semillas de Leguminosas de importancia Agroforestal. Semina 2 (1) 1-23. Universidad Autónoma de Campeche. México.



A: Vista general del fruto (x1)  
 B: Vista externa de la semilla (x2)  
 C: Vista hilar de la semilla (x2)  
 D: Perfil plegado de la legumbre (x1)  
 E: Posición de la semilla dentro del fruto (x1)  
 F: Corte transversal a nivel de la semilla, mostrando tegumento y embrión (x3)  
 G: Detalle del embrión en vista externa e interna (x1<sup>1/2</sup>)

**NOTICIAS FORESTALES**  
**NOTICIAS FORESTALES**  
**NOTICIAS FORESTALES**

**NOTICIAS FORESTALES**  
**NOTICIAS FORESTALES**  
**NOTICIAS FORESTALES**

**POSGRADO EN CIENCIAS FORESTALES**

Recientemente ha sido aprobado por el Consejo Directivo de la FCF y posteriormente por el Honorable Consejo Superior de la Universidad la ampliación de la oferta de carreras de posgrado. En esta oportunidad fue aprobada la carrera de **MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES**, que posee dos orientaciones: **Silvicultura y Manejo Forestal** es una de ellas y **Economía y Administración Forestal** es la otra. Se trata de una maestría de tipo personalizado, es decir, el alumno conjuntamente con el Director de tesis elabora su propio plan de estudios seleccionando entre 10 y 11 disciplinas de unas 40 ofertadas. Se prevé su **inicio en el segundo semestre del año 1999**. A fin de facilitar la inscripción de profesionales con desempeño en distintas empresas, las actividades se concentraran entre viernes y sábados. Para esta carrera se contará con docentes propios de la Universidad de Misiones y docentes invitados procedentes de la Universidad Federal do Paraná – Brasil (Curitiba) y de la Universidad Nacional de La Plata. Para mayor información dirigirse a la secretaria de posgrado en la Facultad de Cs. Forestales (TE 03751-431526/431780).

**CAMBIO DE AUTORIDADES EN LA U.Na.M**

A partir de Junio de 1998 se realizó el cambio en la Universidad como así también en las Facultades de la Universidad Nacional de Misiones. Fue electo Rector el Ing. Jorge Bettaglio, Vicerrector Ing. Solis, y en la Facultad de Ciencias Forestales.

**CONVENIO FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES - COMPAÑÍA NAVIERA PEREZ COMPANC S.A.**

En el marco del Convenio celebrado entre la Compañía Naviera Perez Companc S.A. y La Facultad de Ciencias Forestales, dependiente de la Universidad Nacional de Misiones (U.Na.M), el departamento de Tecnología e Industria de la Madera ha llevado a cabo durante los años 1996 y parte de 1997 el desarrollo del siguiente tema: «**Determinación de Curvas de Secado de maderas Aserradas de 40 especies de la Provincia de Misiones**»

Durante el desarrollo del mismo se lograron realizar Programas de secado para las siguientes Especies: Azota caballo; Guatambú; Loro blanco; Aguay; Rabo molle; Rabo itá; Grapia; Cedro; Loro negro; Anchico; E. Grandis; Loro blanco; E. Dunii; Guayca; Lapacho; Guayubira; Incienso; Laurel Ayuí; Timbó.

**25 ANIVERSARIO FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**  
**1975-1999**

Hace veinticinco años actores sociales comprometidos con la realidad regional y con innegable visión estratégica coronaban el logro de su gestión con la creación de la Escuela de Ingeniería Forestal.

Los recursos humanos ,Docentes y No-docentes, pioneros construyeron la identidad social y cultural de nuestra entidad educativa con generosidad y flexibilidad acorde a este medio socio-productivo de veloz dinámica.

Al principio el desvelo institucional se manifestaba en la única oferta de nuestra entidad: la **Carrera de Ingeniería Forestal**; ésta sigue siendo protagonista de lo que hoy día es la **Facultad de Ciencias Forestales**, pero este nuevo tiempo nos encuentra sirviendo a nuestra sociedad con otras Carreras las que fueron posible gracias a la Cooperación interinstitucional en la que nos hemos involucrado; así podemos mencionar a la **Tecnicatura Universitaria en Saneamiento Ambiental** esfuerzo conjunto con la Municipalidad de Montecarlo, la Carrera de **Técnico Superior Guardaparque** que requiere de las contribuciones Institucionales del Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables, del Ministerio de Cultura y Educación y de la Municipalidad de San Pedro, el **Profesorado en Biología** realizamos con la importante contribución de la Facultad hermana de Ciencias Exactas Químicas y Naturales, y la Facultad de Humanidades de la U.Na.M..

El conocimiento especializado como recurso estratégico, constituye uno de los aspectos de la que

nuestra Institución se ocupa con ahínco, muestra de esto es la **Maestría en Tecnología de la Madera, Celulosa y Papel** en curso actualmente, y para el segundo semestre del presente año se agregaran a nuestras oferta - en este nivel - la **Maestría en Ciencias Forestales con orientación en : Silvicultura y Manejo Forestal, y Economía y Administración Forestal.**

Estos provechosos veinticinco años nos indican el desafío institucional para el próximo milenio, sin olvidarnos que nacimos con un fuerte compromiso con la realidad regional y que hoy más que nunca la simbiosis Facultad de Ciencias Forestales - medio socio productivo es imperativo de estos tiempos como condición para el bienestar social de la región.

#### **REUNION EN LA FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES EL DIA 17 DE ABRIL de 1999, IN.AL., F.C.F. Y ASOCIACION DEL PUEBLO GUARANI.**

Se dio inicio al acto a las 10 de la mañana aproximadamente, con la presentación de actividades y concurrentes entre los que se contaron representantes de O.N.Gs, autoridades, docentes, alumnos y Miembros de la Asociación Del Pueblo Guaraní de la Provincia de Misiones . A continuación el Sr. Decano Ing. Miguel Angel López hizo uso de la palabra haciendo particular referencia a la importancia de la conservación de los Recursos Naturales y la preservación de la cultura Mbyá Guaraní. Posteriormente el Sr. Antonio Riser , coordinador de la Asociación Civil INAL, habló a cerca de la experiencia en trabajo con comunidades Guaraníes Mbyá y el apoyo que el INAL brinda a la Asociación del Pueblo Guaraní, y realizó la ubicación geográfica de las comunidades en la provincia.

Luego se abrió la charla a la participación de los concurrentes de donde fueron surgiendo propuestas y posibles líneas de trabajo, relacionadas al manejo de los recursos naturales y a como atender los problemas de salud y alimentación que fueron planteados por los representantes de las distintas comunidades.

Entre las propuestas surgidas se destacan:

- Multiplicación de Orquídeas.
- Mensura y localización de tierras comunitarias de propiedad reconocida.
- Conservación y tratamiento de semillas.
- Capacitación en viveros de especies forestales y frutales nativos.

- Apoyo en comercialización de artesanías.
- Manejo de renovales de regeneración natural.

Con posterioridad se procedió a la firma del convenio.

#### **IX JORNADAS TECNICAS**

Se están organizando las **IX JORNADAS TECNICAS**, del Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales, dependiente de la Facultad de Ciencias Forestales, de la Universidad Nacional de Misiones.

La Provincia de Misiones, se caracteriza por ser una de las regiones más importante del país en cuanto a Foresto -Industria se refiere., teniendo en cuenta que aproximadamente el 50% del PBI provincial tiene como sustento el sector maderero. Dentro del contexto regional, se encuentra como centro Estratégico del Mercosur. Esto nos motiva a realizar Jornadas de éste tipo para brindar un ámbito de discusión, actualización e intercambio de conocimientos y experiencias, en temas referentes a la Industria maderera.

La gran competitividad existente en el sector, no solo a nivel Nacional e Internacional, hace que temas como los que se mencionan a continuación sean de sumo interés y puedan ser discutidos por Empresarios locales y de los Países vecinos.

Es nuestro interés contar con una amplia participación, por lo cual lo invitamos a Ud. a dichas Jornadas. Solicitamos haga extensiva esta invitación a otras personas.

Las temáticas a abordar serán:

- Mercado (costos y productos)
- Control de calidad de madera aserrada
- Optimización de procesos
- Subproductos
- Madera de calidad desde el punto de vista industrial.
- Remanufactura (Muebles).

**La fecha de realización es: Abril del 2000.**

Para otra información adicional dirigirse a Comisión Organizadora IX Jornadas Técnicas: Facultad de Ciencias Forestales, Bertoni 124, N3382GD Eldorado, Misiones Argentina Te: 03751 431780/ 431526 Fax: 03751 431766.

**E-mail:** [Jornada@correo.facfor.unam.edu.ar](mailto:Jornada@correo.facfor.unam.edu.ar)

**Pagina web:** <http://www.facfor.unam.edu.ar>

## NORMAS DE PRESENTACIÓN DE TRABAJOS

La Revista Forestal YVYRARETA es una publicación de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones, en la que se dan a conocer resultados de investigación en un amplio campo de las áreas científicas forestales.

Los trabajos deben ser originales, inéditos y de actualidad técnico científica. Los artículos serán: **Trabajos de investigación** comprenden resultados de estudios experimentales o descriptivos llevados a cabo hasta un punto que permita la deducción de conclusiones válidas; **Comunicaciones**: trabajos que contengan resultados de investigaciones en curso, o que desarrollen una nueva técnica o metodología; **Revisiones**: trabajos que resuman el estado actual del conocimiento sobre un tema. La aceptación de todos los trabajos recibidos para publicación estará basada en la revisión del comité editorial y los árbitros que se consideren necesarios.

Los manuscritos serán enviados a: Comité Editorial, **Revista Forestal Yvyraretá, Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales, Facultad de Ciencias Forestales, Bertoni 124, (3380) Eldorado, Misiones, Argentina.** (Tel: 03751 431780/431526 fax 03751 431766 e-mail: ISIF@correo.facfor.unam.edu.ar)

**Presentación:** los trabajos deberán ser presentados en hojas de formato A4, escritas a doble espacio e impresas en procesador de texto Microsoft Word 6.0 para Windows, con dos copias impresas, cada página numerada en la parte inferior derecha, con márgenes izquierdo y derecho de 2,5cm. Podrán tener hasta un máximo de 15 páginas. El título debe ser conciso indicando con claridad su contenido, en letra mayúscula, negrita y centrado. Todas las partes de la estructura deberán ir alineadas al margen izquierdo, en mayúscula y en negrita. Si hubiera subtítulos, en minúscula y negrita. Al comienzo de las oraciones dejar una tabulación.

La estructura de los trabajos responderá al siguiente ordenamiento:

Ø **Carátula:** **TITULO**, En castellano e inglés; **AUTORES:** Nombre y apellido completo, centrado y minúscula, con llamadas numeradas. Debajo de los autores, alineadas a la izquierda, colocar: títulos, cargo e institución, incluyendo dirección completa.

Comenzar en otra página con:

Ø **TITULO:** en castellano e inglés

Ø **SUMMARY:** Resumen traducido al inglés, no superior a 150 palabras

Ø **Key words:** Palabras claves traducidas al inglés.

Ø **RESUMEN.** Debe consistir en una condensación informativa de los métodos, resultados y conclusiones principales.

Ø **Palabras clave:** Cinco como máximo, en orden de importancia.

Ø **INTRODUCCIÓN:** Debe indicar claramente el objetivo e hipótesis de la investigación y su relación con otros trabajos relevantes. Citándose los mismos con el autor y el año de publicación entre paréntesis, que luego aparecerá en la bibliografía. Por ejemplo: En comparación con el presente trabajo, VEILLON (1976) contó 278 individuos...

Ø **MATERIALES Y MÉTODOS:** La descripción de los materiales debe ser en forma concisa y si las técnicas o procedimientos utilizados han sido publicados sólo deberá mencionarse su fuente bibliográfica e incluir detalles que representen modificaciones sustanciales del procedimiento original.

- Ø **RESULTADOS:** Estos se presentarán en lo posible en cuadros y o figuras, que serán respaldados por cálculos estadísticos, evitando la repetición, en forma que en cada caso resulte adecuada para la mejor interpretación de resultados. Las denominaciones serán: tablas; figuras (mapa, organigrama), y gráfico (representaciones gráficas), deben ir incorporadas en el texto con numeración arábiga, en negrita, minúscula. Los gráficos y fotos serán impresos en blanco y negro. Los títulos de tablas, figuras y gráficos con traducción al inglés.
- Ø **CONCLUSIÓN:** Debe ser basada en los resultados obtenidos y ofrecer, si es posible, una solución al problema planteado en la introducción.
- Ø **AGRADECIMIENTOS**
- Ø **BIBLIOGRAFIA:** Deberán estar **únicamente la bibliografía referenciada**, en orden alfabético. **Libros:** Autores (apellido e iniciales de los nombres), el primer apellido con mayúscula, año de publicación, Título, Editorial, Lugar de publicación, Número de volumen y de páginas. En caso de **Revistas:** Autores (apellido e iniciales de los nombres), el primer apellido con mayúscula, año de publicación, Título del artículo, nombre de la revista o publicación, Número de volumen y de Revista y páginas del artículo. El formato deberá ser con sangría francesa a 0,5 cm. Ejemplos: **Libro:** KOZLOWSKI T.T. 1984. Flooding and Plant Growth. Academic Press. New York.. 365pp. **Revista:** MOSS D.N., E.Satorre. 1994. Photosynthesis and crop production. Advances in Agronomy. 23, pp 639 -656.

**Abreviaturas y nombres científicos:** Las abreviaturas de nombres, procedimientos, etc. deben ser definidos la primera vez que aparezcan. Las abreviaturas de carácter físico se escribirán de acuerdo al Sistema Internacional de Unidades (SI). Cuando una especie es mencionada por primera vez en el texto principal, deberá colocarse el nombre vulgar (si lo tiene) y el nombre científico (en cursiva) con el autor. Subsecuentemente, se podrá usar el nombre vulgar o científico sin autor. En el Título deberá incluirse el nombre científico con su autor.

