

yvyraretá

ISSN-0328-8854

DICIEMBRE 2011 N°18 REVISTA FORESTAL PAÍS DE ARBOLES



Universidad Nacional de Misiones – Facultad de Ciencias Forestales

Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales – Eldorado – Misiones - Argentina



UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES



FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

INSTITUTO SUBTROPICAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES (ISIF)

Autoridades

Rector

Mgter. Lic. Javier GORTARI

Sec. Gral. de Ciencia y Tecnología

Mgter. Ing. Mario José MANTULAK

Decano

Mgter. Ing. Oscar Arturo GAUTO

Vice-Decano

Mgter. Ing. Obdulio PEREYRA

Sec. Académico

Ing. Rubén Alberto COSTAS

Prof. Titular. a/c. Sec. de Ciencia, Técnica y Postgrado

Mgter. Ing. Ramón Alejandro FRIEDL

Sec. Extensión

Ing. César Luis DE LA VEGA

Sec. Administrativo

Sr. Arturo Raúl LOZANO

Sec. Bienestar Estudiantil

Sr. Gilson BERGER

Secretaria Técnica

Ing. Susana Mariela TERESCUCH

Editada por el
**INSTITUTO SUBTROPICAL
DE INVESTIGACIONES FORESTALES**
de la Facultad de Ciencias Forestales

Editor Responsable: Mgter. Oscar Arturo GAUTO

Editor Científico Mgter. Ramón Alejandro FRIEDL

Editor Técnico: Ing. Susana Mariela TERESCZUCH / Mgter. Elizabeth María WEBER

Revisión de texto en inglés: Prof. Silvia Graciela MARTINEZ

EVALUADORES DE ESTE NÚMERO

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">➤ Mgter. Norma Ester VERA (FCF, UNaM)➤ Mgter. Ramón Alejandro FRIEDL (FCF, UNaM)➤ Mgter. Carlos David VERA BRAVO (INTA Bella Vista)➤ Mgter. Walter ABEDINI (UNLP, FCAyF)➤ Mgter. Roberto FERNÁNDEZ (INTA Montecarlo FCF, UNaM)➤ Mgter. Horacio O'LERİY (FCF, UNaM)➤ Mgter. Sandra Patricia ROCHA (FCF, UNaM) | <ul style="list-style-type: none">➤ Mgter. Fernando NIELLA (FCF, UNaM)➤ Mgter. Elizabeth WEBER (FCF, UNaM)➤ Mgter. Teresa SUIREZS (FCF, UNaM)➤ Dra. Paula CAMPANELLO (CONICET, IBS; FCF UNaM)➤ Mgter. Martín PINAZO (INTA Montecarlo)➤ Mgter. Alicia BOBADILLA (FCF, UNaM)➤ Mgter. Alicia BOHREN (FCF, UNaM)➤ Dra. Juana MOGLIA (FCF-UNSE) |
|--|---|

Foto de tapa: Brotes in vitro en ensayo para la propagación clonal de *Pinus taeda* (Laboratorio de Propagación Vegetativa FCF UNaM). Foto: Mgter. Fernando NIELLA

Foto de contratapa: Planta donante de brotes para la propagación vegetativa de *Pinus elliotii* x *caribaea* (Vivero experimental FCF UNaM). Foto: Mgter. Fernando NIELLA

Diseño: M.Sc. Elizabeth María WEBER / Ing. Susana Mariela TERESCZUCH

La Revista Forestal Yvyraretá es una publicación de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones, en la que se dan a conocer resultados de investigaciones en un amplio campo de las áreas científicas forestales y ambientales.

La periodicidad de la misma es anual.

Se imprimen 300 ejemplares

Indizada en LATINDEX

Indizada en CAB ABSTRACTS

ISSN – 0328 – 8854

La Revista no se hace responsable de las opiniones contenidas en los artículos, siendo responsabilidad exclusiva de los autores de los mismos.

Toda correspondencia relacionada a la Revista debe ser dirigida a:

Sr. Editor Científico. Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124. 3380. Eldorado, Misiones, Argentina.

TE: 054 3751 431780/431526. Fax 054 3751 431766

Email: isif@facfor.unam.edu.ar Web: www.facfor.unam.edu.ar

EDITORIAL

El año 2011 ha sido un año histórico para la Facultad de Ciencias Forestales de la UNaM, porque además de haber cumplidos nuestros 37 años, se han dado una serie de novedades académicas, de investigación y de extensión que representan el fruto de acciones que se venían realizando y por los desafíos de trabajo y superación que se abren a futuro.

Probablemente el hecho más destacado es la Acreditación otorgada por la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) a nuestra carrera insignia, la Ingeniería Forestal; por el término de 6 años, máximo tiempo de acreditación que prevé este organismo.

Esta Acreditación después de lograda, como las victorias tiene numerosos progenitores, por un lado la de los del árbol genealógico, desde los que pensaron la Facultad y esta Carrera en Eldorado, lucharon para que se concretara, los docentes, estudiantes, egresados y no docentes que durante 35 años le dieron vida a esta Casa de Estudios y, por otro lado, los que participaron con entusiasmo en las diversas comisiones de trabajo que demando el proceso de autoevaluación, preparación de toda la documentación necesaria e imaginar las propuestas de mejora que comprometimos a futuro, a quienes agradecemos y reconocemos profundamente.

Como la mayoría hemos tomado este proceso, como una cuestión de estado, queda la enseñanza que si trabajamos todos en pos de un mismo objetivo, nos va bien y ganamos todos.

Dicho proceso guarda cierta similitud con la certificación de las empresas, deja por un lado una satisfacción por el logro alcanzado, pero casi al instante también la conciencia de las oportunidades planteadas en los planes de mejora a futuro. O sea en Ingeniería Forestal estamos bien, pero seguiremos esforzándonos hacia el logro de la excelencia.

Este proceso de evaluación se dio en simultáneo en todas las carreras de Ingeniería Forestal del país, disparando un proceso de sana competencia, que redundará en esfuerzos compartidos para la superación de todas ellas.

Adicionalmente, hemos logrado la acreditación del Proyecto de Carrera de Ingeniería Agronómica, que enriquece nuestra oferta académica, con una carrera muy demandada en la región y que instrumentamos contando con un Convenio con el INTA Misiones como un aporte importantísimo para darle a la carrera mayor solides en los tramos específicos y una importante fortaleza en los cultivos regionales.

Hemos logrado asimismo la Acreditación de la Carrera de Postgrado: Maestría en Ciencia y Tecnología de la Madera, Celulosa y Papel; desarrollada en forma conjunta con la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de la UNaM, nuestra carrera de postgrado más antigua.

En lo relativo a la Investigación, debemos citar los numerosos nuevos proyectos formulados y acreditados por nuestros investigadores, entre los que se destacan los presentados a la Convocatoria de Proyectos de Investigación Aplicadas (PIAS), realizada en 2010 desde el Proyecto Manejo Sustentable de Recursos Naturales - BIRF LN 7520 AR, cuya evaluación concluyó en 2011, logrando los investigadores de la Facultad la aprobación de 7 de ellos, que sumados a otros 3 proyectos que alcanzaron la aprobación y el financiamiento en la Convocatoria Especial de Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica/Educativa 2012-2013 de la UNaM, lo cual redunda en total en el logro de un financiamiento de \$ 1,2 Millones, que ya está siendo ejecutado.

En la Convocatoria vinculada a la Sanidad Vegetal, hemos participado de un proyecto acreditado por el INTA y en la Convocatoria Especial de la UNaM, se han aprobado otros 4 proyectos, que no lograron el financiamiento, pero superaron el nivel de aprobación técnica.

En una segunda Convocatoria de Proyectos PIAS 2011 - 2012, se han formulado y presentado otros 10 proyectos, los cuales se encuentran en proceso de evaluación.

Destacamos también la decisión del Gobierno de la Provincia de iniciar la construcción de la sede del Instituto de Biología Subtropical en Iguazú, dependiente de esta Unidad Académica y que permitirá consolidar nuestra presencia institucional en Iguazú.

En lo referente a la Extensión y Vinculación, destacamos la realización en 2011 de la primera reunión del Consejo Social de la Casa, que se vincula también al proceso de formulación de lo que denominamos Plan Estratégico 2012 – 2025, donde se pretenden definir nuestros desafíos a largo plazo.

Se ha realizado con éxito el Primer Curso de Perfeccionamiento en Sistemas Silvopastoriles 2011, organizado con la cooperación del INTA y destinado a Ingenieros Forestales o Agrónomos y Médicos Veterinarios, del cual participaron también productores y alumnos avanzados de la Carrera de Ingeniería Forestal de la Facultad, que ha redundado en la capacitación de más de 33 profesionales y alumnos en técnicas de manejo sustentable de dichos sistemas.

Se ha conformado la Comisión Organizadora de las 15 ° Jornadas Técnicas, Forestales y Ambientales, a realizarse los días 6 – 9 de junio de 2012, dicho evento cumple en ese año sus 30 años de

realización y se espera la presencia de 500 participantes, la presentación de numerosos trabajos y la realización de conferencias sobre temas de fuerte actualidad y visitas a empresas de la zona.

La Facultad ha firmado un Convenio con el Ministerio de Agricultura de la Nación, para realizar como una segunda etapa del Plan PEA², acciones vinculadas entre otras a la detección de oportunidades de mejora del valor de los productos en origen y el padrinazgo de Escuelas Agro técnicas de la Provincia.

Agradecemos vuestro interés en el número 18 de nuestra revista de divulgación científica Yvyraretá (País de árboles en guaraní).

Mgter. Oscar Arturo GAUTO
Decano
Facultad de Ciencias Forestales
Universidad Nacional de Misiones

ÍNDICE

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

INCREMENTO ANUAL DE AREA BASAL DE <i>Prosopis nigra</i> Griseb., <i>Prosopis affinis</i> Sprengel. Y <i>Acacia caven</i> (Mol.) Molina, EN FUNCION DE LA DENSIDAD ARBOREA Y LA ESTRUCTURA DE CLASES DIAMETRICAS, EN BOSQUES NATIVOS DE ENTRE RIOS ANNUAL INCREASE OF BASAL AREA OF <i>Prosopis nigra</i> Griseb., <i>Prosopis affinis</i> Sprengel. AND <i>Acacia caven</i> (Mol.) Molina, ACCORDING TREE DENSITY AND DIAMETRIC CLASSES STRUCTURE IN ENTRE RIOS (ARGENTINA) NATIVE FOREST Silvana María José Sione; Rafael Alberto Sabattini; Silvia Gabriela Ledesma; Arturo Fabián Dorsch.	1
ENRAIZAMIENTO DE ESTAQUILLAS DE DIFERENTE DIÁMETRO DE <i>Citharexylum montevidense</i> (Spreng) Moldenke, ESPECIE FORESTAL NATIVA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES ROOTING OF MINICUTTINGS OF DIFFERENT DIAMETERS OF <i>Citharexylum montevidense</i> (Spreng) Moldenke, A NATIVE SPECIES OF THE PROVINCE OF BUENOS AIRES FLORA Luciano Marcos Roussy; Walter Ismael Abedini	9
ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE TRES ESPECIES RECONOCIDAS COMERCIALMENTE BAJO EL NOMBRE DE CEBIL STUDY OF PHYSICAL PROPERTIES IN THREE SPECIES COMMERCIALLY KNOWN AS CEBIL María Mercedes Refort; Eleana María Spavento; Gabriel Darío Keil	16
MULTIPLICACIÓN IN VITRO DE BROTES AXILARES DE <i>Pinus elliottii</i> var. <i>Elliottii x Pinus caribaea</i> var. <i>Hondurensis</i> IN VITRO AXILLARY SHOOT MULTIPLICATION FOR <i>Pinus elliottii</i> var. <i>Elliottii x Pinus caribaea</i> var. <i>Hondurensis</i> Patricia Rocha; Fernando Niella	23
CLAVE DE RECONOCIMIENTO DE TREINTA ESPECIES FORESTALES DE LA PROVINCIA DE FORMOSA EN EL ESTADO DE PLANTULA KEY OF RECOGNITION OF THIRTY FORESTRY SPECIES OF THE PROVINCE OF FORMOSA IN THE SEEDLING STAGE Darvin Antonio Cáceres	31
COMPARACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORISTICA DE UNA FRACCIÓN DE BOSQUE NATIVO ANTES Y DESPUÉS DEL APROVECHAMIENTO, EN MISIONES, ARGENTINA. COMPARISON OF THE STRUCTURE AND FLORISTIC COMPOSITION OF ONE FRACTION OF NATIVE FOREST BEFORE AND AFTER HARVESTING, IN MISIONES, ARGENTINA. Claudio Javier Dummel; Luis Alberto Grance; Oscar Vebra; Walter Vebra	39

COMUNICACIÓN

CRECIMIENTO INICIAL DE <i>Pinus taeda</i> L. EN SUELO PEDREGOSO DE LA PROVINCIA DE MISIONES, EN RESPUESTA A LA FERTILIZACIÓN CON P Y N. <i>Pinus taeda</i> L. INITIAL GROWTH IN RESPONSE TO N AND P FERTILIZATION, ON A STONY SOIL OF MISIONES PROVINCE. Laura Faustino; Nardia Bulfe; Martín Pinazo; Juan Goya; Rodolfo Martiarena; Otto Knebel; Corina Graciano	52
---	----

REVISIÓN

TENSIONES DE CRECIMIENTO EN MADERA DE ÁRBOLES JÓVENES EN PIE POR MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS	58
GROWTH TENSIONS IN YOUNG TREES WOOD BY NOT DESTRUCTIVE METHODS	
Estela Margarita Pan; Juan Carlos Medina; Graciela Adriana Moreno; Selva Azucena Barriosuevo	

FICHAS

<i>Xylophanes Tyndarus</i> (LEPIDOPTERA: SPHINGIDAE) EN LA PROVINCIA DE MISIONES (ARGENTINA)	64
<i>Xylophanes Tyndarus</i> (LEPIDOPTERA: SPHINGIDAE) IN THE PROVINCE OF MISIONES (ARGENTINA)	
Olga de Coll; Liliana Valverde	
FICHA TÉCNICA. MANEJO DE FRUTOS Y SEMILLAS, PRODUCCIÓN DE PLANTINES Y ESTABLECIMIENTO A CAMPO DE ESPECIES NATIVAS	66
<i>Astronium balansae</i> Engl. (Urunday)	
Beatriz Irene Eibl; Cecilia González; Liliana Mattes	
FICHA TÉCNICA. ÁRBOLES DE MISIONES <i>Aralia warmingiana</i> (Marchal) J. Wen	68
Alicia Violeta Bohren; Luis Alberto Grance; Héctor Martín Gartland; Guillermo Federico Küppers; Pablo Andrés Pozskus	
FICHA TÉCNICA. FRUTOS Y SEMILLAS. <i>Ceiba insignis</i> (Kunth) P. E. Gibbs & Semir	72
Dora Miranda; Dardo Paredes	

INCREMENTO ANUAL DE AREA BASAL DE *Prosopis nigra* Griseb., *Prosopis affinis* Sprengel. Y *Acacia caven* (Mol.) Molina, EN FUNCION DE LA DENSIDAD ARBOREA Y LA ESTRUCTURA DE CLASES DIAMETRICAS, EN BOSQUES NATIVOS DE ENTRE RIOS

ANNUAL INCREASE OF BASAL AREA OF *Prosopis nigra* Griseb., *Prosopis affinis* Sprengel. AND *Acacia caven* (Mol.) Molina, ACCORDING TO TREE DENSITY AND DIAMETRIC CLASSES STRUCTURE IN ENTRE RIOS (ARGENTINA) NATIVE FORESTS

Silvana María José Sione¹
Rafael Alberto Sabattini¹
Silvia Gabriela Ledesma¹
Arturo Fabián Dorsch²

Fecha de recepción: 22/09/2010

Fecha de aceptación: 10/06/2011

1. Ings. Agrs. Cátedra de Ecología – Facultad de Ciencias Agropecuarias (UNER). Ruta 11 Km. 10.5. Oro Verde, Entre Ríos. ssiione@fca.uner.edu.ar

2. Ing. Agr. Cooperativas Agropecuarias Federadas de Entre Ríos (CAFER). San Juan 842. Paraná, Entre Ríos.

SUMMARY

The aims were to evaluate the annual increase of the basal area of *Prosopis nigra* Griseb., *Prosopis affinis* Sprengel and *Acacia caven* Mol. Molina and their curves of growth depending on the diametric classes and on the tree density in native forests of Entre Ríos. In Federal (YO), La Paz (LG) and Paraná (HA), the annual rate of arboreal individual growth (*g*) by species and by diametric class was estimated, and the curves of the mean diametrical annual growth for every class were obtained. *P.nigra* showed the major *g* values, reaching 19,87 and 11,36 $\text{cm}^2 \text{ind}^{-1} \text{year}^{-1}$ for HA and LG, respectively. In YO very low values were registered for this species attributable to soil restrictions. The *g* of *P. affinis* were of 7,11 $\text{cm}^2 \text{ind}^{-1} \text{year}^{-1}$ in HA, whereas for the other two sites they were lower than 0,7 $\text{cm}^2 \text{ind}^{-1} \text{year}^{-1}$. The *A. caven* *g* values, ranged from 0,21 to 2,80 $\text{cm}^2 \text{ind}^{-1} \text{year}^{-1}$. For the three evaluated species, the curves of mean diametric annual growth depending on the diametric classes corresponded to polynomial models of the second order.

Key words: native forest – growth – basal area - *Prosopis* spp. – *A. caven*

RESUMEN

Los objetivos fueron evaluar el incremento anual del área basal de *Prosopis nigra* Griseb., *Prosopis affinis* Sprengel y *Acacia caven* (Mol.) Molina y sus curvas de crecimiento en función de las clases diamétricas y en relación a la densidad arbórea, en bosques nativos de Entre Ríos. En tres sitios (Federal:YO, La Paz:LG y Paraná:HA), se estimó la tasa anual de crecimiento arbóreo individual (*g*) por especie y por clase diamétrica, y se obtuvieron las curvas de crecimiento diamétrico anual promedio para cada clase. *P.nigra* arrojó los mayores *g*, alcanzando valores de 19,87 y 11,36 $\text{cm}^2 \text{arb}^{-1} \text{año}^{-1}$ para HA y LG, respectivamente. En YO se registraron valores bajos para esta especie, atribuible a las limitantes edáficas. Los *g* de *P.affinis* fueron de 7,11 $\text{cm}^2 \text{arb}^{-1} \text{año}^{-1}$ en HA, resultando inferiores a 0,7 $\text{cm}^2 \text{arb}^{-1} \text{año}^{-1}$ para los otros sitios. Los *g* de *A.caven* oscilaron entre 0,21 y 2,80 $\text{cm}^2 \text{arb}^{-1} \text{año}^{-1}$. Para las tres especies evaluadas, las curvas de

crecimiento diamétrico anual promedio en función de las clases diamétricas respondieron a modelos polinomiales de segundo orden.

Palabras clave: bosque nativo – crecimiento – área basal – *Prosopis* spp. – *A. caven*

INTRODUCCION

El área de bosques nativos de Entre Ríos, correspondientes a la Provincia Fitogeográfica del Espinal, ha sido modificada debido al cambio de uso del suelo y a la extracción indiscriminada de sus principales especies forestales, desencadenando procesos de degradación de estos ecosistemas (SABATTINI *et al.*, 2009). A efectos de revertir esta situación es prioritaria la adopción de medidas basadas en investigaciones sobre la biología y productividad de los bosques.

Diversos autores han marcado la importancia de evaluar el crecimiento del bosque

nativo, al constituir una herramienta imprescindible para encarar una producción sustentable del sistema.

ALVAREZ *et al.* (2006) sostienen que el conocimiento de los parámetros poblacionales de los bosques permite evaluar su estado actual e inferir la capacidad de recuperación del sistema, su evolución histórica y su estructura futura. Por su parte, la modelación del crecimiento del leño permite estimar el momento de máximo crecimiento medio, información de utilidad para la planificación de una apropiada renovación del bosque (PERPIÑAL *et al.*, 1993).

El crecimiento arbóreo es un fenómeno complejo que responde a diversas variables, siendo determinantes la biología de la especie, las fluctuaciones climáticas, el suelo, interacciones de competencia y disturbios ecológicos (JUAREZ DE GALINDEZ, 2001).

El crecimiento puede ser estimado a partir del incremento diametal o de los aumentos del área basal. Para medir el crecimiento en diámetro se cuenta con varios instrumentos que difieren en exactitud, precisión y simplicidad operativa. CLARK *et al.* (2000) considera que el uso de bandas dendrométricas es útil en inventarios forestales en el que se evalúa una proporción de individuos arbóreos con diferentes diámetros. Estas bandas se ajustan a la forma del tronco del árbol y permiten detectar pequeños cambios de diámetro entre intervalos de medición (BAKER *et al.*, 2002).

En Argentina aún son escasos los antecedentes sobre estudios de crecimiento de especies leñosas nativas, registrándose muy pocos casos de ensayos sistemáticos realizados en bosques naturales para cuantificar el crecimiento diametal (JUAREZ DE GALINDEZ, 2001).

En este trabajo se plantean tres hipótesis: 1) El incremento anual de área basal varía según la especie arbórea; 2) El incremento de área basal individual es mayor en las clases diamétricas inferiores y 3) A mayor densidad arbórea total del bosque nativo, los incrementos individuales de área basal son menores.

Los objetivos fueron evaluar el incremento anual del área basal de tres especies dominantes del bosque nativo de Entre Ríos (*Prosopis nigra* G., *Prosopis affinis* S. y *Acacia caven* (Mol.) Molina y sus curvas de crecimiento en función de las clases diamétricas y en relación con la densidad arbórea.

MATERIALES Y METODOS

Caracterización de los sitios de estudio

El estudio se realizó entre diciembre/1999 y octubre/2001, en tres sitios de Entre Ríos: 1) Hasenkamp (HA), Departamento Paraná (31°25'56"S-59°46'46"E); 2) Las Garzas (LG), Departamento La Paz (31°24'19"S-59°12'19"E) y 3) Yeso Oeste (YO), Departamento Federal (30°45'00"S-59°15'39"E). El bosque de HA ha

sido caracterizado como "monte alto abierto" (SABATTINI *et al.*, 1999), presentando un estrato arbóreo de altura superior a los 6 m y una cobertura menor al 50%. *P. affinis* constituye la especie dominante, seguida por *P. nigra*, *A. caven* y *Aspidosperma quebracho blanco* (quebracho blanco). En LG el monte es similar al de HA pero con una mayor densidad arbórea. Los suelos característicos son Peludertes de la serie Santiago, levemente planosólicos, con pendientes de 1,5-2,5% (INTA, 1990). El bosque de YO presenta diferencias fisonómicas respecto a los anteriores, siendo un "monte bajo abierto" (SABATTINI *et al.*, 1999). *P. affinis* es la especie dominante, seguida por *P. nigra*, *A. caven* y *A. quebracho blanco*. Este sitio presenta limitantes edáficas, con suelos impermeables, densos y con encharcamiento, pertenecientes a las series Colonia Trece (Ocracualfes verticos), Ramblones (Peludertes argiacuálicos) y Banderas (Argiudoles verticos) (INTA, 1990).

Datos pluviométricos

Para HA y LG, se registró un superávit hídrico de 124 mm durante el año 2000, en tanto que el lapso enero-octubre/2001 puede ser considerado como de escasas precipitaciones, habiéndose determinado un déficit de 339 mm (Gráfico 1 a). Para YO, las precipitaciones ocurridas durante el período de estudio fueron "normales" respecto de las medias históricas (INTA, 1990), registrándose para el año 2000 un superávit de 80 mm (Gráfico 1b).

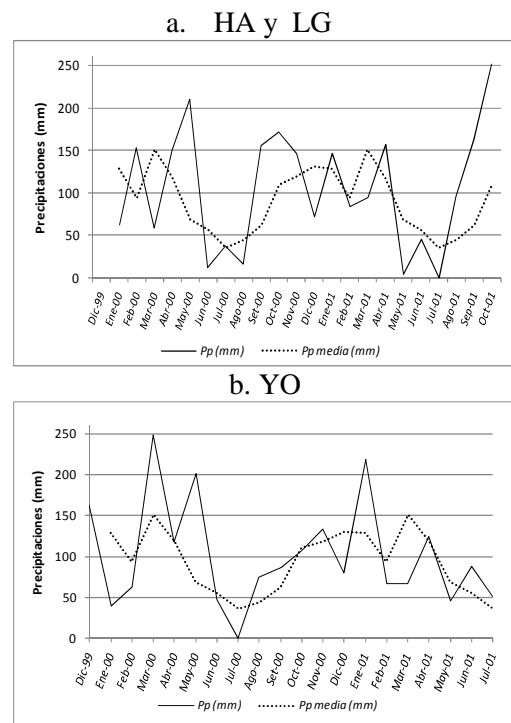


Gráfico 1: Precipitaciones mensuales (1999-2001) y medias históricas (INTA, 1990).

Graph 1: Monthly rainfalls (1999-2001) and historical average (INTA, 1990).

Diseño del ensayo y variables analizadas

En cada sitio, sobre una superficie de 8 ha bajo pastoreo rotativo, se delimitaron 10 parcelas de muestreo permanentes, circulares de 15 m de radio (706,5 m²), dispuestas al azar. En cada parcela se efectuaron las siguientes estimaciones:

Densidad arbórea

Esta variable se determinó como el promedio del número de individuos arbóreos por parcela, expresándose luego en número de individuos arbóreos por hectárea (arbha⁻¹). Para la determinación de la densidad relativa se consideró la contribución porcentual de cada especie a la densidad arbórea total (%).

Estructura del estrato arbóreo por clases diamétricas

Los individuos arbóreos de las principales especies (*P. nigra*, *P. affinis* y *A. caven*) registrados en las parcelas circulares fueron clasificados en función de sus valores iniciales de diámetro a la altura del pecho (dap, a una altura promedio de 1,30 m), en 5 clases diamétricas: Clase I (menor a 5 cm de dap); Clase II (5-15 cm dap); Clase III (15-25 cm dap); Clase IV (25-35 cm dap) y Clase V (mayor a 35 cm dap). Se caracterizó la estructura del estrato arbóreo según la participación porcentual de cada clase diamétrica.

Incremento anual de área basal

En cada parcela se registró e identificó el total de individuos arbóreos con dap mayores a 4 cm, siguiendo el criterio de LAMPRECHT (1992). La variable utilizada para la estimación del crecimiento arbóreo fue el área basal, inferida a partir de la determinación del dap. En la totalidad de individuos arbóreos presentes en las parcelas se colocaron bandas dendrométricas de aluminio en diciembre/99 y enero/00 (situación inicial del estudio) y se determinó el dap. Transcurrido aproximadamente un período de un año, se obtuvo un segundo registro de dap, estimándose a posteriori los *incrementos anuales de área basal por individuo* (g). Esta variable fue considerada como *tasa de crecimiento arbóreo*. Para la confrontación con la bibliografía estos datos se utilizaron para calcular el área basal en m²/ha/año de cada especie, considerando la densidad relativa de las mismas.

Se estimó la tasa de crecimiento total del bosque para cada sitio, a diferentes niveles de densidad del estrato arbóreo. Este cálculo se realizó a partir de los valores de *g* de las tres especies dominantes en su conjunto. Se obtuvieron las curvas de crecimiento de las tres especies estudiadas a partir de los datos de incrementos anuales de dap, considerando los tres sitios conjuntamente. Dada la gran variabilidad observada, los datos fueron agrupados por clase diamétrica para el cálculo del

incremento anual de dap promedio por individuo y el posterior ajuste de la curva de crecimiento.

Análisis estadístico de los datos

Para cada sitio se procesaron estadísticamente los datos (INFOSTAT, 2002), efectuándose comparaciones múltiples de medias (LSD Fisher al 5%) entre los valores de *g* entre especies y a diferentes valores de densidad arbórea.

Para la obtención de las curvas de crecimiento por especie y por clases diamétricas, se utilizó el Programa Excel de Windows XP para determinar el modelo estadístico de mayor ajuste de acuerdo al valor de R².

RESULTADOS

El monte de YO fue el de menor densidad total (285 arb/ha), siendo significativamente inferior respecto al monte de LG (526 arb.ha⁻¹). La densidad en el monte de HA (384 arb.ha⁻¹) resultó estadísticamente similar a YO y LG. En LG y YO dominaron las especies de *Prosopis* (*P. nigra* y *P. affinis*), representando más del 71%. *A. caven* resultó la tercera especie en importancia, con valores de densidad relativa que osciló entre 14 y 16%. En HA se registraron valores de densidades relativas inferiores al 30% para las tres especies en estudio (Gráfico 2).

Estructura del estrato arbóreo por clases diamétricas

En HA se observó la dominancia de las clases II, III y IV para las tres especies. *P. nigra* mostró una distribución homogénea entre las clases II, III y IV, con densidades relativas entre 29 y 34%.

En HA se observó la dominancia de las clases II, III y IV para las tres especies. *P. nigra* mostró una distribución homogénea entre las clases II, III y IV, con densidades relativas entre 29 y 34%. En el ñandubay, los valores de densidad relativa resultaron próximos al 50% en las clases II y III. *A. caven* mostró un comportamiento diferente, registrándose un 55% de individuos de 25–35 cm dap, mientras que un 37% correspondió a individuos de la clase III (Gráfico 3 a).

En LG, el algarrobo negro presentó las mayores densidades relativas en las clases II y III (41% y 25% respectivamente). En relación a *P. affinis* el 67% de densidad relativa correspondió a la clase II, mientras que el resto de las clases contribuyeron con densidades inferiores al 16%. En *A. caven* se observó una estructura de clases similar al ñandubay (Gráfico 3 b).

En YO, *P. nigra* y *P. affinis* presentaron mayor densidad relativa en sus clases II (60-70%) y III (15-35%). Todos los individuos de *A. caven* pertenecieron a la clase II (Gráfico 3 c).

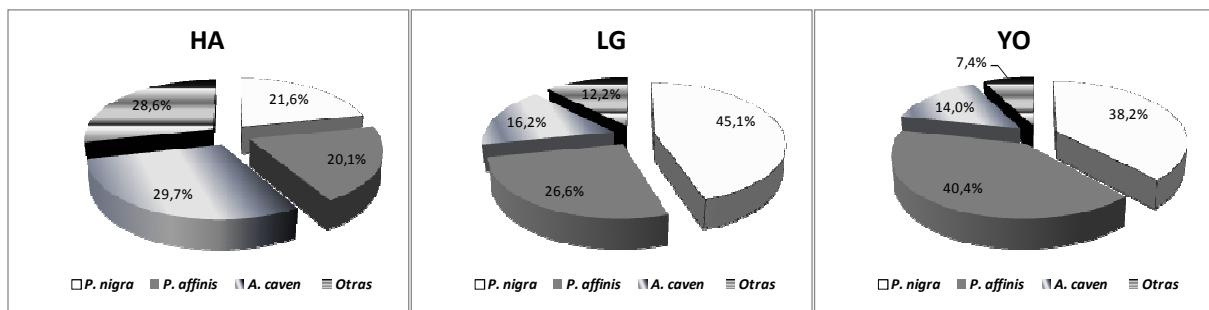
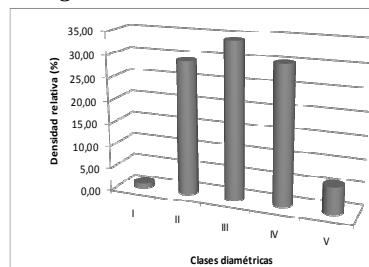


Gráfico 2: Densidad relativa por especie (%) en los sitios de estudio.

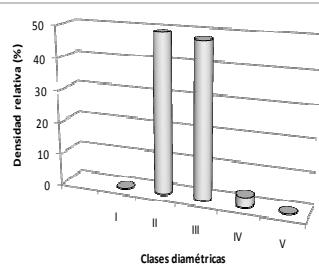
Graph 2: Relative density of the species (%) at the sites

a. HA

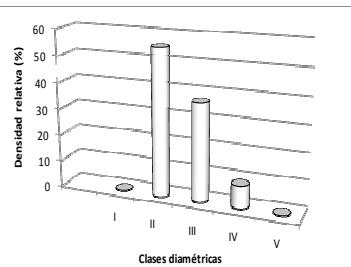
P. nigra



P. affinis

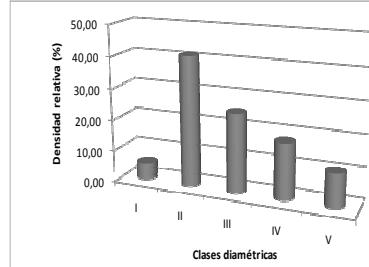


A. caven

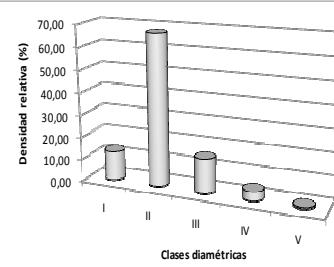


b. LG

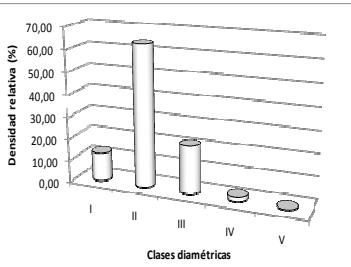
P. nigra



P. affinis

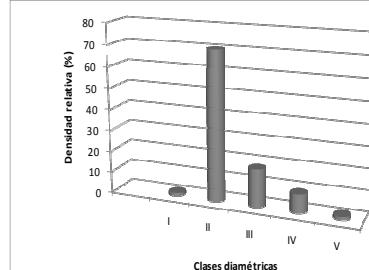


A. caven

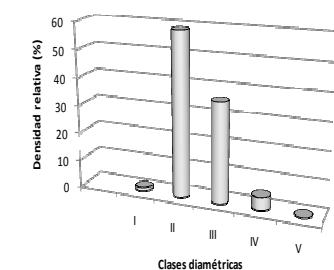


c. YO

P. nigra



P. affinis



A. caven

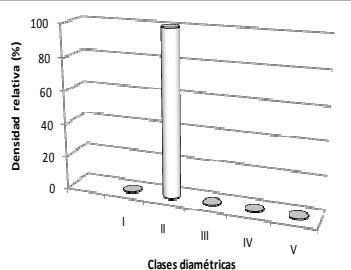


Gráfico 3: Densidad relativa de clases diámetricas por especie en HA (a), LG (b) y YO (c).

Graph 3: Relative density of diametric classes at the species in HA (a), LG (b) y YO (c).

Tasas de crecimiento

En HA *P. nigra* arrojó valores de g significativamente superiores respecto a *P. affinis* y *A. caven*, alcanzando $19,87 \text{ cm}^2/\text{arb/año}$ (Tabla 1). También en LG, *P. nigra* fue la especie con mayor g ($11,36 \text{ cm}^2/\text{arb/año}$), superando significativamente a las otras dos especies, en las que se observaron g inferiores a $1,6 \text{ cm}^2/\text{arb/año}$ (Tabla 1).

En YO se registraron g inferiores a $0,22 \text{ cm}^2/\text{arb/año}$ para las tres especies. Sin embargo *A. caven* fue la especie de mayor crecimiento, con un g de $0,21 \text{ cm}^2/\text{arb/año}$, difiriendo significativamente con las especies de *Prosopis* (Tabla 1). SABATTINI et al (2000), en un estudio sobre crecimiento de *Prosopis* en Entre Ríos, han reportado también mayores incrementos de área basal para algarrobo, respecto al ñandubay.

En el sitio de HA, los valores de g representaron incrementos de $0,16 \text{ m}^2/\text{ha/año}$ para el algarrobo negro, $0,08 \text{ m}^2/\text{ha/año}$ para ñandubay y $0,022 \text{ m}^2/\text{ha/año}$ para el espinillo. En LG se registraron incrementos de área basal del orden de $0,27 \text{ m}^2/\text{ha/año}$ para *P. nigra*, mientras que para las otras dos especies evaluadas resultaron inferiores a $0,015 \text{ m}^2/\text{ha/año}$. Finalmente en YO se observaron incrementos de área basal muy bajos, siendo menores a $1,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{ha/año}$ para las tres especies. SABATTINI et al (2000) han determinado en Entre Ríos, incrementos que oscilan entre $2 \cdot 10^{-4}$ y $2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{ha/año}$ para algarrobo negro y entre $4 \cdot 10^{-5}$ y $6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{ha/año}$ en ñandubay.

En Santiago del Estero, para *Prosopis alba* (algarrobo blanco) se han determinado incrementos promedios de $0,8 \text{ m}^2/\text{ha/año}$, habiéndose registrado incrementos de $0,11 \text{ m}^2/\text{ha/año}$ en los individuos más jóvenes (SENILLANI y NAVALL, 2006).

En HA, los valores de g promedio de las tres especies dominantes fueron significativamente superiores en las parcelas de menor densidad arbórea. Con densidades mayores a 500 arb/ha se registraron g inferiores a $6,5 \text{ cm}^2/\text{arb/año}$, mientras que en las parcelas menos densas (menor a 260 arb/ha), los g superaron los $20 \text{ cm}^2/\text{arb/año}$ (Tabla 2 a). En LG, los mayores valores de g ($15,3 \text{ cm}^2/\text{arb/año}$) correspondieron a las parcelas menos densas (240 arb/ha), superando significativamente al resto. A densidades mayores a 460 arb/ha, los valores de g resultaron inferiores a $3,4 \text{ cm}^2/\text{arb/año}$ (Tabla 2 b). En YO no se observaron diferencias significativas entre los valores de g a diferentes densidades. El mayor g correspondió a la parcela de 255 arb/ha, superando significativamente sólo a tres parcelas con densidades superiores a 268 arb/ha (Tabla 2 c).

Diversos estudios relacionados a prácticas silviculturales han señalado la influencia de la densidad arbórea en las tasas de crecimiento de los individuos. La disminución de la densidad del estrato arbóreo favorece el incremento de las tasas de crecimiento del diámetro individual (PIEDRAHITA CARDONA, 1990; GONZALEZ PEREZ, 1990). Estos autores han indicado que este efecto depende de la especie, la edad de los individuos y la calidad del sitio.

Tabla1: Comparaciones de g entre especies.

Table 1: Comparison of mean g values between species.

HA		LG		YO	
Especie	G ($\text{cm}^2/\text{arb/año}$)	Especie	G ($\text{cm}^2/\text{arb/año}$)	Especie	G ($\text{cm}^2/\text{arb/año}$)
<i>A. caven</i>	2,80 a	<i>P. affinis</i>	0,68 a	<i>P. affinis</i>	0,09 a
<i>P. affinis</i>	7,11 a	<i>A. caven</i>	1,51 a	<i>P. nigra</i>	0,10 a
<i>P. nigra</i>	19,87 b	<i>P. nigra</i>	11,36 b	<i>A. caven</i>	0,21 b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Tabla2: Valores medios de g en función de la densidad arbórea.

Table 2: Means g values as a function of the tree density.

<i>Densidad arb/ha</i>	G ($\text{cm}^2/\text{arb/año}$)		<i>Densidad arb/ha</i>	G ($\text{cm}^2/\text{arb/año}$)		<i>Densidad arb/ha</i>	G ($\text{cm}^2/\text{arb/año}$)	
509	3,14	a	650	0,45	a	410	0,93	a
538	6,48	a b	990	0,62	a	269	1	a
396	8,52	a b	467	1,20	a	340	1,24	a
382	9,73	a b	622	1,34	a	184	1,28	a b
325	11,89	a b c	566	1,99	a	212	1,81	a b
340	12,86	b c	537	3,39	a	354	2,16	a b
255	22,74	c d	198	5,54	a b	113	2,25	a b
127	27,58	d	255	9,21	b	453	2,46	a b
			240	15,3	c	255	4,14	b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

En estudios sobre parámetros dasométricos de *P. alba* en Santiago del Estero, se ha observado que a densidades superiores a 800 arb/ha, el incremento anual de dap en los individuos se ve afectado por la intensa competencia (SENILLIANI y NAVALL, 2006). Estos autores citan incrementos anuales de dap inferiores a 1,5 cm/arb y establecieron como valor límite para asegurar un aceptable incremento de dap en esta especie, una densidad de 390 arb/ha.

Curvas de crecimiento diamétrico anual

Las curvas de crecimiento diamétrico anual promedio de las tres especies, en función de las clases diamétricas respondieron a modelos polinomiales de segundo orden, obteniendo en todos los casos valores de R^2 que oscilaron entre 0,78 y 0,92. *P. affinis* y *A. caven* experimentaron mayores incrementos anuales de dap en las clases diamétricas intermedias. En el caso de *P. nigra*, los mayores incrementos de dap se registraron en las clases diamétricas inferiores (Gráfico 4 a-c). Como GIMENEZ et al. (2001) otros autores que estudiaron el crecimiento del algarrobo blanco en función de la edad han encontrado que una

función lineal polinómica de segundo grado ajusta bien la porción sistemática de la variabilidad debida a la edad biológica. GIMENEZ et al. (2000) cita también funciones polinómicas para la porción sistemática del modelo de crecimiento de algarrobo negro. MEZA et al (2003) estudiaron el incremento corriente anual de diámetro en bosques de Costa Rica explicándolos mediante modelos polinomiales de segundo grado.

Se destaca la gran variabilidad en los datos de incrementos anuales de dap, hecho ya indicado por otros autores. ARAUJO et al (2007), observaron en el Chaco Santiaqueño una amplia variación del crecimiento en dap, entre especies y aún dentro de la misma especie. La FAO (1980) indica que esta variación obedece básicamente al efecto combinado de las fluctuaciones climáticas y los errores instrumentales, destacando que los sistemas simples de medición tales como las cintas diamétricas pueden tener errores del mismo orden que el dato mismo de incremento a medir.

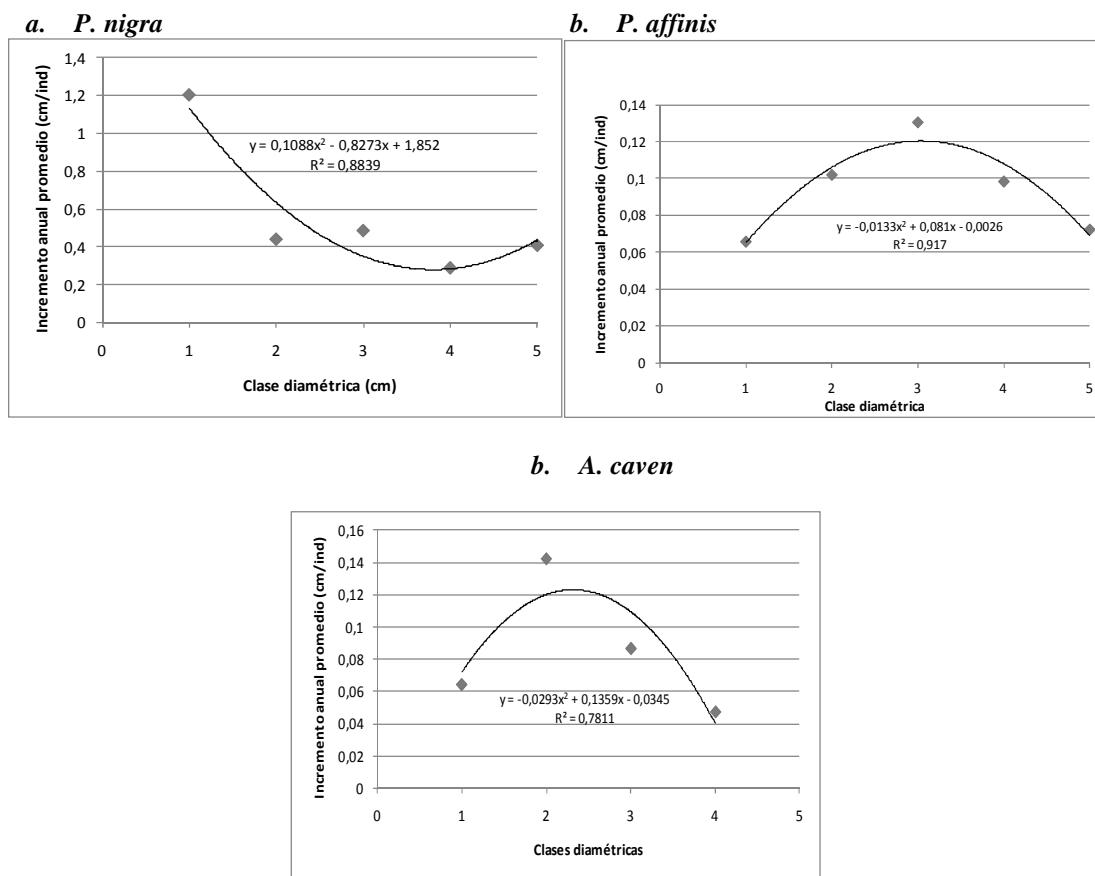


Gráfico 4: Curvas de crecimiento diamétrico anual por especie. Modelos polinomiales
Graph 4: Annual diametric growth curves of species. The polynomial model.

CONCLUSIONES

Se observaron diferencias en los incrementos de área basal individual entre las especies evaluadas. *P. nigra* fue la que registró una mayor tasa de crecimiento, alcanzando valores de g de 19,87 y 11,36 $\text{cm}^2/\text{arb/año}$ para HA y LG, respectivamente. En YO se registraron valores muy bajos de g atribuible a las limitantes edáficas que caracterizan a este sitio. Los incrementos de área basal determinados para el ñandubay resultaron del orden de 7,11 $\text{cm}^2/\text{arb/año}$ en HA, mientras que para los otros dos sitios fueron inferiores a 0,7 $\text{cm}^2/\text{arb/año}$. Las tasas de crecimiento determinadas en *A. caven* fueron relativamente bajas, oscilando entre 0,21 y 2,80 $\text{cm}^2/\text{arb/año}$. Sin embargo en el monte de YO, esta especie creció a un ritmo significativamente superior respecto a las especies de *Prosopis*.

Para las tres especies estudiadas, las curvas de crecimiento diamétrico anual promedio en función de las clases diamétricas respondieron a modelos polinomiales de segundo orden, obteniendo valores de R^2 que oscilaron entre 0,78 y 0,92. El modelo en J obtenido para *P. nigra* indicó que los mayores valores de g correspondieron a la menor clase diamétrica, en tanto que *P. affinis* y *A. caven* evidenciaron en sus clases intermedias los mayores incrementos de área basal individual.

Se observó la influencia de la densidad arbórea en el crecimiento arbóreo individual, determinándose valores de g significativamente superiores en parcelas de menores densidades.

En los tres montes evaluados, la estructura de clases diamétricas de las principales especies arbóreas estuvo caracterizada por una mayor densidad relativa de las clases intermedias (Clases II y III), lo que garantizaría a mediano plazo el repoblamiento natural del bosque nativo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el PID UNER N°2044-1 “*Alternativas de manejo silvopastoril en montes nativos del centro norte de Entre Ríos*”.

BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ, J.A.; Villagra, P.E.; Cony, M. A.; Cesca, E. M. y J. A. Boninsegna. 2006. Estructura y estado de conservación de los bosques de *Prosopis flexuosa* D.C. en el noreste de Mendoza (Argentina). *Revista Chilena de Historia Natural* 79, pp 75-87.
- ARAUJO, P.; Juarez de Galíndez, M. e Iturre M. 2007. Crecimiento de las especies principales de un bosque en regeneración del Chaco santiagueño. *Quebracho* 14, pp 36-46.
- CLARK, N.A.; Whynne, R.H. and Schmoldt. D.L. 2000. A review of past research on dendrometers. *Forest Sci.* 46, pp 570-576.
- BAKER, T.R.; Affum-Baffoe, K.; Burslem, D.F. and M.D. Swaine. 2002. Phenological differences in tree water use and the timing of tropical forest inventories: conclusions from patterns of dry season diameter change. *Forest Ecol. Manag.* 171, 261-274.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. 1980. Estudio FAO: Montes. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento. Volumen 2. Roma, Italia. 79 pp.
- GIMENEZ, A; Moglia G.; Hernández P. y Bravo S. (2000). Leño y corteza de *Prosopis nigra* (Griseb.) Hieron, Mimosaceae, en relación a algunas magnitudes dendrométricas. *Revista Forestal Venezolana*. 44(2), pp 29-37.
- GIMENEZ, A. M., Ríos N., Moglia G., Hernández P. y Bravo S. (2001). Estudio de magnitudes dendrométricas en función de la edad en *Prosopis alba* Griseb., Algarrobo blanco, Mimosaceae. *Revista Forestal Venezolana*. 45(2), pp 175-18.
- GONZALEZ PEREZ, H. 1990. Modelación del crecimiento de bosques coetáneos. (En: Apuntes del Curso Internacional Técnicas de Optimización en el Manejo de Plantaciones Forestales. Medellín, Colombia. pp 102 – 132).
- INFOSTAT. 2002. *InfoStat version 1.1*. Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina. 266 pp.
- INTA. 1990. Carta de Suelos de la República Argentina. Departamento La Paz, Provincia de Entre Ríos. Tomo I. Serie Relevamiento de Recursos Naturales (7). Plan Mapa de Suelos de la Provincia de Entre Ríos. Acuerdo Complementario Convenio INTA-Gobierno de Entre Ríos. *INTA-EEA Paraná*. Entre Ríos. 321 pp.
- JUAREZ DE GALINDEZ, M. 2001. Modelización estadística de curvas de crecimiento de árboles en bosques nativos: quebracho colorado, quebracho blanco y algarrobo blanco. Tesis para optar al grado académico de Magíster en Estadística Aplicada. Universidad Nacional de Córdoba. 131 pp.
- LAMPRECHT, H. 1992. Silvicultura en los Trópicos. G.T.Z., Eschborn, Alemania. 311 pp.
- MEZA, V.; Mora, F.; Chavés, E. y W. Fonseca. 2003. Crecimiento y edad del bosque natural con y sin manejo en el Trópico Húmedo de Costa Rica. En: <http://www.fao.org/docrep/article/wfc/XII/0063-b4.htm>.
- PERPIÑAL, E.; Balzarini, M.; Pietrarelli, L. y Catalán, L. 1993. Crecimiento de *Prosopis flexuosa* en montes naturales del Chaco árido. Modelización sobre series temporales de ancho de anillos de crecimiento. VII Jornadas Técnicas

- Ecosistemas Forestales nativos. Uso, Manejo y Conservación. Actas I. Misiones.
- PIEDRAHITA CARDONA, E. 1990. Aspectos técnicos del establecimiento y manejo de plantaciones forestales. (En: Apuntes del Curso Internacional Técnicas de Optimización en el Manejo de Plantaciones Forestales. Medellín, Colombia. pp 30-41).
- SABATTINI, R.A.; Wilson, M.G.; Muzzachiodi, N. y A.F. Dorsch. 1999. Guía para la caracterización de los agroecosistemas del centro-norte de Entre Ríos. *Revista Científica Agropecuaria* 3, pp 7-19.
- SABATTINI, R.; Muzzachiodi, N. y A. Dorsch. 2000. Evaluación del crecimiento de *Prosopis* spp. en un monte nativo del Centro-Norte de Entre Ríos. *Multequina* 9, pp 111-118.
- SABATTINI, R.; Ledesma, S.; Brizuela, A.; Sabattini, J.; Fontana, E. y B. Muracciole. 2009. Zonificación de los bosques nativos en el Departamento La Paz (Entre Ríos) según las categorías de conservación. Informe 1. 11 pp.
- SENILLIANI, M.G. y Navall M. 2006 Parámetros dasométricos de plantaciones de *Prosopis alba* Griseb (algarrobo blanco) del área de riego de la Provincia de Santiago del Estero. 6pp.

**ENRAIZAMIENTO DE ESTAQUILLAS DE DIFERENTES DIÁMETRO DE
Citharexylum montevidense (Spreng) Moldenke, ESPECIE FORESTAL NATIVA DE LA
PROVINCIA DE BUENOS AIRES.**

**ROOTING OF MINICUTTINGS OF DIFFERENT DIAMETERS OF *Citharexylum*
montevidense (Spreng) Moldenke, A NATIVE SPECIES OF THE PROVINCE OF
BUENOS AIRES FLORA**

**Luciano Marcos Roussy¹
Walter Ismael Abedini²**

Fecha de recepción: 08/08/2011
Fecha de aceptación: 06/09/2011

1. Ingeniero Forestal, Becario de Investigación, Centro Experimental de Propagación Vegetativa (C.E.Pro.Ve.). Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Comisión de Investigaciones Científicas, provincia de Buenos Aires (CIC-PBA). Diagonal 113 Nº 469. La Plata, Buenos Aires, Argentina. Correo electrónico: cepruve@agro.unlp.edu.ar

2. Magister Scientiae, Ingeniero Forestal, Investigador, Centro Experimental de Propagación Vegetativa (C.E.Pro.Ve.). Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Comisión de Investigaciones Científicas, provincia de Buenos Aires (CIC-PBA). Diagonal 113 Nº 469. La Plata, Buenos Aires, Argentina. Correo electrónico: cepruve@agro.unlp.edu.ar

SUMMARY

Citharexylum montevidense (Spreng) Moldenke is a native tree species which belongs to the Verbena Family. This thorny tree is about 8 -12 m tall and grows in the south of Brazil, Paraguay, Uruguay and Argentina. *Citharexylum montevidense* is part of the biological diversity of the province of Buenos Aires. This territory has a high level of anthropogenic pollutants. This jeopardizes the preservation of its biological diversity, therefore, all the necessary measures will have to be implemented in order to assure the vegetable genetic patrimony in the future. Traditionally, the propagation of trees has been mainly made with plants of seminal origin. An interesting alternative is to multiply the selected phenotypes in a vegetative way. The aim of this study was to determine the incidence of the diameter of the *Citharexylum montevidense* juvenile cuttings in the rooting ability. In order to do this, an experiment was made near the end of winter in which thin cuttings (3 to 5 millimeters wide), medium cuttings (5 to 7 millimeters wide), and thick cuttings (7 to 10 millimeters wide) were used. Their sprouting and rooting were analyzed, as well as the amount of shoots and their length, and the amount of roots and their length. As a result, a high percentage of survival of medium and thin cuttings was obtained (51.3 % and 48.7 % respectively) and they could be easily reproduced in an agamic way. Very good results were also obtained with the rooting of live thin and medium cuttings: 100 % in the first case and 85.7 % in the second case. This study showed that the vegetative propagation of *C. montevidense* was possible by using cuttings which are not bigger than 7 mm in diameter and which come from vegetative material less than one year old.

Key words: Espina de Bañado – vegetative propagation – agamic reproduction – gallery forest

RESUMEN

Citharexylum montevidense (Spreng.) Moldenke es una especie forestal indígena perteneciente a la Familia de las Verbenáceas. Es un árbol espinoso de unos 8 a 12 m. de altura y originario del sur de Brasil, Paraguay, Uruguay y Argentina. *C. montevidense* forma parte de la diversidad biológica de la provincia de Buenos Aires, territorio con un alto grado de antropización. Ello compromete la conservación de la diversidad biológica, por lo que habrá que implementar todas las medidas necesarias para asegurar el patrimonio genético vegetal para el futuro. Tradicionalmente, la

propagación de árboles se ha realizado principalmente con plantas de origen seminal. Una alternativa interesante es multiplicar vegetativamente los fenotipos selectos. El objetivo de este trabajo fue determinar la incidencia del diámetro de las estaquillas juveniles de *Citharexylum montevidense* en la capacidad de enraizamiento. Para ello, se realizó una experimentación hacia fines de invierno donde se utilizaron estaquillas finas (3 a 5 mm de diámetro), medianas (5 a 7 mm de diámetro) y gruesas (7-10 mm de diámetro) en las que se analizó la brotación y enraizamiento, así como también número de brotes y longitud de los mismos y número de raíces y longitud de las mismas. Se obtuvo como resultado un

porcentaje de supervivencia y brotación en las estaquillas finas y medianas muy alto, 51,3% y 48,7 % respectivamente, pudiéndose reproducir en forma agámica con gran facilidad. También se obtuvo buenos resultados de enraizamiento de las estaquillas finas y medianas vivas, 100% en el primer caso y 85,7 % en el segundo. Este trabajo demostró la posibilidad de la propagación vegetativa de *C. montevidense* a partir de estaquillas que no superen los 7 mm de diámetro y que procedan de material vegetativo menor a un año.

Palabras clave: Espina de Bañado – propagación vegetativa – reproducción agámica – selva en galería

INTRODUCCIÓN

Citharexylum montevidense (Spreng.) Moldenke nombre vulgar “Espina de Bañado” es una especie forestal nativa perteneciente a la Familia de las Verbenáceas. Es un árbol espinoso de unos 8 m de altura en la selva marginal de Punta Lara (provincia de Buenos Aires) y en Misiones alcanza los 15 m de altura. Es originario del sur de Brasil, Paraguay, Uruguay y Argentina, se la encuentra desde el N. E. argentino hasta el Río de La Plata (TRONCOSO, 1965, 1974 y 1979) y su distribución se encuentra asociada a cursos de agua permanentes. La madera de “Espina de bañado” es fácil de trabajar, pulir y lustrar, brindando la posibilidad de usos para carpintería, trabajos de talla, cabos de herramientas, construcciones a la intemperie, postes rurales, pilotes y marcos para aberturas (TINTO, 1977).

Citharexylum montevidense forma parte de la gran diversidad biológica de la provincia de Buenos Aires, este territorio presenta la porción del país con la mayor tasa de crecimiento demográfico y con el mayor potencial agro-industrial. Por lo tanto, el pronóstico no es favorable en cuanto a la conservación de la diversidad biológica y habrá que implementar todas las medidas necesarias y comprometer a todos los estamentos de la sociedad para asegurar el patrimonio genético vegetal para el futuro.

Conviene señalar que el territorio bonaerense es un ejemplo clásico de área alterada por la plantación de especies exóticas, que dieron lugar a que se formaran ecosistemas parcial o totalmente estables. Bordes de áreas anegadizas o humedales han sido colonizados por otras especies leñosas introducidas con fines paisajísticos. Estos neoecosistemas ocupan hoy territorios más amplios que los ecosistemas nativos. El avance de la frontera agropecuaria invade constantemente las áreas prístinas; dicha situación se agrava por el uso sistemático de agroquímicos y fertilizantes. Como consecuencia de estas actividades, el banco de semillas autóctonas del suelo se pierde irremediablemente (MERENSON, 1992, 1993; ABEDINI *et al.*, 1997; ABEDINI, 1998).

Así mismo, la deforestación de bosques nativos para el aprovechamiento de leña con fines energéticos, el uso de la madera, y la sustitución por reforestación con especies exóticas de rápido crecimiento de interés maderable, contribuyen a disminuir en forma drástica la existencia del germoplasma nativo.

Se han sancionado leyes provinciales que condicen con una nueva conciencia mundial respecto de preservar y conservar el medio ambiente físico y biológico, por lo que se hace necesario, en primer lugar, conocer la diversidad biológica existente y en segundo lugar, implementar las estrategias más adecuadas para mitigar los daños ocasionados por el hombre.

Hasta el momento, los estudios sobre plantas nativas se han concentrado, casi exclusivamente, en el aspecto sistemático y poblacional (CABRERA, 1976; DASCANIO y RICCI, 1988; LAHITTE y HURRELL, 1994), lo que genera un importante desconocimiento respecto del comportamiento fisiológico. Por ello, en la práctica, deben realizarse estudios básicos y paralelamente establecerse métodos de propagación y conservación de los recursos vegetales nativos (RAMILO Y ABEDINI, 2007).

Tradicionalmente, la propagación de árboles para forestación o reforestación se ha realizado principalmente con plantas de origen seminal. Pero aún cuando estas semillas son producto de cruzamientos controlados, la población resultante es heterogénea y el genotipo parental queda alterado en la descendencia. Por otra parte, las especies nativas tienen un ciclo de vida muy largo y la fase juvenil se prolonga durante muchos años. Una alternativa interesante es multiplicar vegetativamente los fenotipos selectos.

La posibilidad de utilizar especies nativas para realizar plantaciones, tanto para fines industriales, paisajísticos o para la recuperación de áreas degradadas, depende, de la existencia de programas de mejoramiento genético que contemplen un uso industrial, de la disponibilidad de semillas y del conocimiento de métodos de producción de plántulas para la recuperación de áreas degradadas y la construcción de paisajes. En todos los casos, la dificultad en la obtención de semillas, su baja producción, calidad y su heterogeneidad en la germinación, conlleva a la búsqueda de nuevas técnicas de propagación masiva más eficientes.

En este contexto, es que surge la necesidad de ajustar técnicas de propagación en vivero de especies forestales nativas de la flora bonaerense, las cuales no sólo representan una futura fuente de ingresos para la región, sino que también proporcionan beneficios socio-culturales, estéticos y ecológicos.

Hay que considerar que la aptitud para formar nuevos individuos, depende en gran medida de la especie e incluso del genotipo, de la edad de la planta donante, de la región de la planta de donde se tome el

material para propagar y de las variaciones estacionales, entre otras. (FRANCLET *et al.*, 1987; LO, 1997). La edad de la planta o más concretamente el grado de madurez, es el factor limitante para la propagación vegetativa en las especies donde cuesta inducir raíces adventicias (DURZAN, 1984; BOULAY, 1985; PIERIK *et al.*, 1997). Esto supone un gran obstáculo para la propagación masiva de fenotipos seleccionados, puesto que las características deseables normalmente no se expresan hasta que la planta ha alcanzado su madurez (HARTMANN *et al.*, 2002).

El éxito de la propagación vegetativa de muchas especies leñosas está estrechamente ligado al uso del material vegetal juvenil, hasta el punto de que en algunas de ellas la propagación no es posible una vez que el material se encuentra en su fase adulta. Teniendo en cuenta que la evaluación de las características forestales de un individuo sólo podrá ser observada cuando éste haya entrado en producción o haya alcanzado la fase adulta, lo que supone un gran obstáculo para la propagación masiva de fenotipos seleccionados (HARTMANN Y KESTER, 1998), coincidiendo con el estado en el que la propagación vegetativa se ve limitada.

Por lo tanto, la propagación vegetativa por estacaillado de brotes del año de árboles adultos, podría ser una alternativa para perpetuar clones con características sobresalientes, para el mantenimiento de germoplasma o para mantener la variabilidad genética de expresada en distintos fenotipos.

Citharexylum montevidense (Espina de bañado) pertenece a un gran grupo de árboles de los que no hay suficiente información de cómo responden a las técnicas de propagación asexual.

El objetivo de este trabajo fue determinar la incidencia del diámetro de las estacaillas juveniles de *Citharexylum montevidense* (Espina de bañado) en la capacidad de enraizamiento

MATERIALES Y MÉTODOS

Material Vegetal

La recolección de los brotes juveniles del año de 1 m de longitud y 3-15 mm de diámetro de *Citharexylum montevidense* se realizó a fines del invierno del año de 2010 de árboles de más de 20 años que crecen naturalmente en la Estación Forestal Parque Pereyra Iraola de la Provincia de Buenos Aires (Ministerio de Asuntos Agrarios.). Los árboles seleccionados presentaron características destacables de fuste recto, copa frondosa y buen estado sanitario, a los que se les realizó una poda de ramas el año anterior (2009) para la obtención de los brotes juveniles.

Los brotes con crecimiento ortótropo (vertical) fueron separados de la planta madre y se eliminaron todas las hojas para disminuir la tasa de transpiración y de cada brote se obtuvieron estacaillas de 100 mm

de longitud con diámetros mayores a 3 mm y menores a 15 mm.

Tratamiento de las estacaillas

Se clasificaron las estacaillas por su diámetro de la siguiente manera, finas: 3- 5 mm, medianas: 5-7 mm y gruesas: 7-10 mm.

Para evitar la aparición de hongos, se realizó la inmersión de la base (zona proximal) de las estacaillas en 1gr. L⁻¹ de Benomyl durante 24 horas y en oscuridad, con el fin de evitar la deshidratación del material y frenar el proceso de formación de compuestos fenólicos que provocan la oxidación del material, disminuyendo su capacidad de enraizamiento.

Condiciones de cultivo

Los experimentos se realizaron bajo condiciones ambientales controladas dentro de un invernadero, con 25°C +/- 2°C de temperatura media. Las estacaillas fueron colocadas, manteniendo su polaridad, en una mezcla de sustratos compuesto con 25% de perlita y 75% de tierra negra y como contenedor se utilizaron bandejas con tubetes plásticos de 100 cm³ de capacidad. Las bandejas se ubicaron sobre una mesada, con cama caliente, para lograr una temperatura del sustrato cercana a los 22°C +/- 2°C, con el fin de favorecer el enraizamiento (ver figura 1).



Figura 1: Estacaillas gruesas en bandejas de tubetes plásticos de 100 cm³.

Picture 1: Thick cuttings on trays of 100 cm³ plastic tubes.

A los 45 días (ver figura 2), las estacaillas fueron retiradas de los tubetes y colocadas en la misma posición, en un sustrato compuesto por 35% de perlita y un 65% de tierra negra, contenido en bandejas de plástico de 60 cm x 40 cm x 30 cm, con orificios de drenaje en los extremos inferiores, estos contenedores fueron colocados sobre mesadas dentro del invernadero y en las mismas condiciones descriptas.

Antes de establecer los diferentes experimentos, los sustratos utilizados fueron esterilizados con lavandina ® comercial que contiene 55 g de Cloro activo por Litro. Se mantuvo la humedad del sustrato mediante riegos frecuentes. Se

realizaron pulverizaciones cada 15 días con 1,5 g L⁻¹ de Kaptan ® para prevenir la aparición de hongos.



Figura 2: Estado general del ensayo a los 45 días.
Picture 2: Test conditions after 45 days.

A los 110 días de comenzado los experimentos, se evaluó la capacidad de supervivencia, de enraizamiento y de brotación de las estaquillas. Se determinó la cantidad de estaquillas muertas y en las restantes, se registró, según los distintos diámetros de las estaquillas (finas, medianas y gruesas), el número y longitud de los brotes, el número y longitud de las raíces y la presencia de callos.

Diseño y análisis del experimento

Se realizó un experimento simple con un diseño completamente aleatorizado. Los tratamientos fueron tres: estaquillas finas (3 a 5 mm de diámetro en la base), estaquillas medianas (5 a 7 mm de diámetro en la base) y estaquillas gruesas (7 a 10 mm de diámetro en la base), con 115 repeticiones cada uno.

Para la realización de todos los análisis estadísticos se utilizó el programa estadístico Infostat (DI RIENZO *et al.*, 1998). Se realizó una descripción estadística y un posterior análisis de la varianza para evaluar la existencia de diferencias significativas entre las medias de las variables de los distintos tratamientos. Se utilizó la prueba de f con un $\alpha = 5\%$. En caso de existir diferencias estadísticamente significativas se utilizó la Prueba de Comparaciones Múltiples de Tuckey (STEEL Y TORRIE, 1992) para evaluar las diferencias entre medias de los tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de supervivencia de las estaquillas:

En todos los casos se observó el crecimiento de los brotes axilares en todas las estaquillas. La brotación fue marcadamente superior en las estaquillas finas y medianas con respecto a las

estaquillas gruesas; evidenciándose diferencias estadísticamente significativas (Razón-F: 15,49; P-valor: 0,000). Mientras que en las primeras se observó una brotación del 51,3% y 48,7% respectivamente, en las estaquillas gruesas se observó una brotación del 17,5% (ver gráfico I)

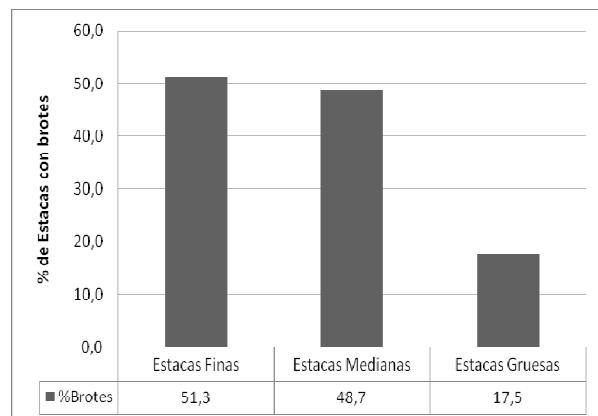


Gráfico I: Porcentaje de estaquillas finas, medianas y gruesas brotadas.

Graphic I: Percentage of thin, medium and thick sprouted cuttings.

Análisis del número y crecimiento en longitud de brotes por estaquillas

El número de brotes tuvo diferencias significativas entre los diferentes tratamientos con una Razón-F de 13,69 y un P-valor de 0,000 (ver tabla 1). Al realizar la comparación de medias mediante un test de comparaciones múltiples de Tuckey, se observó que el número de brotes de las estaquillas finas (ver figura 3) no tuvo diferencias estadísticamente significativas con el número de brotes de las estaquillas medianas.

Tabla 1: Análisis del número de brotes por tipo de estaquillas.

Table 1: Analysis of the amount of shoots for each type of cutting.

	N	Promedio	Comparación de medias (Tuckey)
Estaquillas Finas	115	0,9826	b
Estaquillas Medianas	115	0,9652	b
Estaquillas Gruesas	115	0,3375	a

Razón-F: 13,69. P-valor: 0,0000. N: Número de casos.

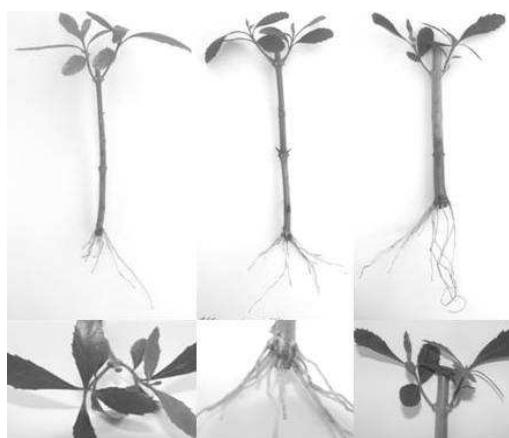


Figura 3: Brotes y raíces de una estaquilla fina, mediana y gruesa respectivamente.
Picture 3: Shoots and roots from thin, medium and thick cuttings.

Sin embargo, cuando se contrastó las medias de las estaquillas finas y medianas con la media del número de brotes de las estaquillas gruesas se observó una diferencia estadísticamente significativa. En resumen, el número de brotes fue mayor en el caso de las estaquillas finas y medianas con respecto al número de brotes observados en las estaquillas gruesas (ver tabla 1).

En el caso del promedio de la longitud de los brotes se observó diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos, con una Razón-F de 7,93 y un P-valor de 0,0006 (ver tabla 2). Mediante el test de comparaciones múltiples de Tukey se observó como resultado que las estaquillas medianas tuvieron un mayor crecimiento en promedio de longitud de los brotes en relación al crecimiento promedio de la longitud de brote de las estaquillas finas y gruesas (ver tabla 2)

Tabla 2: Análisis del promedio de crecimiento de la longitud de brotes por tipo de estaquillas.

Table 2: Average growth analysis of the length of shoots for each type of cutting.

	N	Promedio (mm)	Comparación de medias (Tukey)
Estantillas Medianas	56	66,46	b
Estantillas Finas	59	43,85	a
Estantillas Gruesas	20	48,56	a

Razón-F: 7,93. P-valor: 0,0006. N: Número de casos.

Análisis de enraizamiento de las estaquillas:

En todos los casos de estaquillas vivas (con brotación) se observó el enraizamiento de las mismas. El enraizamiento de las estaquillas vivas fue

marcadamente superior en las estaquillas finas y medianas con respecto a las estaquillas gruesas, evidenciándose diferencias estadísticamente significativas (Razón-F: 13,98; P-valor: 0,000). Mientras que en las primeras se observó un enraizamiento del 100% y 85,7% respectivamente, en las estaquillas gruesas se observó un enraizamiento del 56,3% (ver gráfico 2)

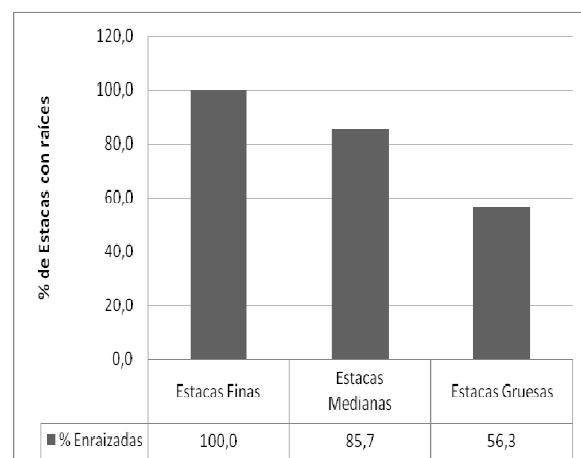


Gráfico 2: Porcentaje de estaquillas finas, medianas y gruesas brotadas.

Graphic 2: Percentage of thin, medium and thick rooting cuttings.

Análisis del número y crecimiento en longitud de raíces por estaquillas

La variable número de raíces tuvo un comportamiento similar al observado en la variable número de brotes. En este sentido, se observaron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos con una Razón-F de 14,84 y un P-valor de 0,0000 (ver Tabla 3). También se obtuvo en el test de comparaciones múltiples de Tukey que el número de raíces de las estaquillas finas no tuvo diferencias estadísticamente significativas con el número de raíces de las estaquillas medianas.

Tabla 3: Análisis del número de raíces por tipo de estaquillas.

Table 3: Analysis of the amount of roots for each type of cutting

	N	Promedio	Comparación de medias (Tukey)
Estantillas Finas	115	2,9478	b
Estantillas Medianas	115	2,8173	b
Estantillas Gruesas	115	0,4125	a

Razón-F: 14,84. P-valor: 0,0000. N: Número de casos.

En cambio, la media del número de raíces de las estaquillas gruesas tuvo una diferencia estadísticamente significativa con respecto a la media de la misma variable en las estaquillas finas y medianas. En resumen, el número de raíces fue mayor en el caso de las estaquillas finas y medianas con respecto al número de raíces observadas en las estaquillas gruesas (ver tabla 3).

En referencia al promedio de crecimiento de la longitud de las raíces se observó diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos, con una Razón-F de 5,67 y un P-valor de 0,0045 (ver tabla 4). Sin embargo, el comportamiento no fue similar al promedio de crecimiento en longitud de brotes. En el test de comparaciones múltiples de Tukey se tuvo como resultado que las estaquillas finas tuvieron un mayor crecimiento en longitud de raíz si se las contrasta con el promedio del crecimiento de la longitud de raíz de las estaquillas medianas y gruesas (ver tabla 4).

Tabla 4: Análisis del promedio de la longitud de raíces por tipo de estaquillas.

Table 4: Average length analysis of the roots for each type of cutting.

	N	Promedio (mm)	Comparación de medias (Tukey)
Estaquillas Finas	56	84,20	b
Estaquillas Medianas	53	62,78	a
Estaquillas Gruesas	13	49,67	a

Razón-F: 5,67. P-valor: 0,0045. N: Número de casos.

Las estaquillas de *Citharexylum montevidense* (Spreng.) Moldenke “Espina de bañado” tuvieron un comportamiento diferencial en la supervivencia, brotación y enraizamiento según el diámetro de la misma.

De esta manera, las estaquillas gruesas tuvieron un porcentaje de supervivencia significativamente menor que las estaquillas medianas y finas. El porcentaje de supervivencia en las estaquillas medianas y finas fue muy alto pudiéndose reproducir en forma agámica con resultados del 51 %.

En el análisis de la brotación se observó un mayor número de brotes en las estaquillas finas y medianas. Con respecto al promedio de la longitud de los brotes, sólo las estaquillas medianas tuvieron crecimientos superiores.

En lo referido al número de raíces, se observó el mismo comportamiento que en el número de brotes, observándose un mayor número de raíces en las estaquillas finas y medianas con respecto a las estaquillas gruesas. En lo referido al promedio de la longitud de raíces, sólo las estaquillas finas tuvieron crecimientos superiores.

Según PINCIROLI (2010) se puede tomar a *Citharexylum montevidense* como una especie que genera raíces adventicias con aplicación de reguladores de crecimiento y sin aplicación. Sin embargo, en los ensayos llevados a cabo en dicho trabajo se obtuvo no más del 10 % de estaquillas vivas, sin observarse diferencias significativas entre los tratamientos con y sin reguladores de crecimiento. En contraste con la experimentación llevada a cabo en el presente trabajo, se demuestra que el grosor de la estaquilla tiene un grado de influencia mayor en el enraizamiento que el tratamiento con reguladores. De esta manera, con estaquillas finas y medianas se superó ampliamente el porcentaje de estaquillas vivas (51 %) con respecto al logrado por PINCIROLI (2010) con distintas concentraciones de reguladores de crecimiento.

En resumen, se pudo observar que las estaquillas finas fueron las que tuvieron mejor comportamiento a la reproducción agámica, pudiéndose registrar un alto grado de brotación (51,3 %) y enraizamiento (100% de las estaquillas brotadas).

Las estaquillas medianas tuvieron un comportamiento similar al de las estaquillas finas, por lo que es recomendable también su uso para la reproducción agámica. Sin embargo, las estaquillas medianas tuvieron raíces de menor longitud que las estaquillas finas, lo que supone un menor arraigo posterior.

Las estaquillas que tuvieron peor comportamiento fueron las estaquillas gruesas, detectándose bajo nivel de supervivencia, brotación y enraizamiento en comparación con el resto de los tratamientos evaluados.

CONCLUSIONES

Los resultados presentados en este trabajo demuestran la posibilidad de la propagación vegetativa de *Citharexylum montevidense* a partir de estaquillas que no superen los 7 mm de diámetro y que procedan de material de edades no mayores a un año, es muy recomendable ya que se obtienen buenos porcentajes de enraizamiento (100% de las estaquillas brotadas) y plantas con un crecimiento raíz/parte aérea equilibrado.

En todos los casos se tuvo éxito en la propagación mediante estaquillas pudiendo de esta forma ser usado como método de conservación de germoplasma *ex-situ* de especies nativas.

La propagación mediante estaquillas de *C. montevidense* hacia finales del invierno es considerada una alternativa viable para la reproducción agámica de la especie.

Finalmente, no se considera necesario el uso de reguladores del crecimiento para el logro de porcentajes aceptables de enraizamiento en la especie estudiada.

BIBLIOGRAFÍA

- ABEDINI, W. I.; Boeri, P.; Galarco, S.; Huergo, L.; Lede, S.; Marinucci, L.; Rivas, C.; Ruscitti, M. F. Y Sharry, S. 1997. Vegetative propagation of native forest species in order to restore degraded ecosystems. International Symposium on Biotechnology of Tropical and Subtropical Species. Australia. Queensland. Brisbane Parkroyal. Pp. 72
- ABEDINI, W. 1998. Biotecnología y desarrollo. Rev. Bosques y desarrollo. 18-19, pp 68-70.
- BOULAY, M. 1985. Aspects pratiques de la multiplication *in vitro* des essences forestières. Annales AFOCEL, 1984: pp 7-43.
- CABRERA, A. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas, Enciclopedia Argentina de agricultura y jardinería, Buenos Aires, Ed: ACME S.A.I.C. 85pp.
- DASCANIO, L. M. y Ricci, S.E. 1988. Descripción florístico estructural de las fisonomías dominadas por árboles en la Reserva Integral de Punta Lara, provincia de Buenos Aires, Argentina. Revista del Museo de La Plata (N.S.), Botánica 14, pp 191-206.
- DI RIENZO, J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. (2008). InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. www.infostat.com.ar
- DURZAN, D. J. (1984). Special problems: Adult vs juvenile explants. En: Handbook of Plant Cell Culture. Crop Series. Eds: W. R. Sharp; D. A. Evans; P. V. Ammirato y Y. Yamada. Collier Macmillan. New York, 2, pp 471-503.
- FRANCLET, A.; Boulay, M.; Bekkaoui, F.; Fouret, Y.; Verschoore-Martouzet, B. y Walker, N. 1987. Rejuvenation. En: Cell and Tissue Culture in Forestry. General Principles and Biotechnology. J. M. Bonga y D. J. Durzan (eds.). Martinus Nijhoff, Dordrecht, The Netherlands, 1, pp 232-248.
- HARTMANN, H. T. y Kester, D. E. 1998. Propagación de plantas. Principios y Prácticas. 6ta edición. Ed. CECSA. México. 760pp.
- HARTMANN, H., J. Kester, F. Davies y R. Geneve. 2002. Plant propagation principles and practices. 7th Edition. Prentice Hall. 559pp.
- LAHITTE, H. B. y Hurrell, J. A. 1994. Flora arbórea y arborescente de la Isla Martín García Nativas y Naturalizadas. CIC, Buenos Aires. Serie Informe N° 47, pp 30-34.
- LO, K. H. 1997. Factors affecting shoot organogenesis in leaf disc culture of African violet. Scientia Horticulturae, 72, pp 49-57.
- MERENSON, C. 1992. Desarrollo sustentable o deforestación. Plan Forestal Argentino. Secretaría de Rec. Nat. y Ambiente Humano. Presidencia de la Nación. 108pp
- MERENSON, C. 1993. La dasonomía del siglo XXI. Secretaría de Rec. Nat. y Ambiente Humano. Presidencia de la Nación. 51 pp.
- PIERIK, R. L. M., Oosterkamp, J. Y Ebbing, M. A. C. 1997. Factors controlling adventitious root formation of explants from juvenile and adult *Quercus robur* "fastigata". Scientia Horticulturae, 71, pp 87-92.
- PINCIROLI, L. 2010. Trabajo final de carrera: Propagación vegetativa de *Citharexylum montevidense* (Spreng.) Mol y *Scutia buxifolia* Reiss. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata. 50pp.
- RAMILO, D. y Abedini, W. 2007. Propagación vegetativa de *Celtis tala* Gill. Ex Planch por enraizamiento de estacas de madera semilignificada, XXII Jornadas Forestales de Entre Ríos, pp 44
- STEEL, R. y Torrie, J. H. 1992. Bioestadística: principios y procedimientos. 2^a edición. Mc. Graw-Hill. New York. 613 pp.
- TINTO, J. 1977. Utilización de los Recursos Forestales Argentinos. Instituto Forestal Nacional. Subsecretaría de Recursos Naturales Renovables y Ecología. Ministerio de Economía. Secretaría de Estado de Agricultura y Ganadería. Folleto técnico forestal 41, pp 68.
- TRONCOSO, N. S. 1979. Verbenaceae, en A. Burkart, (ed.) Fl. Ilust. Entre Ríos. Colecc. Ci. Inst. Nac. Tecnol. Agropecu. 6(5), pp 229-293.
- TRONCOSO, N. S. 1965. Verbenaceae. En A. L. Cabrera, Flora de la Provincia de Buenos Aires 5, pp 121-152.
- TRONCOSO, N. S. 1974. Los géneros de Verbenáceas de Sudamérica extra tropical (Argentina, Chile, Uruguay y sur de Brasil). Darwiniana 18, pp 295-412.

ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE TRES ESPECIES RECONOCIDAS COMERCIALMENTE BAJO EL NOMBRE DE CEBIL

STUDY OF PHYSICAL PROPERTIES IN THREE SPECIES COMMERCIALLY KNOWN AS CEBIL

María Mercedes Reffort¹
Eleana María Spavento^{2,4}
Gabriel Darío Keil^{3,4}

Fecha de recepción: 30/05/2011
Fecha de aceptación: 19/09/2011

1. Ingeniera Forestal, profesional independiente. mmrefort@gmail.com
2. Ingeniera Forestal, Jefe de Trabajos Prácticos Ordinaria - Auxiliar diplomada Ordinaria. eleanaspavento@yahoo.com.ar
3. Ingeniero Forestal M. Sc. Profesor Adjunto Ordinario. gabrieldkeil@yahoo.com.ar
4. Cursos de Xilotecnología e Industrias de Transformación Mecánica. Departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal; Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP.

SUMMARY

Woods commercially known under the generic name of Cebil, although they do not have a technological characteristic that allows to differentiate them, they have a high demand in the national and international markets. The objective of this study was to characterize Horco cebil, Cebil moro and Cebil Colorado's sapwood and heartwood, by means of their physical properties. Moisture content, apparent, anhydrous and normal densities (12% MC) and dimensional changes were determined. Sapwood and heartwood were heavy in all the cases, except in the Cebil moro's heartwood, that was very heavy. The Cebil colorado's heartwood was very unstable, Cebil moro's was unstable, and Horco cebil's was very stable. Sapwood was unstable in Cebil Colorado, moderately stable in Cebil moro and stable in Horco cebil. The differences found in the physical parameters should be considered in processing and using the wood of these species.

Key words: Horco cebil, Cebil moro, Cebil colorado, Sapwood, heartwood

RESUMEN

Las maderas conocidas bajo el nombre genérico de Cebil, si bien no cuentan con una caracterización tecnológica que permita diferenciarlas, presentan alta demanda en el mercado nacional e internacional. El objetivo fue caracterizar la albura y el duramen de Horco cebil, Cebil moro y Cebil colorado, mediante sus propiedades físicas. Se determinaron contenido de humedad, densidad aparente anhidra y normal (al 12% CH) y cambios dimensionales. La albura y el duramen resultaron pesados en todos los casos, excepto en el duramen de Cebil moro, el cual fue muy pesado. El duramen de Cebil colorado fue muy inestable, el de Cebil moro inestable y el de Horco cebil muy estable. Con respecto a la albura esta fue inestable en Cebil colorado, moderadamente estable en Cebil moro y estable Horco cebil. Las diferencias halladas en los parámetros físicos, deberían ser consideradas en el procesamiento y uso de la madera de estas especies.

Palabras claves: Horco cebil, Cebil moro, Cebil colorado, albura, duramen.

INTRODUCCIÓN

Actualmente Argentina cuenta con aproximadamente 31 millones de hectáreas de bosques nativos de las cuales 4 millones se encuentran en la región forestal Selva Tucumano Boliviana o "Yungas", la cual se extiende desde el límite con Bolivia hasta la provincia de Catamarca, constituyendo una franja estrecha y discontinua sobre la ladera este de la Cordillera Oriental y las Sierras Subandinas, las cuales abarcan las provincias de Salta, Jujuy, Tucumán y Catamarca (SAYDS, 2007).

En dicha región, se reconocen tres subregiones: la Selva Pedemontana, entre los 350 y 800 m.s.n.m., actualmente transformada, en su mayor parte, en áreas de agricultura intensiva; la Selva Montana, entre los 800 y 1300 m.s.n.m., donde la principal actividad es la explotación forestal y la ganadería invernal; y el Bosque Montano, entre los 1300 y 1800 m.s.n.m., el cual se encuentra en un proceso de transformación a pastizales debido a la actividad ganadera (BROWN, 2009; SAYDS, 2007).

En la Selva Pedemontana las principales especies arbóreas que se encuentran son: Petiribí "Cordia trichotoma", Nogal "Juglans australis",

Palo blanco “*Calycophyllum multiflorum*”, Guayaibí “*Patagonula americana*”, (SAyDS, 2007), como así también las especies de cebil: Cebil colorado (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb.) Altschul, Horco cebil (*Parapiptadenia excelsa* (Griseb.) Burkart) y Cebil moro (*Piptadenia aff. macrocarpa* Burkart) (TORTORELLI, 2009). Dichas especies son utilizadas para la producción de madera aserrada, extracción de tanino, elaboración de compensados, pisos de madera, chapas, leña y carbón vegetal (SALUSSO, 2008).

La madera comercialmente conocida como cebil, presenta alta demanda tanto en el mercado nacional para su uso en la construcción, como así también en el mercado internacional. En este sentido, ha ingresado al mercado maderero de China reemplazando a maderas nativas provenientes de Brasil y de Estados Unidos para su uso en parquet y decking (ORTIZ, 2007). La razón principal por la cual estas maderas se comercializan bajo el nombre genérico de cebil, se debe a la falta de una caracterización tecnológica que permita su diferenciación.

De acuerdo con esto es necesario brindar información de estas especies forestales nativas tanto sobre crecimiento, fenología, germinación, como así también sobre sus propiedades físico-mecánicas, con el propósito de diferenciarlas en el mercado de acuerdo a las aptitudes que presentan cada una de ellas (TERÁN Y ROSA, ca 2000).

Las propiedades físicas son aquellas que determinan su comportamiento ante los factores que intervienen en el medio ambiente natural sin que éste actúe química ni mecánicamente en su estructura interna. Dentro de ellas, la densidad aparente es muy importante ya que de ella dependen la mayoría de sus características físicas y mecánicas. Asimismo, las variaciones de volumen, son consideradas

propiedades físicas importantes debido a que pueden limitar el uso de algunas maderas (RIVERO MORENO, 2004; CORONEL, 1994).

Como hipótesis de trabajo se consideró que la madera denominada en el mercado bajo el nombre genérico de cebil, posee diferencias en sus propiedades físicas, entre especies y entre albura y duramen dentro de la misma especie.

El objetivo de este trabajo fue caracterizar la albura y el duramen de Horco cebil, Cebil moro y Cebil colorado, mediante el estudio de sus propiedades físicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con madera de Cebil colorado, Horco cebil y Cebil moro, proveniente de la Finca Pintascayo (rodal norte 22°43'44" LS; 64°33'25" LO y rodal sur 22°51'17" LS; 64°35'43" LO; Fuente: Google Earth) ubicada en la región de las Yungas, noroeste de la ciudad de Orán, provincia de Salta.

El material apeado fue identificado y rotulado en el lugar de origen por el personal del campo antes de ser aserrado y enviado a la ciudad de La Plata, provincia de Buenos Aires para su estudio. El mismo fue recepcionado en la cátedra de Xilotecnología, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, en forma de listones de madera (25 de duramen y 25 de albura por especie).

Dicho material fue testeado periódicamente en su contenido de humedad, hasta la humedad de equilibrio higroscópico (HEH), empleando higrómetro electrónico (GANN, Hydromette HT 85). Una vez alcanzada dicha HEH, el material fue procesado en carpintería para la obtención de probetas dimensionadas según normas IRAM (Tabla 1), acondicionadas, clasificadas e identificadas.

Tabla 1. Normas, número de repeticiones y dimensiones de las probetas
Table 1. Standards, repetitions and dimensions of the specimen

Ensayo	Norma	Número de probetas								Dimensión (mm)	
		Horco cebil		Cebil moro		Cebil colorado		Albura	Duramen		
		Albura	Duramen	Albura	Duramen	Albura	Duramen				
Contenido de humedad	IRAM 9532	30	30	30	30	30	30	20	20 x 20 x 20		
Densidades aparentes	IRAM 9544	30	30	30	30	30	30	20	20 x 20 x 20		
Cambios dimensionales	IRAM 9543	30	30	30	30	30	30	20	20 x 20 x 50		

Contenido de humedad

El contenido de humedad (CH) se define como la cantidad de agua que tiene la madera con respecto a su masa anhidra (CORONEL, 1994).

Densidades aparentes

La densidad aparente anhidra (Do) se expresa como la relación entre el peso de la muestra anhidra y el volumen de dicha muestra en iguales condiciones de humedad (CORONEL, 1994).

La densidad aparente normal (Dn) se define como la relación entre el peso de la muestra seca al aire y el volumen de la misma en iguales condiciones de humedad. Esta humedad debe corresponder a la humedad de equilibrio higroscópico del 12% (CORONEL, 1994).

La Dn se corrigió para llevar todas las determinaciones al 12% del CH, mediante la siguiente ecuación (UNE 56-531, 77):

$$Dn_{12\%} \text{ (Kg/m}^3\text{)} = Dn \left(1 - \frac{(1 - v) \times (CH - 12)}{100}\right)$$

Donde:

Dn_{12%}: densidad aparente normal al 12% de CH, en Kg/m³.

v: coeficiente de contracción volumétrica de la madera, determinado de acuerdo con la norma UNE 56-533-77.

Para la determinación de v, se empleó la siguiente ecuación:

$$v = \frac{Vh - Vo}{Vo \times CH} \times 100$$

Donde:

Vh = volumen de la probeta a la humedad h, en cm³
Vo = volumen de la probeta anhidra, en cm³

Tabla 2. Rangos clasificatorios de los parámetros físicos determinados
Table 2. Qualifier ranges of physical parameters determined

Parámetros	Valores del rango	Clasificación
Dn (Kg/m ³)	760-1000	Maderas pesadas
Do (Kg/m ³)	710-860	
Dn (Kg/m ³)	> 1000	T/R
Do (Kg/m ³)	> 860	
	<1,50	
	1,50-2,00	
	2,01-2,50	
	2,51-3,00	Madera moderadamente estable
	>3,00	Madera inestable
CnmáxRd	1,50-7,00%	Madera muy inestable
CnmáxTg	3,60-15,00%	Valores normales
PSF	< 25%	Valores normales
	25-35%	Valores bajos
	>35%	Valores altos

CH = contenido de humedad, en %

Cambios dimensionales

Los cambios dimensionales, hacen referencia a las variaciones en las dimensiones de una pieza de madera cuando se manifiesta una variación en el contenido de humedad, por procesos de adsorción y desorción de agua entre el estado anhidro y el punto de saturación de las fibras (PSF) (CORONEL, 1994).

El PSF es un estado de saturación en el que no hay presencia de agua libre, encontrándose solo agua saturando las paredes celulares (CORONEL, 1994).

La contracción normal (Cn) se define como la reducción de las dimensiones de una pieza de madera causada por la disminución del contenido de humedad a partir del PSF. Del mismo modo, la contracción normal máxima (Cnmáx) es la producida entre el PSF y el 0% del contenido de humedad.

El coeficiente de contracción (v) expresa cuanto contrae una madera cuando pierde 1% en su contenido de humedad, se determina en los sentidos radial y tangencial.

El coeficiente de anisotropía (T/R) es un indicador de la estabilidad de la madera. Su determinación se realiza mediante el cociente entre la contracción normal tangencial máxima y la contracción normal radial máxima (CORONEL, 1994).

Los rangos clasificatorios utilizados fueron los citados por CORONEL (1994) y RIVERO MORENO (2004). Los mismos son indicados en la Tabla 2.

Al conjunto de datos obtenidos para cada variable se le calculó la media y el coeficiente de variación (CV). Los datos fueron estudiados a partir del análisis de la varianza y ante diferencias significativas se aplicó el test de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 3 se muestran los valores de contenido de humedad y densidades aparentes, diferenciando a las especies en albura y duramen.

Horco cebil albura y duramen: según los resultados observados en la Tabla 3 se hallaron diferencias significativas para la densidad normal, siendo significativamente superior el valor hallado en madera de duramen. La Do no presentó diferencias significativas. Asimismo, la albura de esta especie resultó pesada (RIVERO MORENO, 2004).

Cebil moro albura y duramen: se hallaron diferencias significativas para ambas densidades,

siendo estadísticamente superior el valor hallado en el duramen, el cual resultó muy pesado; su albura resultó pesada (RIVERO MORENO, 2004).

Cebil colorado albura y duramen: se hallaron diferencias significativas para el valor de densidad, siendo estadísticamente superior el valor hallado en el duramen, indicando que es una madera pesada (RIVERO MORENO, 2004).

En la Tabla 4 se muestran los valores de contenido de humedad y densidades aparentes, comparando los valores de duramen y de albura para las tres especies.

Durámenes: se hallaron diferencias significativas para los valores de Dn y de Do. De acuerdo con los valores obtenidos, el duramen de Horco cebil y el de Cebil colorado resultó pesado, mientras que el duramen del Cebil moro resultó muy pesado (RIVERO MORENO, 2004).

Tabla 3. Media y coeficiente de variación (entre paréntesis) del contenido de humedad (CH) y de la densidad aparente anhidra (Do) y normal (Dn). Diferencia entre albura y duramen de cada especie

Table 3. Average and variation coefficient (in parentheses) of moisture content and anhydrous (Do) and normal (Dn) apparent density. Difference between sapwood and heartwood of each species

Especie	CH (%)	Do (Kg/m ³)	Dn (Kg/m ³) al 12% CH
Horco cebil duramen	15,12 a (5)	818 a (4)	867 a (4)
Horco cebil albura	17,46 b (4)	779 a (6)	823 b (5)
Cebil moro duramen	16,72 a (4)	941 a (4)	996 a (4)
Cebil moro albura	15,31 b (5)	784 b (6)	829 b (6)
Cebil colorado duramen	14,67 a (3)	845 a (1)	891 a (1)
Cebil colorado albura	15,35 b (4)	753 b (20)	792 b (18)

* Letras diferentes denotan diferencias estadísticamente significativas con el test de Tukey ($p < 0,05$).

Tabla 4. Media y coeficiente de variación (entre paréntesis) del contenido de humedad (CH) y de la densidad aparente anhidra (Do) y normal (Dn). Diferencia de alburas y durámenes entre especies

Table 4. Average and variation coefficient (in parentheses) of moisture content and anhydrous (Do) and normal (Dn) apparent density. Sapwood and hardwoods difference between species

Especie	CH (%)	Do (Kg/m ³)	Dn (Kg/m ³) al 12% CH
Horco cebil duramen	15,12 a (5)	818 a (4)	867 a (4)
Cebil moro duramen	16,72 b (4)	941 b (4)	996 b (4)
Cebil colorado duramen	14,67 c (3)	845 c (1)	891 c (1)
Horco cebil albura	17,46 a (4)	779 a (6)	823 a (5)
Cebil moro albura	15,31 b (5)	784 a (6)	829 a (6)
Cebil colorado albura	15,35 b (4)	753 a (20)	792 a (18)

* Letras diferentes denotan diferencias estadísticamente significativas con el test de Tukey ($p < 0,05$).

Alburas: no se hallaron diferencias significativas entre los valores de densidad hallados indicando que las alburas de las tres especies resultaron pesadas (RIVERO MORENO, 2004).

En la Tabla 5 se muestran los parámetros de los cambios dimensionales diferenciando alburas y duramen dentro de cada especie.

Horco cebil alburas y duramen: si bien se encontraron diferencias significativas entre alburas y duramen para los valores de Cnmáxtg y de Cnmáxrd, ambos se correspondieron con valores medios y con valores bajos, respectivamente. Los v obtenidos en sentido radial y tangencial, a excepción del vtg del Horco cebil, fueron significativamente diferentes para las alburas y durámenes de las tres especies. El PSF de ambas especies no se diferenció estadísticamente, siendo en ambos casos bajo. De acuerdo con el T/R obtenido, el duramen fue significativamente superior y muy estable con respecto a la alburas, la cual resultó estable (RIVERO MORENO, 2004).

Cebil moro alburas y duramen: los valores de Cnmáxtg no presentaron diferencias significativas, encontrándose en valores intermedios del rango clasificadorio, mientras que los valores de Cnmáxrd fueron significativamente diferentes aunque, en ambos casos, se correspondieron con los valores cercanos al límite inferior del rango clasificadorio. El

v rd y tg en la alburas fue significativamente superior que el v determinado en el duramen. Los valores de PSF determinados fueron estadísticamente diferentes, siendo un valor normal el que presentó el duramen y un valor bajo el obtenido en la alburas. De acuerdo con los valores de T/R hallados el duramen fue inestable y la alburas moderadamente estable (RIVERO MORENO, 2004).

Cebil colorado alburas y duramen: los valores de Cnmáxtg y de Cnmáxrd se diferenciaron significativamente, siendo inferior, en ambos casos, en la alburas. En este sentido, la Cnmáxtg en el duramen se halló cercana al límite superior del rango y la Cnmáxtg en la alburas se ubicó en valores medios del rango. La Cnmáxrd, en ambos casos, se halló cercana al límite inferior del rango de clasificación. Los valores de PSF hallados fueron diferentes estadísticamente, correspondiendo con un valor normal en el duramen y un valor bajo en la alburas. De acuerdo al valor de T/R la alburas fue inestable y el duramen muy inestable (RIVERO MORENO, 2004).

En la Tabla 6 se muestran los resultados de cambios dimensionales para los durámenes y alburas diferenciados entre especies.

Tabla 5. Media y coeficiente de variación (entre paréntesis) de los cambios dimensionales de las alburas y durámenes de cada especie

Table 5. Average and variation coefficient (in parentheses) of the dimensional changes of sapwood and heartwood of each species

Especie	Cnmáxrd(%)	Cnmáxtg (%)	v rd	v tg	PSF (%)	Rel. T/R
Horco cebil duramen	4,06 a (9)	5,32 a (10)	0,17a (15)	0,21 a (14)	24,97 a (9)	1,32 a (16)
Horco cebil alburas	3,06 b (6)	5,13 a (9)	0,13 b (9)	0,20 a (8)	24,96 a (5)	1,68 b (10)
Cebil moro duramen	2,66 a (11)	7,68 a (8)	0,11 a (12)	0,26 a (10)	26,93 a (6)	2,92 a (13)
Cebil moro alburas	3,44 b (13)	7,28 a (5)	0,16b (14)	0,32 b (32)	22,91 b (8)	2,15 b (15)
Cebil colorado duramen	3,29 a (10)	11,73 a (5)	0,13 a (11)	0,40 a (9)	27,10 a (5)	3,60 a (12)
Cebil colorado alburas	2,42 b (6)	6,06 b (13)	0,12 b (8)	0,27 b (12)	21,74 b (4)	2,51 b (13)

* Letras diferentes denotan diferencias estadísticamente significativas con el test de Tukey ($p < 0,05$).

Tabla 6. Media y coeficiente de variación (entre paréntesis) de los cambios dimensionales de las alburas y durámenes; diferencia entre especies.**Table 6. Average and variation coefficient (in parentheses) of the dimensional changes of sapwood and heartwood; difference between species.**

Especie	Cnmárd (%)	Cnmáxtg (%)	v rd	v tg	PSF (%)	Rel. T/R
Horco cebil duramen	4,06 a (9)	5,32 a (10)	0,17 a (15)	0,21 a(14)	24,97 a(9)	1,32 a(16)
Cebil moro duramen	2,66 b (11)	7,68 b (8)	0,11 b (12)	0,26 b(10)	26,93 b(6)	2,92 b(13)
Cebil colorado duramen	3,29 c (10)	11,73 c (5)	0,13 c (11)	0,40 c (9)	27,10 b(5)	3,60 c(12)
Horco cebil albura	3,06 a (6)	5,13 a(9)	0,13 a (9)	0,20 a (8)	24,96 a(5)	1,68 a(10)
Cebil moro albura	3,44 b (13)	7,28 b (5)	0,16 b (14)	0,32 b(32)	22,91 b(8)	2,15 b(15)
Cebil colorado albura	2,42 c (6)	6,06 c (13)	0,12 c (8)	0,27 c(12)	21,74 c(4)	2,51 c(13)

* Letras diferentes denotan diferencias estadísticamente significativas con el test de Tukey ($p < 0,05$).

Durámenes: la Cnmárd, Cnmáxtg, vrd, vtg y el T/R fueron estadísticamente diferentes en las tres maderas, siendo superior y muy inestable en el Cebil colorado, intermedio e inestable en el Cebil moro e inferior y muy estable en el Horco cebil, (RIVERO MORENO, 2004). El PSF de horco cebil se diferenció del cebil moro y del cebil colorado, mientras que estos no presentaron diferencias significativas entre sí. Asimismo, en todo los casos, los valores fueron normales (RIVERO MORENO, 2004).

Alburas: todos los parámetros fueron significativamente diferentes entre las tres especies, siendo superior e inestable en la albura de Cebil colorado, intermedio y moderadamente estable en la albura de Cebil moro e inferior y estable en la albura de Horco cebil (RIVERO MORENO, 2004).

CONCLUSIÓN

Las alburas y los durámenes resultaron pesados para todos los casos, excepto para el duramen de Cebil moro el cual resultó muy pesado.

En cuanto a la estabilidad dimensional, los valores hallados fueron estadísticamente diferentes en el duramen de las tres especies, siendo muy inestable en el Cebil colorado, inestable en el Cebil moro y muy estable en el Horco cebil.

En cuanto a la estabilidad dimensional en la albura, el Cebil colorado fue inestable, el Cebil moro moderadamente estable y el Horco cebil estable.

De acuerdo con lo expuesto, se concluye que las propiedades físicas de las tres especies de cebil estudiadas se diferenciaron estadísticamente entre la albura y el duramen, aspecto de importancia a tomar

en consideración en el uso final al que serán destinadas estas especies como así también en la aplicación de tecnologías como las del secado, para la optimización del uso del recurso.

BIBLIOGRAFÍA

- BROWN, A. 2009. Bosques Nativos de Argentina ¿Seguimos lamentando lo perdido o vemos que hacemos con lo que tenemos?. Congreso Forestal Mundial 2009. Argentina. 4 pp.
- CORONEL, E. O. 1994. Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de la madera. Aspectos teóricos y prácticos para la determinación de las propiedades y sus aplicaciones. 1 Parte: "Fundamentos de las propiedades físicas de la madera". Publicación ITM - UNSE. 187 pp.
- IRAM 9532. 1963. Método de determinación de humedad. Instituto de Racionalización de Materiales. 14 pp.
- IRAM 9543. 1985. Método para la determinación de los valores de contracción de la madera. Instituto Argentino de racionalización de Materiales. 10 pp.
- IRAM 9544. 1985. Método para la determinación de la densidad aparente. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. 10 pp.
- ORTIZ, G. 2007. Perspectivas del Comercio Nacional e Internacional de Maderas Nativas. III Jornadas Forestales de Santiago del Estero: El Bosque Nativo Propuestas Productivas Sustentables. Presentación de power point. 22 pp.
- RIVERO MORENO, J. 2004. Propiedades Físico-Mecánicas de *Gmelina arborea* Roxb. y *Tectona grandis* Linn. F. Pasantía Cochabamba, Bolivia. 73 pp.

- SALUSSO, M.E. 2008. Regulación Ambiental: Los Bosques Nativos. Universidad de Belgrano. Buenos Aires, Argentina. Informe. 92 pp.
- SAYDS. 2007. Primer inventario Nacional de Bosques Nativos. Informe Regional Selva Tucumano Boliviana. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Argentina. 70 pp.
- SAyDS. 2007. Primer inventario Nacional de Bosques Nativos. Informe Nacional. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. 73pp.
- TERÁN, M. & V. Rosa. Ca 2000. Determinación de propiedades físicas de maderas de algunas especies de valor comercial en la Provincia de Salta. Salta, Argentina. Publicación. 8 pp.
- TORTORELLI, L. A. 2009. II Parte: "Maderas y Bosques Argentinos". Orientación gráfica Editora SRL. Buenos Aires, Argentina. 595 pp.
- UNE 56 -531. (1977). "Características físico-mecánicas de la madera. Determinación del peso específico". Madrid. 2 pp.
- UNE 56 - 533. (1977). "Características físico-mecánicas de la madera. Determinación contracciones lineal y volumétrica". Madrid. 2 pp.

MULTIPLICACIÓN IN VITRO DE BROTES AXILARES DE *Pinus elliottii* var. *Elliottii x Pinus caribaea* var. *Hondurensis*

IN VITRO AXILLARY SHOOT MULTIPLICATION FOR *Pinus elliottii* var. *Elliottii x Pinus caribaea* var. *Hondurensis*

Patricia Rocha¹

Fernando Niella¹

Fecha de recepción: 01/10/2010

Fecha de aceptación: 27/09/2011

1. Ing. Ftal – M.Sc. Docente- Investigador Laboratorio de Propagación Vegetativa. Facultad de Ciencias Forestales (U.Na.M.). Bertoni 124 (3380) Eldorado, Misiones, Argentina. Email: fniella@arnet.com.ar / lpv@facfor.unam.edu.ar

SUMMARY

Pinus elliottii x caribaea (hybrid pine) is an exotic tree species highly required by local foresters in Misiones, Argentina, because of its superior growth, few lateral small branches, excellent form and wood quality, and good local adaptation. Due to its high demand and given the fact that its seed should be imported from Australia, a shortage of plants availability for reforestation programs is common. The present study was therefore undertaken with the objective to develop an in vitro axillary multiplication protocol to increase local availability of pinus hybrid genetic material. At the establishment stage a disinfection method with 87 % of explant free of contamination was achieved. At the multiplication stage an average of 4 shoot per explant was achieved when using WV5 as nutrient media and axillary segments as explant. At the elongation phase the shoots reached an average height of 3 to 4 cm after 45 days of being subcultured. 50 % rooting was obtained when in vitro root induction with ANA and ex vitro root development was done under humidity controlled conditions in greenhouse.

Key Words: Hybrid pine; nutrient medium; organogenesis; micropropagation; tissue culture

RESUMEN

El *Pinus elliottii* var. *elliottii x Pinus caribaea* var. *hondurensis* (P. híbrido), posee características que son altamente requeridas por los productores forestales, como ser, crecimiento rápido, fuste recto, escasas ramificaciones, diámetro de las mismas reducido, ángulo de inserción cercano o igual a 90 grados y muy permeable a la luz. En el noreste de la Argentina (Misiones y norte de Corrientes), los forestadores se inclinaron masivamente a la plantación de este híbrido, elevando la demanda de plantines por encima de la oferta, generándose así en la actualidad, un marcado descenso en la disponibilidad de semilla de P. híbrido para pequeñas y medianas empresas. En la actualidad la semilla de P. híbrido se importa casi en su totalidad desde Australia a un costo muy elevado. El objetivo del presente trabajo fue desarrollar una metodología de micropropagación vía axilar para P. híbrido como forma alternativa de atenuar la dependencia externa de material seminal de este híbrido. En la etapa de establecimiento se desarrolló un protocolo de desinfección con un 87% de explantes vigorosos, libres de contaminación; en la fase de multiplicación se determinó el medio de cultivo y el explante apropiado, con una producción promedio de 4 brotes/explante. En la fase elongación, los brotes

alcanzaron una longitud promedio de 3-4 cm a los 45 días del subcultivo. La inducción de raíces se efectuó *in vitro* en medio nutritivo suplementado con ANA, y el desarrollo de las mismas *ex vitro* en condiciones controladas de humedad, obteniéndose un 50% de explantes enraizados y rustificados.

Palabras claves: Pino híbrido; medios de cultivo; organogénesis; micropagación; cultivo de tejidos.

INTRODUCCION

El *Pinus elliottii* var. *elliottii x Pinus caribaea* var. *hondurensis* (P. híbrido), fue desarrollado en la década del 50' en Australia e introducido en Argentina en la década del 70' en las experimentales del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) para evaluar su comportamiento en el noreste del país. A escala comercial en Argentina, las primeras introducciones se realizan en la década del 90, dando origen a unas 6000 hectáreas de plantaciones comerciales en la región noreste de Argentina (Misiones y norte de Corrientes). Mayores crecimientos de P. híbrido frente a materiales de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* son reportados por PEZZUTTI (2004), RODRÍGUEZ (2003) y BÁEZ *et al.* (2003). La industria maderera en esta región, ya

ha iniciado su consumo como madera sólida con resultados muy satisfactorios. En Australia, determinaron que el P. híbrido posee mejores propiedades de la madera que las especies que le dan origen, utilizándose sin inconvenientes para la producción de madera estructural (GAUCHAT y BELABER 2005). Por estas razones, en Misiones y norte de Corrientes, los forestadores se inclinaron masivamente a la plantación de esta especie, elevando la demanda de plantines por encima de lo que los viveros locales pueden ofertar, generándose así en la actualidad, un marcado descenso en la disponibilidad de semilla de P. híbrido para pequeñas y medianas empresas.

En realidad, son varias las razones que comprometen la disponibilidad de material seminal de esta especie, siendo relevantes las siguientes: a) no se puede acceder a semillas del mejor material genético correspondiente a material seminal de primera generación (F1) proveniente de los programas de polinización controlada existentes en Australia; b) la semilla que se importa desde ese país corresponde a material seminal de segunda generación (F2) a costos cada vez mayores, siendo en la actualidad, superiores a los 1200 U\$S / Kg.; c) en forma creciente, el proceso de importación de esta semilla se dificulta dado la falta de material disponible en Australia para compradores externos; e) aún cuando existen huertos de producción local de F2 y el INTA iniciará un programa de producción de F1 de P. híbrido, la demanda actual y potencial seguirá insatisfecha; e) la colecta de semilla de árboles pertenecientes a la F2 del P. híbrido implica riesgos dado que es común la segregación y reaparición de características (Ej.: sensibilidad a las heladas) de las especies que le dieron origen perdiéndose así sus ventajas comparativas.

La primera regeneración de propágulos vegetativos (plantlets) *in vitro* de coníferas, fue desarrollada por SOMMER *et al.* (1974), vía organogénesis somática a partir de embriones maduros de *Pinus palustris*. En general, en coníferas se han utilizado explantos de distinto origen, como ser acículas, meristemas apicales, hipocótiles, epicótiles, embriones, yemas y fascículos para la inducción de yemas adventicias y posterior formación de plantlets (JOHN 1983; THORPE y BIONDI 1984). Un estudio realizado en *Pinus monticola* demuestra la posibilidad de la utilización de segmentos de yemas (de sólo 2 mm de grosor) como explanto para la formación de brotes adventicios. Se obtuvieron hasta 400 brotes a partir de 100 segmentos de yema de árboles de 1 a 7 años de edad (LAPP *et al.* 1996). La mayoría de las regeneraciones exitosas en el género *Pinus* han sido el resultado de la utilización de embriones maduros y cotiledones (SEN *et al.* 1989; MOTT y AMERSON 1981; SOMMER *et al.* 1975; MEHRA PALTA 1983;AITKEN CHRISTIE *et al.* 1988; STANGE *et al.* 1998). No obstante, la proliferación de brotes axilares y/o

fasciculares *in vitro* en coníferas ha sido posible, con explantos provenientes de plantas donantes de juveniles a adultas, en varias especies de *Pinus*, tales como: *Pinus radiata* (AITKEN-CHRISTIE and THORPE 1984), *Pinus taeda* (ABO EL NIL 1982; AMERSON *et al.* 1987; HANDLEY *et al.* 1996; ROCHA y NIELLA 2001a); *Pinus elliottii*, *Pinus sylvestris* (TORIBIO and PARDOS 1989); *Pinus brutia* (ABDULLAH *et al.* 1986).

Es así que, con la finalidad de aumentar y satisfacer la demanda creciente de plantines de P. híbrido, el presente trabajo de investigación, resume los estudios efectuados para el desarrollo de la micropagación vía axilar a partir de segmentos axilares obtenidos de brotes adventicios vía organogénesis y rebrote de plantas madres juveniles que crecen en macetas a pleno sol. La integración de las técnicas de cultivo *in vitro*, como las descriptas en este trabajo, con los protocolos de macropropagación que ya están en aplicación en Misiones y norte de Corrientes (NIELLA y ROCHA 2004; PEZZUTTI 2004), es una estrategia viable para potenciar ambas técnicas y aumentar el número de plantas disponibles para atender la creciente demanda de P. híbrido.

MATERIALES Y METODOS

Producción de brotes adventicios

Para la producción de brotes adventicios, se utilizaron semillas de *P. híbrido* F2, de origen comercial suministrado por la empresa DKM S. A. Estas semillas, fueron esterilizadas en solución de lavandina® 50% y estratificadas en frío a 4°C por un periodo de 30-45 días. Como fuente de explanto se utilizaron embriones maduros pre-germinados y disectados de acuerdo a las especificaciones descriptas por NIELLA y ROCHA (2003).

El medio de cultivo utilizado para la inducción de brotes adventicios fue el medio WV5 básico (COKE, 1996) suplementado con benzyl amino purina (BAP) (5 mg/l), ácido absínico (ABA) (0.026 mg/l) (NIELLA y ROCHA 2002), 30 g/l de sacarosa (Sigma) y 8 g/l de agar (Sigma). El pH fue ajustado a 5.75 ± 0.05 con OHNa o CIH 1 N, previo a ser esterilizado en autoclave por 25 minutos a 121 °C.

Los cultivos se mantuvieron en cámara de cría con un fotoperíodo de 16 horas, con intensidad lumínica de 61 $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$ (lámpara fluorescente Philips 84) y una temperatura constante de 24 ± 2 °C.

Micropagación vía axilar

Material vegetal

Se utilizaron brotes adventicios obtenidos mediante el proceso de organogénesis arriba descripto y rebrotes juveniles obtenidos del rebrote de plantas madre (de semillas F2 comercial) de 7 meses de edad, (decapitadas a los 4 meses), criadas en setos en macetas.

Medio de cultivo

En todos los casos, el medio de cultivo básico utilizado fue WV5 básico (COKE 1996) que según el estudio y etapa, fue suplementado con 20 g/l de sacarosa (Sigma), y 8 g/l de agar (Sigma). En la etapa de multiplicación y elongación al medio de cultivo se le adicionó 5 g/l de carbón activado. El pH fue ajustado a 5.75 ± 0.05 con OHNa o ClH 1 N, previo a ser esterilizado en autoclave por 25 minutos a 121 °C.

Condiciones de cultivo

En general, los cultivos se mantuvieron en cámara de cría con un fotoperíodo de 16 horas, con intensidad lumínica de 61 $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$ (lámpara fluorescente Philips 84) y una temperatura constante de $24 \pm 2^\circ\text{C}$.

Etapas de la micropropagación axilar estudiadas:

1. *Establecimiento de segmentos axilares provenientes de rebrote de plantines juveniles:* El objetivo general de este estudio fue elaborar un protocolo de desinfección de los explantos que aseguren un porcentaje de explantos libres de contaminación no menor a un 80%, vigorosos, susceptibles de ser usados en las etapas subsiguientes del proceso de micropropagación. Los explantos desinfectados (segmentos axilares de 0.5-1 cm de longitud) fueron cultivados verticalmente en tubos de ensayos de 110 mm x 116 mm, conteniendo 10 ml de medio de cultivo básico WV5. Los tratamientos de desinfección de los brotes se describen a continuación:

a. **E1: Con Pre-tratamiento de la planta madre** con aplicaciones semanales (spray) con una solución de 3 g/l de CAPTAN® (fungicida) + 0.6 g/l AGRIMICINA® (Bactericida), durante tres semanas previa a la cosecha de los explantos. Posteriormente los explantos fueron desinfectados en cámara de flujo laminar mediante la inmersión de los mismos en una solución de 30% lavandina®(55g/l NaOCl), durante 30 minutos. Seguido de enjuagues con agua destilada estéril.

b. **E2: Sin Pre-tratamiento de la planta madre.** Los explantos fueron desinfectados en cámara de flujo laminar mediante la inmersión de los mismos en una solución de 30% lavandina®(55g/l NaOCl), durante 30 minutos. Seguido de enjuagues con agua destilada estéril.

c. **E3: Sin Pre-tratamiento de la planta madre.** Los explantos fueron desinfectados en cámara de flujo laminar mediante la inmersión de los mismos en una solución de 0.25% Cloruro de mercurio (Cl_2Hg), durante 10 minutos. Seguido de enjuagues con agua destilada estéril.

d. **E4: Sin Pre-tratamiento de la planta madre.** Los explantos fueron desinfectados en cámara de flujo laminar mediante la inmersión de los mismos en una solución de 0.5% Cl_2Hg , durante 10 minutos. Seguido de enjuagues con agua destilada estéril.

e. **E5: Sin Pre-tratamiento de la planta madre.** Los explantos fueron desinfectados en cámara de flujo laminar mediante la inmersión de los mismos en una solución de 0.25% Cl_2Hg , durante 10 minutos. Seguido de enjuagues con solución de 3g/l de Cloruro de calcio (Cl_2Ca) estéril.

f. **E6: Sin Pre-tratamiento de la planta madre.** Los explantos fueron desinfectados en cámara de flujo laminar mediante la inmersión de los mismos en una solución de 0.5% Cl_2Hg , durante 10 minutos. Seguido de tres enjuagues con solución de 3g/l de Cl_2Ca estéril.

Variables evaluadas Se efectuaron observaciones semanales y a los 30 días de establecido el ensayo se evaluaron las siguientes variables: número de explantos contaminados; número de explantos vigorosos (verdes); número de explantos de color marrón (tejido necrótico) y porcentaje de explantos sobrevivientes establecidos. Para cada tratamiento el número de repeticiones fue de 60 explantos, siendo el explanto la unidad experimental.

2. *Multiplicación a partir de segmentos axilares obtenidos de brotes adventicios y rebrote de plantines juveniles:* el objetivo fue elaborar un protocolo de multiplicación de los explantos que asegure una frecuencia de producción de brotes no menor al 80% y una producción promedio de brotes mayor o igual a 3 brotes por explanto en un período no mayor a los 60 días. Se utilizaron brotes con una longitud original de 2 cm, a los que se les extrajo el ápice y se realizó un corte fresco de las bases previo a su cultivo, obteniéndose un explanto final de 1 cm de longitud. Este explanto fue cultivado verticalmente en tubos de ensayos de 110 mm x 116 mm, conteniendo 10 ml de medio de cultivo básico (WV5 y WV3 básico (COKE 1996); DCR (GUPTA y DURZAN 1985) y GD1 (GRESSHOFF y DOY 1972)) según los tratamientos que a continuación se describen:

a. **M1: Segmentos axilares de brotes adventicios, cultivados en medio WV3**

b. **M2: Segmentos axilares de brotes adventicios, cultivados en medio WV5**

c. **M3: Segmentos axilares de rebrote de plantines juveniles, cultivados en medio WV3**

d. **M4: Segmentos axilares de rebrote de plantines juveniles, cultivados en medio WV5**

e. **M5: Segmentos axilares de brotes adventicios, cultivados en medio GD1;**

f. **M6: Segmentos axilares de rebrote de plantines juveniles, cultivados en medio GD1;**

g. **M7: Segmentos axilares de brotes adventicios, cultivados en medio DCR;**

h. **M8: Segmentos axilares de rebrote de plantines juveniles, cultivados en medio DCR**

Variables evaluadas A los 60 días de establecido el ensayo se evaluaron las siguientes variables:

Frecuencia de formación de brotes [(Número explantos con brotes / Número total de brotes cultivados) x 100], y número de brotes por explantos. Para cada tratamiento el número de repeticiones fue de 30 explantos, siendo el explanto la unidad experimental.

3. **Elongación:** Con el objetivo de elaborar un protocolo de elongación de los explantos que asegure un 80% de los brotes alcancen una altura no menor a 3 cm de longitud final, susceptibles éstos de ser enraizados *ex vitro*, se utilizaron los brotes obtenidos de la etapa de multiplicación, que habían alcanzado una longitud de 0.5-1 cm. Estos brotes fueron cultivados verticalmente en cubetes Magenta A7, conteniendo 70 ml de medio de cultivo básico según el tratamiento en estudio que a continuación se describen:

a. **EL1:** Medio de cultivo **WV5** en su concentración completa (**WV5**)

b. **EL2:** Medio de cultivo **WV5** en su concentración diluida a la mitad la concentración de sus macronutrientes (**WV5^{1/2}**)

Variables evaluadas A los 45 días de establecido el ensayo se evaluó la longitud del explanto. Para cada tratamiento el número de repeticiones fue de 40 explantos, siendo el explanto la unidad experimental.

4. **Enraizamiento:** con el objetivo de lograr un protocolo de enraizamiento de propágulos, que contemple el crecimiento de raíces *ex vitro*, en condiciones de invernáculo y asegure un porcentaje de enraizamiento mayor al 50% para su posterior crecimiento individual como plantlets (planta de origen *in vitro*), se efectuaron los tratamientos inductivos de raíces que a continuación se describen:

a. **R1:** Inducción en medio sólido (**WV5**), conteniendo ácido naftalen acético (ANA) (2.5 µM)

b. **R2:** Inducción en medio sólido (**WV5**), conteniendo ANA (1.34 µM), BAP (0.4 µM), e ácido indol butírico (IBA) (1.23 µM)

c. **R3:** Inducción en medio sólido (**WV5**), libre de reguladores de crecimiento

d. **R4:** Inducción en solución acuosa de ANA (2.5 µM)

En todos los casos la inducción se realizó en la oscuridad, por un período de 10 días. El crecimiento de raíces se efectuó *ex vitro*, en bandejas Hiko conteniendo sustrato mezcla de corteza y perlita (3:1), y transferido a condiciones de invernáculo con humedad mayor a 70%, e irrigación controlada (microaspersión).

Variables evaluadas A los 10 días de iniciado el tratamiento inductivo se evaluó la frecuencia de inducción, mediante la observación de hinchamiento y agrietamiento de epidermis de las bases de los

brotes; a los 60 días de transferidos los brotes a condiciones *ex vitro*, se evaluó la frecuencia de formación de raíces de los brotes cultivados. Para cada tratamiento el número de repeticiones fue de 30 brotes, siendo el brote la unidad experimental.

Diseño y análisis estadístico

En general, se utilizó el diseño completamente aleatorizado, y en las situaciones requeridas se realizó un arreglo factorial de los tratamientos. Los datos fueron analizados con el análisis de la varianza (SAS Institute, Cary-USA). La variación entre los tratamientos fue analizada por el test de Fisher's Least Significant Difference (LSD).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Establecimiento de segmentos axilares provenientes de rebrote de plantines juveniles:

Para sobrevivir y crecer apropiadamente los cultivos *in vitro* deben estar libres de hongos e infecciones bacterianas. La contaminación puede causar grandes pérdidas en la micropropagación y su control es un problema frecuente en los laboratorios de cultivo de tejidos. La combinación de tratamientos más efectivos en una especie en particular sólo puede ser determinada por la experimentación (GEORGE 1993). El análisis de los resultados del presente trabajo indicó que el pretratamiento de la planta madre y la utilización de lavandina al 30 % no fue suficiente para eliminar la contaminación del explanto. La utilización del Cl₂Hg al 0.25% con enjuagues posteriores con Cl₂Ca demostró ser el tratamiento más efectivo para la obtención de explanto libre de contaminación y vigorosos con un 87 % de explantos sobrevivientes a los 60 días del establecimiento (Tabla 1). La utilización de soluciones desinfectantes que contengan metales pesados como Cl₂Hg fue necesaria para el establecimiento exitoso de *P. híbrido*, en concordancia con los resultados obtenidos en especies leñosas tropicales y subtropicales y específicamente en coníferas (GUPTA *et. al.* 1996 y GEORGE 1993). Dado que se observara que la aplicación de Cl₂Hg inducía a la necrosis de los tejidos en las concentraciones utilizadas, se procedió a adicionar el enjuague posterior con soluciones de Cl₂Ca, el cual actúa secuestrando el Hg⁺⁺ en solución y la total eliminación del mismo de los tejidos del explanto. El Cl₂Ca resultó efectivo en la disminución de la necrosis del tejido, permitiendo que el Cl₂Hg actuara como un desinfectante efectivo. Obteniéndose de esta manera, un protocolo de desinfección eficiente para el establecimiento *in vitro* de brotes de *P. híbrido* a partir de material vegetal proveniente de campo.

Multiplicación a partir de segmentos axilares obtenidos de brotes adventicios y rebrote de plantines juveniles

Los medios nutritivos comúnmente utilizados en coníferas y específicamente en el género *Pinus* incluyen: GD1 (GRESSHOFF y DOY 1972); SH (SHENCK y HILDEBRANDT 1972); DCR (BECWAR *et al.* 1990); y LP (AITKEN CHRISTIE *et al.* 1988). Sin embargo, cuando estos fueron utilizados en *Pinus taeda* (COKE 1996; ROCHA y NIELLA 2001b) y en *P. híbrido* (ROCHA y NIELLA 2001b) los medios nutritivos mencionados no demostraron resultados deseables en lo que respecta a tasas de sobrevivencia, producción de brotes y

enraizamiento. COKE (1996) desarrolló dos medios de cultivo (WV3 y WV5) para *Pinus taeda*, los cuales fueron evaluados en el presente estudio. La frecuencia de formación de brotes presentó diferencias estadísticamente no significativas para los tratamientos estudiados, origen del explant (brotes adventicios y rebrote de plantines juveniles) y los medios de cultivo (GD1, DCR, WV3 y WV5). Se observan diferencias estadísticamente significativas para la variable numero de brotes por explantos, obteniéndose valores mayores en el número de brotes por explant, cuando los mismos fueron cultivados en medio de cultivo WV5, tanto para explantos obtenidos de brotes adventicios (M2) y rebrotos de plantas juveniles (M4) (Tabla 2).

Tabla 1. Resumen de los resultados obtenidos de tratamientos de desinfección en segmentos axilares provenientes del rebrote de plantas juveniles de *P. híbrido*.

Table 1. Summary table showing results of disinfection treatments of axillary segments obtained from hybrid pine juvenile stock plants

Tratamientos	Repeticiones	Numero. Explantes contaminados	Numero Explantes vigorosos	Numero Explantes necróticos	Porcentaje Explantes sobrevivientes
E1	60	60	0	0	0
E2	60	54	6	0	10
E3	60	6	38	16	63
E4	60	8	26	26	43
E5	60	4	52	4	87
E6	60	0	46	14	77

E1: Con Pre-tratamiento de la planta madre; **E2:** Sin Pre-tratamiento de la planta madre + lavandina 30%; **E3:** Sin Pre-tratamiento de la planta madre + Cl₂Hg 0.25%; **E4:** Sin Pre-tratamiento de la planta madre + Cl₂Hg 0.50%; **E5:** Sin Pre-tratamiento de la planta madre + Cl₂Hg 0.25% + enjuagues Cl₂Ca; **E6:** Sin Pre-tratamiento de la planta madre + Cl₂Hg 0.50% + enjuagues Cl₂Ca

Tabla 2. Frecuencia formación de brotes (%); Promedio número de brotes por explanto y error estándar (ES) en función al origen del explant y medio de cultivo utilizado en la multiplicación de *P. híbrido*.

Table 2. Explant origin and nutrient media effect on hybrid pine multiplication variables: frequency of axillary bud formation and average number of shoot per explant.

Tratamiento	Repeticiones	Frecuencia de brotes (%) ± ES	Promedio número de brotes por explanto ± ES
M1	30	73.07± 8.87 ^a	1.93±0.151 ^{bc}
M2	30	82.61±8.16 ^a	3.76±0.243^a
M3	30	80.00±7.21 ^a	2.07±0.287 ^b
M4	30	90.15±3.84 ^a	4.00±0.236^a
M5	30	80.00±7.12 ^a	1.50±0.188 ^d
M6	30	82.14±8.22 ^a	1.60±0.156 ^d
M7	30	78.05±7.84 ^a	2.50±0.194 ^b
M8	30	83.00±8.21 ^a	2.25 ± 0.24 ^b

Valores con la misma letra en sentido vertical son estadísticamente iguales (test de Fisher's Least Significant Difference (LSD), p>0.05).

M1: brotes adventicios, medio WV3; **M2:** brotes adventicios, medio WV5; **M3:** rebrote de plantines juveniles, medio WV3; **M4:** rebrote de plantines juveniles, medio WV5; **M5:** brotes adventicios, medio GD1; **M6:** rebrote de plantines juveniles, medio GD1; **M7:** brotes adventicios, medio DCR; **M8:** rebrote de plantines juveniles, medio DCR

Elongación

Los brotes producidos en la etapa de multiplicación en general no presentan un vigor adecuado para su enraizamiento *ex vitro*. Por lo tanto, la etapa de elongación es necesaria para obtener un tamaño y morfología adecuada de brotes para su posterior enraizamiento *ex vitro*. En *Pinus taeda*, cuando se utilizaron brotes de 20 mm de largo el porcentaje de enraizamiento fue de 6 a 15 % (COKE 1996). La elongación de brotes se realiza frecuentemente en el medio utilizado en el establecimiento y multiplicación generalmente libre de hormonas y diluido a la mitad o a un cuarto de su concentración original. El análisis de los resultados indicó diferencias significativas en la longitud de brotes en función de la concentración del medio utilizado (*p*-value: 0.0001). La longitud promedio fue de $3.85 \text{ cm} \pm 0.15$ cuando los brotes fueron cultivados en el medio de cultivo WV5 y de 2.37 ± 0.16 cuando se cultivaron en WV5 ½ (Tabla 3). Demostrándose que el medio de cultivo WV5 sin diluir es apropiado para la elongación de los brotes provenientes de la etapa de elongación.

Enraizamiento

En líneas generales, el enraizamiento se produce cuando los propágulos son expuestos, por un periodo de tiempo específico a auxinas tales como: ácido-3-

indol acético (AIA), ácido naftalen acético (ANA), ácido-indol-3-butírico (IBA) o la combinación de algunos de ellos (GRONROOS *et al.* 1993). Los propágulos son luego transferidos a medios libre de hormonas o a sustrato en condiciones *ex vitro*, para el crecimiento de raíces. El análisis de los resultados indicó diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia de inducción de raíces (*p* values: 0.0001) y frecuencia de enraizamiento *ex vitro* (*p*-value: 0.0001) para los diferentes tratamientos inductivos. El promedio de brotes inducidos fue de un $86.7 \pm 9.08\%$ y la frecuencia de enraizamiento fue de un $70.00 \pm 9.28\%$ cuando los brotes fueron inducidos *in vitro* en medio WV5 con $2.5 \mu\text{M}$ de ANA. Mientras que los brotes inducidos en medio libre de hormonas o en agua con $2.5 \mu\text{M}$ de ANA presentaron un 0% de brotes inducidos y 0 % de enraizamiento (Tabla 4). Según THETFORD *et al.* (1996), la aplicación de tratamientos inductivos, con bajas concentraciones de auxinas, previo al enraizamiento *ex vitro* de *Pinus taeda* incrementa el número de raíces primarias por brote; y entre las auxinas, el ANA genera el mejor resultado. Los resultados del presente estudio, demostraron que la inducción en medio WV5 suplementado con $2.5 \mu\text{M}$ de ANA por un periodo de 10 días fue suficiente para la inducción de raíces y el posterior desarrollo de raíces *ex vitro*.

Tabla 3. Longitud promedio de brotes obtenidos (cm) y error estándar (ES) en la etapa de elongación para P. híbrido.

Table 3. Average Shoot length and standard error obtained at the elongation stage for hybrid pine.

Tratamientos	Repeticiones	Longitud promedio en cm \pm ES
WV5	40	3.85 ± 0.149^a
WV5 1/2	40	2.374 ± 0.159^b

Valores con la misma letra en sentido vertical son estadísticamente iguales (test de Fisher's Least Significant Difference (LSD), *p*>0.05).

Tabla 4. Frecuencia de inducción (%) y enraizamiento (%) y error standard (ES) obtenido en brotes de P. híbrido

Table 4. Hybrid pine rooting and Root induction frequency and standard error.

Tratamientos	Repeticiones	Frecuencia de inducción \pm ES	Frecuencia de enraizamiento \pm ES
R1	30	86.77 ± 9.08^a	70.0 ± 9.28^a
R2	30	79.00 ± 10.69^a	55.6 ± 9.08^a
R3	30	0.00^b	0.00^b
R4	30	0.00^b	0.00^b

Valores con la misma letra en sentido vertical son estadísticamente iguales (test de Fisher's Least Significant Difference (LSD), *p*>0.05).

R1: Inducción en medio sólido (WV5),con ANA (2.5 μM); **R2:** Inducción en medio sólido (WV5),con ANA (1.34 μM), BAP (0.4 μM), e IBA (1.23 μM); **R3:** Inducción en medio sólido (WV5), libre de reguladores de crecimiento; **R4:** Inducción en solución acuosa de ANA (2.5 μM)

CONCLUSION

El presente trabajo resume los lineamientos de un protocolo de multiplicación vía axilar *in vitro* para producción de plantas de *P. híbrido* que contempla la utilización de brotes adventicios obtenidos a partir de embriones maduros vía organogénesis directa y de brotes provenientes de plantas madres juveniles, decapitadas criadas a pleno sol. La conformación de un sistema de multiplicación vegetativa *in vitro* que integre las técnicas *in vitro* de organogénesis directa- multiplicación vía axilar y *ex vitro* de enraizamiento de estacas o macropagación, resulta en una alternativa viable de producción de plantas a escala comercial para satisfacer la demanda local de *P. híbrido*.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ciencias Forestales, y las empresas DKM S. A, y Forestal Bosques del Plata S.A. por los fondos aportados para el desarrollo del presente trabajo.

REFERENCIAS

- ABDULLAH, A.; Grace J. y Yeoman M. 1986. Rapid micropropagation of Calabrian Pine from primary and secondary bud on shoot explant. Canadian Journal of Forest Research. 16 (3) 2: 637-641.
- ABO EL-NIL, M. M. 1982. Method for asexual reproduction of coniferous trees. US Patent # 4,353,184.
- AITKEN CHRISTIE, J. y Thorpe T. 1984. Clonal propagation: Gymnosperm. In: Vasil, I.K. Ed. Cell culture and somatic cell genetics of plants. Laboratory procedures and theirs application. New York Academic Press: 81-95.
- AITKEN CHRISTIE, J.; Singh A. y Davies H. 1988. Multiplication of meristematic tissue: a new tissue culture system for radiata pine. In: Genetic Manipulation of Woody Plants. Eds: Hanover J. y Keathley D. Plenum Press-NY. Pp.: 413-432.
- AMERSON, H. V.; Frampton L. J.; Mott R. L.; y Spaine, P.C. 1987. Tissue culture of conifers using Loblolly pine as a model. In: Genetic Manipulation of Woody Plants. Eds: Hanover J. y Keathley D. Plenum Press-NY. Pp.: 117-138.
- BAEZ, M., Austin, R. y Dalprá, L. 2003. Implementación y mantenimiento de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* var *elliottii* en suelos arenosos del centro este de la provincia de corrientes. 10ma Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Eldorado, Misiones. 10 p.
- BECWAR, M. R.; Nagmani, R.; y Wann, S. R. 1990. Initiation of embryogenic cultures and somatic embryo development in loblolly pine (*Pinus taeda* L.) Can. J. For. Res. 20: 810-817
- COKE, J. E. 1996. Basal nutrient medium for *in vitro* cultures of loblolly pines. USA Patent 5,534,433 y 5,534,434.
- GAUCHAT, M. y Belaver H. 2005. *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *P. caribaea* var. *Hondurensis*: Híbridos de Alta Productividad Combinando Crecimiento y Forma. IDIA XXI. Pp. : 162-164.
- GEORGE, E. F. 1993. Plant propagation by tissue culture. Exegetics Ltd., England. 1361 pag.
- GRESSHOFF, P.M. y Doy C. 1972. Development and differentiation of haploid *Lycopersicon esculentum* (tomato). Planta 107: 161-170.
- GRONROOS, R; Flygh, G; Khar, M. y Von Arnold, S. 1993. Growth analysis on *in vitro*, *ex vitro* and auxin-rooted hypocotyls cuttings of *Pinus contorta* Dougl. Ex Loud. New Phytology 125: 829-836.
- GUPTA, P. K. et al. 1996. Clonal Propagation of Conifers vía Somatic Embryogenesis. In: Somatic Cell Genetics and Molecular Genetics of Trees. Eds.: Ahuja, M., Boerjan, W. and Neale, D. Kluwer Academic Publishers. Pp.3-10.
- GUPTA, P.K. y Durzan D. J. 1985. Shoot multiplication from mature Douglas fir and sugar pine. Plant cell Rpts. 4:177-179
- HANDLEY, L. W.; Becwar, M. R.; Chesick, E.; Coke J.; Godbey, A. P.; y Rutter, M. 1995. Research and development of commercial tissue culture systems in loblolly pine. Tappi Journal, Vol 78, No 5: 170-175.
- JOHN, A. 1983. Tissue culture of coniferous trees. In: Dodds, J.H., ed. Tissue culture of trees. Wesport, CT: The AVI publishing company, Inc: 6-21.
- LAPP, M.; Malinek J. y Coffey M. 1996. Microculture of western white pine (*Pinus Monticola*) by induction of shoots on bud explants from 1 to 7 year old trees.
- MEHRA-PALTA, A. 1983. Clonal Propagation of Gymnosperms. US Patent # 4,417,417.
- MOTT, R. L. y Amerson H. V. 1981. A tissue culture process for the clonal production of Loblolly pine plantlets. North Carolina Agricultural Research Service Tech. Bull No: 271.
- NIELLA, F. y Rocha, P. 2003. Factores que afectan la formación de brotes adventicios a partir de embriones maduros de *Pinus taeda* L. Vía organogénesis. YVYRARETA 12 – Pp.: 41-45. ISSN: 0328-8854
- NIELLA, F. y Rocha, P. 2004. Biotecnologías aplicadas a los programas de mejoramiento genético de *Pinus* sp. en la región. Actas Jornadas De Mejoramiento Genetico Para Productores Forestales, Posadas, Misiones- Páginas: 32-41
- PEZZUTTI, R. 2004. El mejoramiento genético forestal en Bosque del Plata. Actas Jornadas De

- Mejoramiento Genetico Para Productores Forestales, Posadas, Misiones. Pp.: 52-58
- ROCHA, P. y Niella, F. 2001a. Research and Development of Vegetative Propagation Techniques for *Pinus* Sp. In the Northeast Region of Argentina. Proceedings of the 26th. Biennial Southern Forest Tree Improvement Conference. June 26-29, 2001. Ed.: Jeffrey F. D. Dean-Georgia University, Athens, GA, USA. Pp.: 32-38.
- ROCHA, P. y Niella, F. 2001b. Manual de procedimientos: Técnica de micropropagación para el establecimiento in vitro y multiplicación vegetativa de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* x *caribaea*. Presentado en: Seminario interno Julio 2001. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Eldorado, Misiones. 25 p.
- ROCHA, P. y Niella, F. 2002. Manual de procedimientos: Técnica de organogénesis para la formación in vitro de brotes adventicios para *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* x *caribaea*. Presentado en: Seminario interno Junio 2002. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Eldorado, Misiones. Circulación interna. 15 p.
- RODRIGUEZ, G. 2003. Jornadas técnicas foresto-industriales. Híbrido de PEE x PCH. INTA EEA. Montecarlo. Ensayo Comparativo de Pinos Mejorado
- SEN, S.; Newton R. J.; Fong, F.; y Neuman P. 1989. Abscisic acid: a role in shoot enhancement from loblolly pine (*Pinus taeda* L.) cotyledon explants. *Plant Cell Report* (1989) 8: 191-194.
- SOMMER, H.; Brown C. y Kormanik P. 1974. Differentiation of planlets in longleaf pine tissue culture in vitro. *Botanical Gazette*. 136(2):196-200.
- STANGE, C., Prehn, D., Gebauer, M., Mercado, A. Norero, A. y Arce-Johnson P. 1998. Optimización de las condiciones de cultivo in vitro de mebriones de *Pinus radiata* y caracterización de los brotes regenerados. XI SILVOTECNA: Biotecnologías aplicadas a la silvicultura de especies forestales de rápido crecimiento. Concepción, Chile
- SCHENK, R. y Hildebrandt, A. 1972. Medium and techniques for induction and growth of monocotyledonous and dicotyledonous plant cell cultures. *Canadian Journal of Botany* 50: 199-204.
- THORPE, T. A. y Biondi S. 1984. Conifers. In: Sharp W.; Evans D.; Ammirato, P; Yamada Y; eds. *Handbook of plant cell culture. Crop Species*. New York: Macmillan Publishing Company: 435-470. Vol. 2.
- HETFORD, M y Blazich, F. 1996. Auxin source influences root system quality of loblolly pine stem cuttings. *SNA Research Conference Vol. 41*: 235
- TORIBIO, M.; y Pardos J. A. 1989. Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), In: Bajaj, Y.P.S., ed. *Biotechnology in agriculture and forestry. 2. Trees*. Berlin: Springer-Verlag Publishers: 507-525. Vol. 5.

CLAVE DE RECONOCIMIENTO DE TREINTA ESPECIES FORESTALES DE LA PROVINCIA DE FORMOSA EN EL ESTADO DE PLANTULA

KEY OF RECOGNITION OF THIRTY FORESTRY SPECIES OF THE PROVINCE OF FORMOSA IN THE SEEDLING STAGE

Darvin Antonio Cáceres¹

Fecha de recepción: 14/06/2010
Fecha de aceptación: 10/06/2011

1. Ingeniero Forestal y Magister en Ciencias Forestales. Docente Investigador de la Facultad de Recursos Naturales. Universidad Nacional de Formosa. Av. Gob. Gutnisky 3200 T.E.(03717) 452241 darvincaceres@yahoo.com.ar

SUMMARY

The present work has as an objective the production of a dendrology recognition key of 30 tree species in a seedling stage, coming from different species of the Province of Formosa in the Argentine. Five samples in fruit were selected for each species; the seeds, for the sewing and later study, were obtained from them. This activity was carried out in a greenhouse built for that purpose in the Faculty of Natural Resources in Formosa. The study of the seedlings was done from the germination up to the development of the second pair of leaves and the morphological characteristics of the cotyledons: hypocotyl, epicotyl, bracts, first and second pair of leaves, were determined. The characteristics with a higher taxonomic value were chosen in order to elaborate the dichotomic key. This key allows an early recognition of the most important woody species of the native forest of Formosa and is a useful tool and has a direct application in the work of forestry technicians, both in the management of the structure and floral composition of the wood as well as in the nurseries.

Key words: Seedlings, trees, Formosa, Argentina

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo la elaboración de una clave de reconocimiento dendrológico de 30 (treinta) especies forestales en el estado de plántula, provenientes de diferentes formaciones boscosas de la Provincia de Formosa, República Argentina. Para cada especie se seleccionaron cinco ejemplares adultos, en fase de fructificación, de los cuales se obtuvieron las semillas para la siembra y posterior estudio. Esta actividad se desarrolló en un invernadero construido a tal fin en la Facultad de Recursos Naturales de Formosa. El estudio de las plántulas abarcó desde la germinación hasta el desarrollo del segundo par de hojas, y se determinó el tipo de germinación, las características morfológicas de los cotiledones, hipocotilo, epicotilo, brácteas, primer y segundo par de hojas. Para la elaboración de la clave dicotómica se seleccionaron aquellas características de mayor valor taxonómico. La clave dicotómica elaborada permite el reconocimiento temprano de las especies leñosas más importantes del bosque nativo de Formosa y constituye una herramienta útil y de aplicación directa en las labores de los técnicos forestales, tanto en el manejo de la estructura y composición florística del bosque como en el vivero.

Palabras clave: Plántulas, árboles, Formosa, Argentina.

INTRODUCCIÓN

Las formaciones boscosas naturales del Parque Chaqueño, y en particular la Provincia de Formosa, han sido puentes fundamentales para el desarrollo económico y social de la región, desde hace ya más de un siglo, aportando gran cantidad de productos maderables y no maderables, con una composición florística considerada como única en el mundo, dada las características de sus especies (Ministerio de Asuntos Agropecuarios y Recursos Naturales, 1978).

En consecuencia, estas formaciones fueron explotadas en forma desmedida en las últimas décadas, encontrándose en la actualidad totalmente disminuida en la potencialidad de algunas de sus especies, lo que inexorablemente acarreará una merma significativa en la oferta de materia prima para el mercado maderero. Esta circunstancia, ha producido una tendencia a la introducción de especies exóticas de rápido crecimiento, de óptima adaptación en la región, a las que se le ha dado una atención preferencial en los estudios científicos, relegando a las especies nativas.

Cabe apuntar que el grado de deterioro de estas masas boscosas, requieren en forma urgente trabajos silviculturales tendientes a la recuperación y

posterior ordenación. Consecuentemente y a fin de encarar este tipo de trabajo, resulta imprescindible contar con datos técnicos esenciales para el reconocimiento correcto de las especies, no solo en el estado adulto sino también en el de plántulas, estas últimas especialmente para las evaluaciones y las determinaciones sobre la regeneración de tales formaciones boscosas, como también, las realizadas por el silvicultor en viveros.

Las características morfológicas de las plantas son utilizadas para la descripción e identificación, desde la etapa previa a la germinación hasta el desarrollo total de la parte aérea del vegetal. Se puede apreciar fácilmente diferencias en la morfología de los cotiledones en plantas epígeas, o de las primeras hojas en plantas hipógeas. Se han elaborado claves para la identificación de plántulas de las principales especies forestales de Puerto Rico, tomando en cuenta el comportamiento y características de los cotiledones y primeras hojas, después de la germinación (DUKE, 1965).

Los estudios descriptivos de la morfología de plántulas en Sudamérica y en especial en nuestro país, son escasos. KUNIYOSHI (1983), estudió la morfología de semillas y germinación de veinticinco especies arbóreas de una forestación de Araucaria en Curitiba (Brasil). VELLOZO RODERJAN (1983), ha presentado como Tesis de la Maestría en Ciencias Forestales: "Morfología del estadio juvenil de 24 especies arbóreas de una Forestación con Araucaria". Sus resultados han proporcionado información clara sobre descripción de especies forestales en el estado de plántula, por lo cual ha sido tomado como base para el presente trabajo.

Los mayores avances actuales en la descripción de plántulas de árboles y lianas o bejucos son los realizados en Venezuela, en las especies forestales del Estado de Mérida, las que comprenden 194 especies arbóreas y 52 especies de lianas y bejucos descriptos por RICARDI *et al.*, (1987). Existe un estudio similar en especies forestales de Colombia (BARRERA, 1992).

Se han registrado estudios sobre descripción y técnicas de identificación de plántulas para especies arbóreas del N. E. argentino (GARTLAND *et. al.*, 1990 y 1991) y referente a trabajos sobre descripción de plántulas (ORFILA, 1995; FRANCESCHINI, 2000).

Asimismo, recientemente se ha dado conocer la morfología de plántulas de 14 especies arbóreas de los bosques tropófilos de los estados Apure y Amazonas, Venezuela (RICARDI, 1999).

Hasta el presente no se cuenta con claves de reconocimiento para el estadio de plántula de la flora arbórea forestal de Formosa, ni aún a nivel de grandes grupos taxonómicos.

En este contexto el objetivo del presente trabajo es la elaboración de una clave de diferenciación de plántulas de las especies arbóreas de la flora nativa de la provincia de Formosa.

MATERIALES Y METODOS

Caracterización del Área de Estudio

El presente estudio comprende 30 especies arbóreas forestales, ver lista en la Tabla 1, las más importantes de la Provincia de Formosa, ubicada en la región del NE de la República Argentina, entre los paralelos 22° y 27° de Latitud Sur y los meridianos 57° y 63° de longitud Oeste de Greenwich, con una superficie de 72.066 Km².

El clima es Subtropical cálido con estación seca, con predominio del tipo continental, con valores medios de la temperatura en verano e invierno de 26 °C. y 16°C respectivamente, con una amplitud térmica de alrededor de 50° C. Las lluvias decrecen de Este a Oeste, a razón de 1,5 mm/km, registrándose un promedio de 1200 mm en la Zona Este de la Provincia y 500 mm en el extremo Oeste. Desde el punto de vista fitogeográfico, se encuentra dentro del Parque Chaqueño (PARODI, 1934 y 1945) o Provincia Chaqueña (CABRERA, 1976).

Elección del sitio de recolección

Para cada especie, se ha determinado realizar las colectas en el sitio más representativo de la Provincia y en la formación boscosa que representa el hábitat natural para cada una de ellas, conforme al Programa de Inventario Forestal de la Provincia de Formosa (1979 a 1985).

Cosecha de frutos y semillas

Se seleccionaron 5 (cinco) individuos adultos por especie, de buen porte, sanos, situados en formaciones forestales típicas para la especie de diámetros óptimos para producción de simientes (> 30 cm de diámetro), situados a una distancia mayor de 1000 metros unos de otros, de acuerdo a lo recomendado por GARTLAND *et al.*, (1990).

Tareas en invernadero

Se construyó un invernadero, con paredes de polietileno de 100 μ y cobertura media sombra tipo "sarán" al 50 %, de 10 metros de longitud y 5 metros de ancho.

En la preparación de sustrato de siembra, se mezcló el suelo de monte con la arena de río, y se tamizó con tamiz de 1,5 x 2 mm, en proporción 3:1, desinfectado con fungicida.

Se tomaron 200 (doscientas) semillas de cada especie, al azar del lote de los cinco ejemplares de cada especie.

Tabla 1: Listas de los nombres científicos y comunes de las especies**Table 1: Lists of the scientific and common names of the species**

Nombre Científico	Nombre común	Familia
<i>Albizia inundata</i> (Mart.) Barneby & J.W.Grimes	“Timbó blanco”	<i>Fabaceae</i>
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan var. <i>Cebil</i> (Griseb.) Altschul	“Curupaf”	<i>Fabaceae</i>
<i>Aspidosperma quebracho- blanco</i> Schlecht.	“Quebracho blanco”	<i>Apocynaceae</i>
<i>Astronium balansae</i> Engl.	“Urunday”	<i>Anacardiaceae</i>
<i>Bulnesia sarmientoi</i> Lor.ex Griseb.	“Palo santo”	<i>Zygophyllaceae</i>
<i>Caesalpinia paraguariensis</i> (D.Parodi) Burkart.	“Guayacán”	<i>Fabaceae</i>
<i>Calycophyllum multiflorum</i> Griseb.	“Palo blanco”	<i>Rubiaceae</i>
<i>Chloroleucon tenuiflorum</i> (Benth.) Barneby & J.W. Grimes.	“Tatané”	<i>Fabaceae</i>
<i>Diplokeleba floribunda</i> N.E. Brown	“Palo piedra”	<i>Sapindaceae</i>
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong.	“Timbó colorado”	<i>Fabaceae</i>
<i>Gleditsia amorphoides</i> (Griseb.)Taub.	“Espina de corona”	<i>Fabaceae</i>
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Steud. Subsp. <i>tinctoria</i>	“Palo mora”, “mora amarilla”	<i>Moraceae</i>
<i>Patagonula americana</i> L.	“Guayaibí”	<i>Boraginaceae</i>
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Ibirá pitá guazú, caña fistula	<i>Fabaceae</i>
<i>Phyllostylon rhamnoides</i> (Poisson) Tabert	“Palo lanza”	<i>Ulmaceae</i>
<i>Pisonia zapallo</i> Griseb.	“Francisco Alvarez”	<i>Nictaginaceae</i>
<i>Prosopis alba</i> Griseb.	“Algarrobo blanco”	<i>Fabaceae</i>
<i>Nombre Científico</i>	Nombre común	<i>Familia</i>
<i>Prosopis hassleri</i> Harm.	“Algarrobo paraguayo”	<i>Fabaceae</i>
<i>Prosopis kuntzei</i> Harms	“ Itin”	<i>Fabaceae</i>
<i>Prosopis nigra</i> (Griseb.) Hieron	“Algarrobo negro”	<i>Fabaceae</i>
<i>Prosopis ruscifolia</i> Griseb.	“Vinal”	<i>Fabaceae</i>
<i>Pterogyne nitens</i> Tul. Ex Benth.	“Viraró, “tipa colorada”	<i>Fabaceae</i>
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisner	“Ibirá pitá-f”	<i>Polygonaceae</i>
<i>Schinopsis balansae</i> Engl.	“Quebracho colorado” “quebracho colorado chaqueño”	<i>Anacardiaceae</i>
<i>Schinopsis lorentzii</i> (Griseb.) Engler	“Quebracho colorado”, “quebracho. colorado santiagueño”	<i>Anacardiaceae</i>
<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. & Shult.) T.D-Penn.	“Guaraniná” o “molle negro”	<i>Sapotaceae</i>
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. Ex. Moore	“Paratodo”	<i>Bignoniaceae</i>
<i>Tabebuia heptaphylla</i> (Vell.) Toledo	“Lapacho”	<i>Bignoniaceae</i>
<i>Tabebuia nodosa</i> (Griseb) Griseb	“Palo cruz”	<i>Bignoniaceae</i>
<i>Terminalia triflora</i> (Griseb.) Lillo	“Guayaibí amarillo”	<i>Combretaceae</i>

Siembra

Las semillas de algunas de las especies en estudio fueron sometidas a tratamientos pre-germinativos. La cantidad de agua de riego inicial, dependió de las características propias de la especie y de las condiciones ambientales. La época de siembra para cada especie fue diferente, conforme a su fenología. Se consideró exitosa la germinación, con un poder germinativo superior a 50%, caso contrario se realizaron repeticiones de la siembra.

Control de germinación

Una vez hecha la siembra, se llevaron a cabo observaciones minuciosas en las bandejas de siembra, en forma diaria, para reconocer la cronología de las fases morfológicas del desarrollo de plántulas.

En la descripción de las plántulas se utilizó la glosología del Diccionario de Botánica (FONT QUER, 1965), para la descripción de las mismas se seleccionaron 10 (diez) ejemplares bien desarrollados y vigorosos (GARTLAND *et al.*, 1990), extraídos y estudiados de a uno en forma sucesiva, a partir de la emergencia, (RICARDI *et al.*, 1987).

Los caracteres morfológicos considerados fueron: tipo de germinación, emergencia, sistema radicular, hipocótilo o epicótilo, cotiledones, primer y segundo par de hojas. Las mediciones efectuadas a cada atributo se expresaron consignando el rango correspondiente. El estudio se interrumpe en forma arbitraria al finalizar el desarrollo del segundo par de hojas. (GARTLAND *et al.*, 1990; VELLOSO RODERJAN, 1983).

RESULTADOS

En la Tabla 2, se presenta una clave dicotómica apareada de reconocimiento para las 30 principales especies arbóreas forestales de Formosa, elaborada mediante el arreglo dilemático de las características morfológicas de mayor valor taxonómico que presentan en el estadio de plántula

Tabla 2. Clave dicotómica de reconocimiento en estado de plántulas
Table 2: Dichotomic key of recognition in the seedling stage

1 a	Cotiledones epigeos.	2
1 b	Cotiledones hipogeos.	29
2 a	Plántulas con el primer par de hojas simples.	3
2 b	Plántulas con el primer par de hojas compuestas (pinadas, bipinadas o compuesto-palmadas).	13
3 a	Plántulas con el primer par de hojas opuestas.	4
3 b	Plántulas con el primer par de hojas subopuestas y alternas.	7
4 a	Cotiledones elíptico-lanceolados. Pequeños, de 6 a 8 mm de long. y 4 a 5 mm de lat.; base aguda, ápice redondeado.	<i>Calycophyllum multiflorum</i> “palo blanco”
4 b	Cotiledones reniformes.	5
5 a	Cotiledones de consistencia foliácea., de 8 a 11 mm de long. y 13 a 16 mm de lat; lámina levemente auriculada; ápice profundamente escotado.	<i>Tabebuia nodosa</i> “palo cruz”
5 b	Cotiledones de consistencia carnosa.	6
6 a	Cotiledones de superficie ondulada a rugosa; grandes, de 15 a 17 mm de long. y 22 a 25 mm de lat.	<i>Tabebuia aurea</i> “paratodo”
6 b	Cotiledones de superficie lisa, medianos, de 6 a 8 mm de long. y 11 a 14 mm de lat.	<i>Tabebuia heptaphylla</i> “lapacho negro”
7 a	Plántulas con el primer par de hojas subopuestas. Superficie rugosa, pubescente, borde aserrado y ciliado; pérulas en axilas.	<i>Maclura tinctoria</i> subsp. <i>tinctoria</i> “palo mora”
7 b	Plántulas con el primer par de hojas alternas.	8
8 a	Cotiledones de tamaños diferentes. El de menor tamaño mide de 12 a 16 mm de long. y 10 a 15 mm de lat., con hendiduras paralelas a los bordes en el envés, semejando nervaduras; los cotiledones de mayor tamaño de 17 a 21 mm de long. y 15 a 19 mm de lat.	<i>Pisonia zapallo</i> “francisco Alvarez”
8 b	Cotiledones de tamaños aproximadamente iguales.	9
9 a	Plántulas con el primer par de hojas con ócreas.	<i>Ruprechtia polystachya</i> “ibirá pitá-fí”

9 b	Plántulas con el primer par de hojas sin ócreas.	10
10 a	Cotiledones de borde dentado o crenado, plegados. <i>Patagonula americana</i> . “guayaibi blanco”	
10 b	Cotiledones de borde entero, sin pliegues.	11
11 a	Cotiledones oblongos, borde convexo de un lado y cóncavo del otro lado; con estípulas pequeñas puntiformes en la base del peciolo. <i>Schinopsis balansae</i> “quebracho colorado chaqueño”	
11 b	Cotiledones reniformes u orbiculares.	12
12 a	Cotiledones reniformes. Lámina del primer par de hojas elíptico-lanceolada, pubescente, ápice agudo, base obtusa. <i>Terminalia triflora</i> “guayaibí amarillo”	
12 b	Cotiledones orbiculares. Lámina del primer par de hojas lanceolada, ápice acuminado con mucrón punzante. <i>Aspidosperma quebracho-blanco</i> “quebracho blanco”	
13 a	Lámina del primer par de hojas trifolioladas.	14
13 b	Lámina del primer par de hojas compuesto-pinnadas, con más de 3 (tres) foliolos.	15
14 a	Cotiledones oblongos a orbiculares, de 5 a 7 mm de long. y 3 a 5 mm de lat.; lámina del primer par de hojas de borde aserrado. <i>Astronium balansae</i> “urunday”	
14 b	Cotiledones alargados a oblongos, de 14 a 17 mm de long. y 8 a 10 mm de lat.; lámina del primer par de hojas de borde entero. <i>Schinopsis lorentzii</i> “quebracho colorado santiagueño”	
15 a	Primer par de hojas opuestas a subopuestas.	16
15 b	Primer par de hojas alternas.	19
16 a	Primer par de hojas opuestas, normalmente con 2 pares de foliolos (a veces bifoliolados). <i>Bulnesia sarmientoi</i> “palo santo”	
16 b	Primer par de hojas con más de 2 pares de foliolos, (5-7 pares).	17
17 a	Hipocótilo de sección circular y glabro.	18
17 b	Hipocótilo de sección cuadrangular, con estrías longitudinales a modo de cuatro costillas ligeramente aladas. <i>Peltophorum dubium</i> “ibirá pitá guazú”	
18 a	Primer par de hojas opuestas a subopuestas paripinnadas, normalmente 6 a 7 pares de foliolos, pecíolo pulvinulado. Segundo par de hojas alternas, uniyugadas, excepcionalmente pinnadas, las siguientes también uniyugadas. <i>Albizia inundata</i> “timbó blanco”	
18 b	Primer par de hojas opuestas, paripinnadas normalmente con 7 a 8 pares de foliolos; pecíolo sin pulvínulo, segundo par de hojas alternas, uniyugadas, normalmente las siguientes biyugadas. <i>Chloroleucon tenuiflorum</i> “tatané”	
19 a	Cotiledones normalmente mayores a 20 mm de latitud, 18 a 25 mm de longitud y 20 a 27mm de latitud, peciolados, lámina de forma ligeramente deltoidea a oval lanceolada. Primer par de hojas alternas a subopuestas, imparipinnadas; raquis aplanado, ensanchado a modo de alas, 3 a 7 foliolos por lo general alternos, con marcado polimorfismo; sin estípulas. <i>Diplokeleba floribunda</i> “palo piedra”	
19 b	Cotiledones menores a 18 mm de latitud con láminas de formas diferentes. Con estípulas.	20
20 a	Primer par de hojas alternas paripinnadas (a veces imparipinnadas), constituida primeramente por 2 foliolos opuestos, pudiendo incorporar otro par terminales culminando con 4 o 5 foliolos, con estípulas filiformes, de ápice encorvado. <i>Pterogyne nitens</i> “viraró”	
20 b	Primer par de hojas alternas, paripinnadas o imparipinnadas, constituido por más de 2 pares de foliolos, de dimensiones menores a 20 mm de longitud.	21
21 a	Foliolos de borde aserrado a crenado. Hipocótilo con estrías longitudinales. Segundo par de hojas pinnadas, con yemas seriales superpuestas. <i>Gleditsia amorphoides</i> “espina de corona”	22
21 b	Foliolos de borde entero.	
22 a	Nudo cotiledonar con apéndice estipuliforme. Cotiledones elíptico a elíptico lanceolados de 15 a 18 mm de longitud y 5 a 8 mm de latitud, sésiles, consistencia carnosa glabra, ápice redondeado, base acuminada a sagitada con los bordes superiores biselados. <i>Enterolobium contortisiliquum</i> “timbó colorado”	

22 b	Nudo cotiledonar sin apéndices.	23
23 a	Cotiledones reniformes, primer par de hojas paribipinnadas y segundo par paribipinnadas, este último con una glándula sobre el pecíolo. Lámina cotiledonar de 14 a 17 mm de longitud y 15 a 18 mm de latitud. Primer par de hojas parabipinnadas dispuesta en forma terminal, 55 a 65mm de longitud, lámina compuesta por 5 a 6 yugas, pinnas opuestas, constituidas por 22 a 28 pares de foliolulos. Segundo par de hojas también parabipinnadas, pecíolo con glándula (nectario) muy llamativo de color rojizo.	
	<i>Anadenanthera colubrina var. cebil "cebil colorado"</i>	
23 b	Cotiledones de otras formas y hojas sin glándulas.	24
24 a	Cotiledones ovados, primer par de hojas paripinnadas y el segundo imparipinnadas. Lámina cotiledonar de 10 a 13 mm de longitud y 6 a 8 mm de latitud. Primer par de hojas paripinnadas, con 5 a 6 pares de foliolos. Segundo par bipinnada, constituida por un par de pinnas opuestas y una terminal, pecíolo cilíndrico rojizo, estípulas pequeñas muy pubescentes de color rojizo intenso.	
	<i>Caesalpinia paraguariensis "guayacán"</i>	
24 b	Cotiledones de otras formas (elípticos, oblongos u orbiculares), primer par de hojas paripinnadas o paribipinnadas uniyugadas, y segundo bipinadas.	25
25 a	Cotiledones elípticos. Lámina cotiledonar de 9 a 14 mm de longitud y 8 a 12 mm de latitud, opuestos, sésiles. Primer par de hojas paripinnadas, con 7 a 8 pares de foliolos; un par de estípulas acuminadas, poco pubescentes; Foliolos subopuestos, los basales de mayor tamaño, sésiles a muy levemente peciolulados. Lámina elíptica-lanceolada, brevemente acuminada, semilimbos iguales, borde entero, ciliados, con pelos finos, cortos y curvos, de mayor densidad hacia la base. Segundo par de hojas bipinnadas, uniyugadas, con 9 a 13 pares de foliolulos; estipuladas.	
	<i>Prosopis alba "algarrobo blanco"</i>	
25 b	Cotiledones orbiculares u oblongos.	26
26 a	Cotiledones orbiculares.	27
26 b	Cotiledones oblongos.	28
27 a	Primer par de hojas paripinnadas con 2 a 4 pares de foliolos, o bipinadas uniyugadas con las pinas 2 a 4 pares de foliolulos. Láminas cotiledonares de 12 a 15 mm de longitud y 10 a 13 mm de latitud; pecíolo aplanado, glabro; base auriculada, con lóbulos de mayor espesor que el resto de la lámina, Segundo par de hojas bipinnadas, uniyugadas, constituido por 2 a 4 pares de foliolulos, estipuladas.	
	<i>Prosopis ruscifolia "vinal"</i>	
27 b	Primer par de hojas paripinnadas con 6-7 pares de foliolos. Láminas cotiledonares de 13 a 15 mm de longitud y 11 a 13 mm de latitud; opuestos, muy brevemente peciolados, pecíolo con pelos casuales. Primer par de hojas, pecioladas, estípulas muy diminutas. Segundo par de hojas pinnadas y/o bipinnadas, uniyugadas, constituida por 6 pares de foliolulos, en caso excepcional biyugadas, disposición decusada, con distanciamientos muy apreciables.	
	<i>Prosopis kuntzei "itín"</i>	
28 a	Foliolos mayores a 8 mm de longitud y mayores a 2 mm de latitud. Láminas cotiledonales de 14 a 18 mm de longitud y 11 a 13 mm de latitud, peciolados, pecíolo glabro. Primer par de hojas paripinnadas, con 5-9 pares de foliolos, con distanciamientos apreciables entre los pares; peciolada, pecíolo de 5 a 6 mm de longitud, levemente aplanada en la parte superior, ligera pubescencia, con pelos finos, cortos y curvos (x 40); estipulada. Foliolos de 8 a 10 mm de long. y 2 a 2,5 mm de lat. Segundo par de hojas bipinnadas, uniyugadas, con 5 a 8 pares de foliolulos; con un par de estípulas de aproximadamente 1 mm de longitud, acuminadas.	
	<i>Prosopis hassleri "algarrobo paraguayo"</i>	
28 b	Foliolos menores a 8 mm de longitud y menores a 2 mm de latitud. Láminas cotiledonales de 11 a 16 mm de longitud y 9 a 12 mm de latitud, peciolados, base auriculada, con los lóbulos de menor espesor que el resto de la lámina; borde entero y glabro. Primer par de hojas paripinnadas, con 5-7 pares de foliolos, con poco distanciamiento entre los pares; estipuladas; peciolada, pecíolo de 4 a 5 mm de longitud, canaliculado, con mediano engrosamiento; raquis subcilíndrico levemente aplanado en la parte superior, pubescente, con pelos finos, cortos poco densos (x 40). Foliolos peciolados, de 6 a 8 mm de long. y un poco mas de 1 mm de lat. Segundo par de hojas bipinnadas, uniyugadas, con 6 a 10 pares de foliolulos (normalmente 8); con un par de estípulas de alrededor de 2 mm de longitud, acuminadas, ubicadas a ambos lados en la base del pecíolo.	
	<i>Prosopis nigra "algarrobo negro"</i>	

29 a	Plántulas con el primer par de hojas simples, alternas, pecioladas, estipuladas, estípulas filiformes encorvadas en el ápice. Lámina elíptica a oval de 21 a 26 mm de long. y de 15 a 18 mm de lat., ápice agudo, borde aserrado.	
29 b	Plántulas con el primer par de hojas simples, alternas, a veces sub-opuestas, pecioladas. Láminas elíptica-lanceoladas, de 7 a 13 mm de long. y 4 a 6 mm de lat., ápice emarginado, a veces redondeado, borde entero.	<i>Phyllostylon rhamnoides</i> “palo lanza” <i>Sideroxylon obtusifolium</i> “guaraniná”

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Se discuten a continuación los caracteres morfológicos de mayor valor taxonómico, utilizados para la construcción de la clave dicotómica.

Germinación: Se presentan dos tipos de germinación: epigea, donde los cotiledones emergen de la semilla e hipógea, donde no emergen de la misma, denominados fanerocotilar y criptocotilar, respectivamente (DUKE, 1965). De las especies estudiadas, 28 presentaron germinación epigea (93%) y solamente dos especies (7%) germinación hipogea (*Phyllostylon rhamnoides* y *Sideroxylon obtusifolium*).

Las especies consideradas en el presente trabajo, pertenecientes a las familias *Moraceae*, *Polygonaceae*, *Boraginaceae*, *Fabaceae* (*Mimosoideae* y *Caesalpinoideae*), *Bignoniaceae*, *Zygophyllaceae*, *Combretaceae*, *Anacardiaceae*, *Nyctaginaceae*, *Rubiaceae*, *Apocynaceae* y *Sapindaceae*, presentaron germinación epigea, concordante con los resultados de otros estudios (DUKE, 1969; PARRA, 1983; PIEDRAHITA *et al.*, 1987; FRANCESCHINI, 2000).

Hipocótilo y Epicótilo: Se observó pubescencia abundante en las especies estudiadas de las *Boraginaceae* y *Combretaceae*; algunas del Género *Prosopis*, como *Anadenanthera colubrina var. cebil* y *Prosopis hasslerii*, de la familia *Fabaceae* son aromáticas, concordante con lo observado en plántulas de especies de *Lauraceae* con olor a trementina, o de especies del género *Cedrela*, con olor a cebolla (DUKE, 1965).

El tallo de las plántulas estudiadas, si bien en muchos casos emerge en forma encorvada, se disponen luego siempre en forma erguida. Se presenta con diversas formas, desde cilíndricos como *Pisonia zapallo*, tetragonales como en *Peltophorum dubium* o estriados, como en *Gleditsia amorphoides*, observándose variaciones entre especies de una misma familia, como el caso de las *Fabaceae* donde se presentan todas las formas mencionadas, tal observación ya fue hecha anteriormente por BURKART (1952); asimismo ya ha sido observado hipocótilo de sección cuadrangular en *Peltophorum dubium* (GARTLAND *et al.*, 1991), al igual que en el presente estudio. En las especies de germinación epigea, el epicótilo se presenta mayoritariamente en forma recta, de los cuales en un 30% son glabros y los restantes son pubescentes, muy pubescentes o tormentosos.

Cotiledones: Las formas de los cotiledones en muchos casos son semejantes entre especies pertenecientes a la misma familia, como por ejemplo, son reniformes en las especies de *Bignoniaceae* estudiadas, característica ya observada por DUKE (1969), PIEDRAHITA *et al.*, (1987), GARTLAND *et al.* (1991) y FRANCESCHINI (2000); o son auriculadas en su base, como en varias *Fabaceae*, ya mencionados por PIEDRAHITA *et al.* (1987), GARTLAND *et al.* (1991) y PARRA (1983); algunas especies de esa familia, principalmente las *Mimosoideae*, presentaron cotiledones con plano de simetría en sentido longitudinal, enteros y de base auriculada, tal lo reportado con anterioridad por LUBBOCK (1892), SMITH (1981). En las especies de *Fabaceae* prevalecen los cotiledones carnosos, rasgo ya observado con anterioridad en especies de esa familia por GARTLAND *et al.* (1991) y PARRA (1983); mientras que cotiledones de consistencia foliácea (papirácea) de superficie muy rugosa, con pliegues manifiestos y bordes dentados a crenados fueron observados en una sola especie de *Boraginaceae* (*Patagonula americana*), tal cual FRANCESCHINI (2000) lo reportara con anterioridad para especies de esta familia. Considerando las especies de germinación epigea y teniendo en cuenta el tamaño de los cotiledones, se observó que el 16,66% son pequeños, el 73,34% medianos y el 10 % grandes (considéranse cotiledones pequeños aquellos menores a 10 mm de long.; medianos entre 10 y 20 mm long.; grandes mayores a 20 mm de long.). Teniendo en cuenta sus formas, resultaron: orbiculares: 25 %; oblongas y elípticas-oblongas: 39,28 %; elípticas y elíptica-lanceoladas: 14,28; reniformes: 14,28; ovadas: 3,57 y delfoideas: 3,57%.

Primer y segundo par de hojas: los “eófilos” (TOMLIMSON 1960 en PARRA 1983), son particulares de cada especie, característica ya mencionada por DUKE (1969), pero muy similares en especies del mismo género (Ej. *Prosopis*) y aún de diferentes géneros de la misma familia, donde comienzan con hojas pinnadas y siguen con hojas bipinnadas (*Prosopis alba*, *P. nigra*, *P. hasslerii*, *Caesalpinia paraguariensis* y *Enterolobium contortisiliquum*), situación ya observada con anterioridad en especies de esa familia (PIEDRAHITA, 1987; DUKE, 1969; DUKE & POLHILL, 1981). Se observaron estípulas en la mayoría de las especies de *Fabaceae* (todas las especies de *Prosopis*, *Chloroleucon tenuiflorum*,

Enterolobium contortisiliquum, *Albizia inundata*, *Anadenanthera colubrina* var. *cebil*, *Caesalpinia paraguariensis*, *Gleditsia amorphoides*, *Pterogyne nitens*, *Peltophorum dubium*), como ya ha sido reportado con anterioridad (PARRA, 1983). Para el primer par de hojas, teniendo en cuenta el tipo de hojas, el 43,33% resultaron simples y 56,66% compuestas, de las cuales, paripinnadas: 40%, imparipinnadas: 13,33% y bipinnadas: 3,33%. Conforme a filotaxis, son alternas el 66,66% y opuestas: 33,33%. El 100% son pecioladas; presentan estípulas: el 46,66% de las especies.

Para el segundo par de hojas, según el tipo de hojas, el 43,33% son simples y 56,66% compuestas, de las cuales, paripinnadas: 10%, imparipinnadas: 10% y bipinnadas: 36,67%. De acuerdo a la filotaxis, son alternas el 83,33%, opuestas: el 13,33 % y subopuestas: el 3,33%. El 100% son pecioladas; presentan estípulas: el 46,66% de las especies.

En consecuencia y como conclusión, podemos afirmar que los caracteres más sobresalientes para la identificación de especies forestales en estado de plántula, son: el tipo de germinación, los cotiledones, hipocótilo y epicótilo, primer y segundo par de hojas.

La clave dicotómica elaborada en base a tales caracteres, permite el reconocimiento en el estadio de plántula de 30 especies arbóreas de interés forestal de la Provincia de Formosa.

BIBLIOGRAFÍA

- BARRERA, T. E. 1992. Plántulas de algunas especies leñosas y connaturalizadas del Bosque Subandino Silvania-Cundinamarca, Colombia. En: Agronomía Colombiana. 9: 131-160.
- BURKART, A. 1952. Las Leguminosas Argentinas Silvestres y Cultivadas. Segunda Edición. Editorial ACME SRL. Buenos Aires. 569 p.
- CABRERA, A. L. 1976. Regiones Fitogeográficas de Argentina. Ed. ACME SACI. Bs. As.
- DUKE, J. A. 1965. Keys for identification of seedlings of some prominent woody species in eight forest types in Puerto Rico. Annals of the Missouri Botanical Garden, 52(3): 314-450.
- DUKE, J. A. 1969. On tropical tree seedlings. Seeds, seedlings, systems and systematic. Annals of the Missouri Botanical Garden, 55: 125-65.
- DUKE, J. A. y POLHILL R. 1981. Seedlings of Leguminosae. Advances in Legume Systematics, ed. R.M. Polhill & P.H. Raven. Pág. 941-949.
- FONT QUER, P. 1965. Diccionario de Botánica. Editorial Labor. Barcelona. 1244 pp.
- FRANCESCHINI, M. C. 2000. Morfología de embriones y plántulas en mirtáceas del Nordeste Argentino. UNNE. Corrientes. Cátedra Botánica I-FACENA - IBONE http://www.unne.edu.ar/cyt/biologicas/bdf/b_039.pdf.
- GARTLAND, H. M.; BOHREN, A. V.; MUÑOZ, D. y OTTENWELLER G. F. 1990. Descripción y reconocimiento de las principales especies forestales de la selva misionera en el estado de plántula. Yvyraretá 1 (1): 67-90.
- GARTLAND, H. M.; BOHREN, A. V.; MUÑOZ, D. y OTTENWELLER G. F. 1991. Descripción y reconocimiento de las principales especies forestales de la selva misionera en el estado de plántula. Yvyraretá 2 (2): 70-101.
- KUNIYOSHI, S. Y. 1983. Morfologia da semente e da germinação de 25 espécies arbóreas de uma floresta da araucária. Curitiba: UFPR, 233 pp. (Tese Mestrado em Ciências Florestais).
- LUBBOCK, J. 1892. A contribution to our knowledge of seedlings 2 vol. (1): 1-77; 382-476.
- MINISTERIO DE ASUNTOS AGROPECUARIOS Y RECURSOS NATURALES. 1978. Inventario Forestal de la Provincia de Formosa. Tomo I pp. 176, 1978; Tomo II pp. 149 1978; Tomo III pp. 167, 1979 y Tomo IV p.152.
- ORFILA, E. N. 1995. Frutos, semillas y plántulas de la flora leñosa argentina. Ediciones Sur. La Plata. 156 pp.
- PARODI, L. R. 1934. Las plantas indígenas no alimenticias cultivadas en Argentina. Revista Argent. Agron., 1(3):165-212.
- PARODI, L. R. 1945. Las regiones fitogeográficas argentinas y sus relaciones con la industria forestal. En F. Verdoorn, Plants and Plant Science in Latin America. Walther, Mass. U.S.A. pp 127-132.
- PARRA, P. G. 1983. Estudio de la Morfología externa de plántulas de *Calliandra gracilis*, *Mimosa albida*, *Mimosa arenosa*, *Mimosa camporum* y *Mimosa tenuiflora*. Morfología Vegetal de la Facultad de Agronomía, UCV, Maracay, Venezuela.
- PIEDRAHITA, E. y SOTO GARCÍA E. 1987. Estudios Fisiológicos y Anatómicos de las Semillas y Plántulas de Roble *Tabebuia rosea* Bertol y Cedro *Cedrela odorata* L. Medellín. Colombia. Facultad de Agronomía. pp.110.
- RICARDI, M. 1999. Morfología de plántulas de árboles de un Bosque montano bajo. Talleres Gráficos Facultad de Ciencias Universidad de Los Andes (U.L.A.) Mérida. Venezuela. *Plantula* 2(1-2): 1 - 72.
- RICARDI, M.; HERNÁNDEZ, C. y TORRES F. 1987. Morfología de plántulas de árboles de los bosques del Estado Mérida. Talleres Gráficos Universitarios. Universidad de Mérida. Venezuela. 423 pp.
- SMITH, D. L. 1981. Cotyledons of the Leguminosae. In POLHILL, R.M. y RAVEN P.H., Eds. Advances in Legume Systematics. 2:927-939.
- VELLOZO RODERJAN, C. 1983. Morfologia do Estágio Juvenil de 24 espécies arbóreas de uma floresta com Araucária. Curitiba Universidade Federal do Paraná (Tese Mestrado em Ciências Florestais).

COMPARACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORISTICA DE UNA FRACCIÓN DE BOSQUE NATIVO ANTES Y DESPUÉS DEL APROVECHAMIENTO, EN MISIONES, ARGENTINA.

COMPARISON OF THE STRUCTURE AND FLORISTIC COMPOSITION OF ONE FRACTION OF NATIVE FOREST BEFORE AND AFTER HARVESTING, IN MISIONES, ARGENTINA.

Claudio Javier Dummel¹

Luis Alberto Grance²

Oscar Vebra³

Walter Vebra³

Fecha de recepción: 01/08/2011

Fecha de aceptación: 16/12/2011

1. Ingeniero Forestal. Docente. Facultad de Ciencias Forestales – UNaM. CP 3380, Bertoni N°124 Eldorado, Misiones. cdummel@yahoo.com.ar

2. Ingeniero Forestal. Docente. Facultad de Ciencias Forestales – UNaM. CP 3380, Bertoni N°124 Eldorado, Misiones. lgrance@yahoo.com.ar

3. Personal no docente. Facultad de Ciencias Forestales– UNaM. CP 3380, Bertoni N°124 Eldorado, Misiones.

SUMMARY

The study was performed in a fraction of the Atlantic Forest within Yabotí Biosphere Reserve in Misiones (Argentina). 4 ha were surveyed in the years 1993, 1995 and 2010, the exploitation treatment was done in 1994. The Tree species surveyed were those whose diameter at breast height had greater values than 10 cm. With these data; the abundance, frequency, dominance, importance value index, the index of Shannon-Wiener and the index of Jaccard and Bray Curtis were obtained , for the three measurements with the purpose of comparison. 80 species belonging to 37 families were registered, being the Fabaceae and Lauraceae the best represented. Regarding the original situation, the number of trees per hectare decreased in a 22.6% and the basal area is below this in a 28.5%. The values indicate that in order to maintain the productivity of the mass it would be necessary not only to reduce the extraction pressure and to plan them but also to apply the appropriate management techniques after harvesting.

Keys words: Exploitation, tree species, structure and floristic composition, Selva Misionera.

RESUMEN

El estudio se realizó en una fracción del Bosque Atlántico, dentro de la Reserva de Biosfera Yabotí, Misiones (Argentina). Se censaron 4 ha, en los años 1993, 1995 y 2010, el tratamiento de aprovechamiento forestal fue realizado en el año 1994. Las especies arbóreas relevadas fueron aquellas cuyo diámetro a la altura del pecho presentaban valores mayores a 10 cm. Con estos datos se obtuvo la abundancia, la frecuencia, la dominancia, índice de valor de importancia y los índices de Shannon-Wiener, Jaccard y el de Bray Curtis, para las tres mediciones a los efectos de su comparación. Se registraron 80 especies pertenecientes a 37 familias, siendo las mejores representadas las Fabaceae y Lauraceae. Respecto a la situación original, el número de árboles por hectárea disminuyó en un 22,6% y el área basal se encuentra por debajo en un 28,5%. Los valores indican que para mantener la productividad de la masa sería necesario no solo disminuir la presión de extracción y planificar las

mismas sino también aplicar a la masa las técnicas adecuadas de manejo luego del aprovechamiento.

Palabras claves: explotación forestal, especies arbóreas, estructura y composición florística, Selva Misionera.

INTRODUCCIÓN

La Provincia de Misiones posee una cobertura boscosa conocida como Selva Misionera (TORTORELLI, 2009), Selva Subtropical Oriental ó Selva Paranaense (CABRERA, 1994), Provincia Paranaense (CABRERA, 1976) o por su denominación como Ecorregión del Bosque Atlántico del Alto Paraná (DI BITTETI *et al.*, 2003).

Esta formación selvática se caracteriza por presentar una alta biodiversidad vegetal, de la cual en la actualidad para el propietario, la rentabilidad de la misma se mide en base a la producción maderera, concentrada en un grupo reducido de especies.

El uso de los productos de la selva, se inicia al principio del siglo XX, con la extracción de la yerba mate y al aprovechamiento de las maderas llamadas de ley (*Cedrela fissilis*, *Cordia trichotoma*, *Myrocarpus frondosus* y *Tabebuia heptaphylla*), a las cuales posteriormente y hasta la actualidad, se fueron incorporando nuevas especies de interés económico, tales como el *Balfourodendron riedelianum*, *Schefflera morototoni*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Apuleia leiocarpa*, *Peltophorum dubium*, *Cabralea canjerana*, *Parapiptadenia rigida*, *Ruprechtia laxiflora*, *Ocotea puberula*, entre otras.

La continua presión ejercida sobre el recurso con la corta de las especies de mayor valor comercial (entresaca selectiva) con un carácter netamente extractivista, condujo al deterioro de la estructura de la masa remanente, dejando grandes claros, compactando el suelo y facilitando la erosión (SAYDSN, 2005).

Una forma de conservar la biodiversidad general del sistema consiste en un manejo adecuado de la estructura arbórea de la masa, y de este modo, del hábitat de diversas especies.

La estructura de una masa forestal está directamente relacionada con su estabilidad frente a distintos factores bióticos y abióticos, así como con como los beneficios directos (productos) e indirectos (fijación de carbono, paisaje, protección del suelo, etc.). Por lo tanto, un adecuado conocimiento de la estructura de las masas forestales y de su dinámica es fundamental para garantizar la gestión sostenible de estos sistemas (DEL RÍO et al., 2003).

Las conclusiones obtenidas por RIEGELHAUPT y BURKART (2002) en relación a los criterios de corta establecidos por la legislación vigente (diámetros mínimos de corta y serie mínima o de Liocourt) indican, que no garantizan el uso maderero sostenible de la Selva Misionera. Para ello se sustentaron en las siguientes consideraciones: primeramente que la extracción es excesivamente intensa y no permite que el "stock" remanente se recupere en los ciclos de corta normales; a esto se suman las perturbaciones propias de la extracción, desde la compactación del suelo, el daño sobre la masa remanente, como consecuencia del volteo y arrastre de los individuos aprovechados, los cuales impactan las copas y troncos en distinto grado, llegando en algunos casos a derribarlos.

Los claros provocados en el aprovechamiento pueden ser rápidamente ocupados por especies herbáceas, trepadoras y bambúceas que impiden la regeneración, reducen la tasa de crecimiento de los árboles remanentes, como así también la sobrevivencia de los renovaless de especies de interés (BAZZAZ, 1986; CAMPANELLO et al., 2007; SAYDSN, 2005; SCHINITZER et al., 2000). Asimismo, se desconoce el número óptimo de árboles semilleros a preservar, no se tiene en cuenta la calidad de los mismos ni la distribución espacial dentro de la masa remanente para asegurar la

distribución de semillas en el área aprovechada (RIEGELHAUPT y BURKART, 2002).

Otros aspectos a tener en cuenta es cómo influye la aplicación de un criterio de corta sobre la biodiversidad y la estructura de la misma, ya que los tratamientos silvícola inciden en la dinámica de la masa, por lo tanto, es interesante estudiar cómo evoluciona la diversidad estructural, en períodos posteriores al aprovechamiento forestal, teniendo como valores de referencia la situación que presentaba antes de la intervención. Los índices de diversidad estructural también pueden servir para caracterizar como influyó el tratamiento aplicado a cada una de las parcelas permanentes.

El objetivo del presente trabajo es evaluar el comportamiento de la masa y de sus especies en el transcurso del tiempo, comparando la riqueza, diversidad y estructura de un bosque antes del aprovechamiento y en dos oportunidades luego del mismo.

La hipótesis del mismo es que la selva misionera, no recupera a mediano plazo sus características estructurales iniciales, cuando es sometido a entresaca selectiva, bajo el criterio de diámetros mínimos de corta.

MATERIALES Y METODOS

Área de Estudio

El trabajo fue realizado en parcelas de monitoreo dentro de la Reserva de Uso Múltiple Guaraní (RUMG), Provincia de Misiones, Argentina, administrada por la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones. Su posición geográfica es de 26° 56' S y 54° 15' W, posee una superficie de 5.343,64 hectáreas y forma parte de la Reserva de Biosfera de Yabotí.

Según la clasificación climática de Köppen, el predio se ubica dentro de la zona fundamental de clima húmedo, subtropical. La precipitación media anual es de 2272 mm, distribuidas en 87 días en el año. La temperatura media anual es de 20,3 °C y las temperaturas máximas y mínimas absolutas de 39 °C y -3,5 °C. (SILVA et al., 2010).

En las parcelas la topografía del terreno presenta inclinaciones suaves, la altimetría media es de 500 m.s.n.m. y el tipo de suelo se encuentra dentro del tipo 6 A (suelos pedregosos con pendientes menores al 20%).

De acuerdo a la clasificación hecha por CABRERA y WILLINK (1980), el área de estudio se sitúa en la región fitogeográfica denominada "Provincia Paranaense", Distrito de las Selvas Mixtas, comunidad climática de la selva del "Laurel y Guatambú".

El relevamiento florístico de plantas vasculares de la Reserva de Uso Multiple Guaraní (RUMG), arrojó un valor de más de 800 especies vasculares (TRESSENS et al., 2008), de las cuales

unas 114 especies pertenecen al estrato arbóreo, TRESSENS y REVILLA (1997).

Metodología

Para el presente estudio en el año 1993, se instalaron 4 parcelas permanentes de 1 ha cada una, en la cuales se aplicó un aprovechamiento selectivo. La toma de datos del estrato arbóreo se realizó en unidades de medición (UM) de 1000 m^2 ($100\text{ m} \times 10\text{ m}$). Las variables relevadas fueron especie, diámetro a la altura del pecho (DAP), estado sanitario, altura de fuste y total. En todos los casos, para el levantamiento de los datos, se siguió la metodología propuesta por MAIOCCO *et al.*, 1994.

La primera medición pre-aprovechamiento, se realizó en el año 1993, implementando el aprovechamiento forestal en el año 1994; con una extracción en promedio igual a 19 árboles/ha, lo que representó un área basal media de $6,65\text{ m}^2/\text{ha}$ (tabla 1); en esa oportunidad se aplicó la norma basada en el corte sobre un diámetro mínimo. Las mediciones posteriores al aprovechamiento se realizaron en los años 1995 y 2010.

Tabla 1 – Listado de especies aprovechadas.
Table 1 - List of aprovech species.

CODIGO*	ind/ha	m^2/ha
APULEI	0.75	0.33
BALRIE	3.50	0.81
BASDEN	0.50	0.30
CABCAN	0.25	0.05
CEDFIS	0.25	0.07
ERYFAL	1.50	0.52
LONLEU	2.00	0.54
MYRFRO	0.50	0.21
OCODIO	1.50	0.38
OCOPUB	4.75	1.37
PARRIG	3.00	1.91
RUPLAX	0.25	0.10
STYLEP	0.25	0.05
TOTAL	19.00	6.65
Ver código en tabla anexo		

Los datos fueron procesados en planillas de cálculo, se compararon variables de presencia-ausencia de las especies en las sucesivas mediciones y la abundancia a nivel de familias. Se determinaron la densidad, área basal y diámetro medio cuadrático (DMC) para la masa en los años bajo análisis.

Con el objetivo de evaluar la composición y la relación entre las especies se calculó la riqueza

específica y el índice de equidad de Shannon-Wiener, para cada año de medición. Para evaluar la similitud entre años de medición se empleó el índice de similitud cualitativo de Jaccard y el cuantitativo de Bray-Curtis (MORENO, 2001).

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) de una vía, considerando como tratamiento los años evaluados y repeticiones a las parcelas de 1 ha (4), para la densidad, área basal, riqueza y diversidad. En los casos en lo que se obtuvo diferencias significativas se aplicó el test de Tukey.

Para el análisis de la estructura horizontal se realizaron gráficas de distribuciones diamétricas para cada año de medición y se analizaron la abundancia, dominancia y frecuencia absoluta para las 20 especies con mayor índice de valor de importancia (VI) de la masa, según la metodología propuesta por BRAUN-BLANQUET (1979).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las mediciones se recolectaron datos de 80 especies pertenecientes a 37 familias (Anexo), las familias mejores representadas en cuanto a número de individuos fueron Fabaceae, la cual se encontraba caracterizada por 15 especies y Lauraceae con 4 especies, para los tres muestreros. También en menor medida se presentaron las Rutaceae, Sapindaceae y Meliaceae, las cuales estaban representadas por 4 especies cada una (Figura 1). La tendencia indica un aumento en la abundancia de Fabaceae y Meliaceae y una disminución en Lauraceae y Sapindaceae, manteniéndose constante las Rutaceae.

Estos valores son similares a los obtenidos por LÓPEZ CRISTÓBAL *et al* (1997), en 17 ha, donde encontraron 89 especies, pertenecientes a 30 familias, siendo también las más representadas las Fabaceae y Lauraceae.

Del total de especies registradas en 1993, tres de ellas; *Sebastiana commersoniana*, *Calliandra foliolosa* y *Helietta apiculata*, no se registraron, en la medición del año 1995. En esta medición aparecen como nuevos registros las especies *Schefflera morototoni* y *Jacaranda micrantha*, con valores bajos de presencia. En la medición del año 2010 vuelven a aparecer *S. commersoniana* y *C. foliolosa*, desapareciendo en esta oportunidad como registros las especies *Eugenia pyriformis*, *Myrsine coriacea* y *Fagara rhoifolia*. Las nuevas especies registradas en esta última medición fueron *Pentapanax warmingianus*, *Cordia ecalyculata*, *Sambucus australis*, *Bauhinia forficata*, *Hennecartia omphalandra*, *Eugenia involucrata*, todas ellas presentaron una baja presencia (Anexo).

En el número de especies se manifestó una tendencia de disminución post aprovechamiento, revirtiéndose dicha tendencia con un claro aumento en la medición del año 2010 (Tabla 2). Si bien el número de especies encontradas en las 4 ha es significativo, el promedio de especies analizado por

bloques de una hectárea estuvo comprendido entre 47,5 y 52, para las tres mediciones.

El índice de Shannon-Wiener presentó un aumento en los relevamientos sucesivos, indicando el incremento de las especies con una distribución más equitativa de las mismas. Esto podría traducirse como la respuesta de la masa, donde muchas de las especies más abundantes presentes inicialmente sufrieron disminuciones durante y luego de la extracción y que algunas especies menos abundantes pudieron prosperar rápidamente en los claros ocasionados, en este sentido BULFE *et al.* (2005) señala que los claros creados dentro de tratamiento de cosecha de impacto reducido favorecieron al reclutamiento de las especies. Sin embargo, en los espacios muy abiertos en la última medición se observó una alta ocupación principalmente por bambuseas, lo que estaría indicando que posiblemente este efecto fue más común en claros de menor tamaño, quedando el interrogante. OCHOA (1998) cita a varios autores que han puesto en evidencia la importancia ecológica de la formación de claros naturales dentro de la dinámica de bosques tropicales y además señala que los impactos generados por la extracción producen modificaciones microclimáticas a nivel del sotobosque activan la germinación del banco de semillas (conformado principalmente por especies

pioneras tolerantes a la luz), así como el desarrollo vegetativo de individuos latentes que representan a las especies propias de estadios sucesionales más avanzados y que aportan la mayor contribución al potencial del bosque como productor de maderas finas. Sin embargo si la apertura de claros es de gran extensión se reduce drásticamente el potencial de regeneración de los elementos arbóreos menos tolerantes a la luz (GENTRY y TERBORGH, 1990; WHITMORE, 1986).

Los datos de densidad, riqueza y diversidad si bien muestran valores diferentes marcando una disminución inicial y una recuperación en el año 2010, no muestran diferencias significativas. En tanto la comparación de la variable área basal de la masa antes de ser intervenida respecto a las mediciones sucesivas realizadas luego de las cortas, muestra diferencias significativas (Figura 2).

Respecto a los parámetros estructurales de densidad, área basal y diámetro medio cuadrático, luego de la disminución ocurrida post aprovechamiento se observó una tendencia de aumento de los valores para el año 2010 respecto a los valores del año 1995.

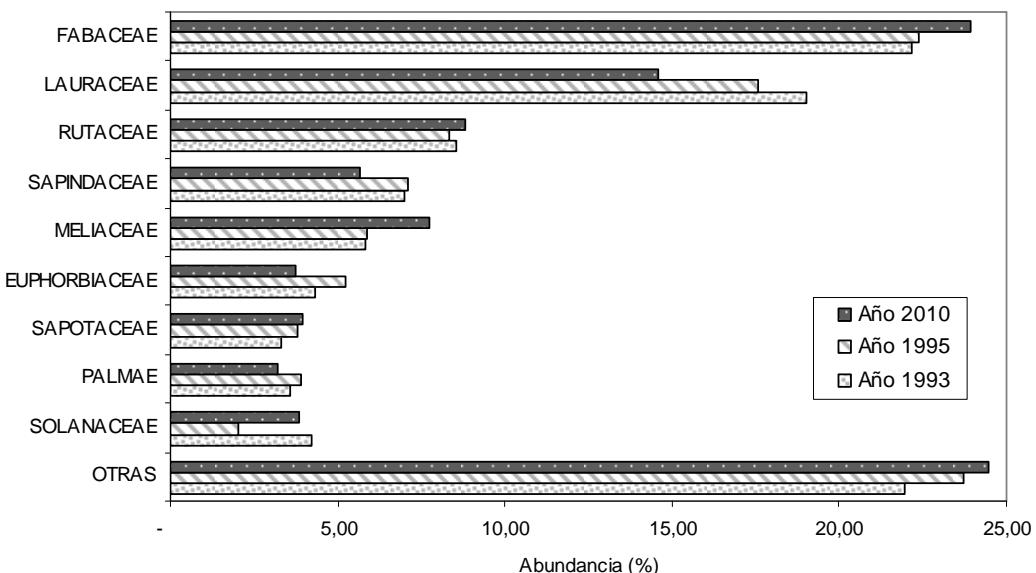


Figura 1 – Abundancia por familia botánica de la masa boscosa en los años 1993, 1995 y 2010.
Figure 1 - Abundance by botanical family in the years 1993, 1995 and 2010.

Tabla 2 – Parámetros estructurales y de riqueza de especies registradas en las distintas mediciones.
Table 2 - Structural parameters and richness of species registered in different measurements.

Característica	Año del registro de datos		
	1993	1995	2010
Nº Especies (4 ha.)	72	71	76
Nº Especies (ha.)	50,5	47,5	52
Índice de Shannon-Wiener	3,664	3,676	3,803
Densidad (ind. /ha)	301	225	233
Área Basal (m ² /ha)	27,44	16,66	19,62
Diámetro medio cuadrático (cm)	34,08	30,74	30,83

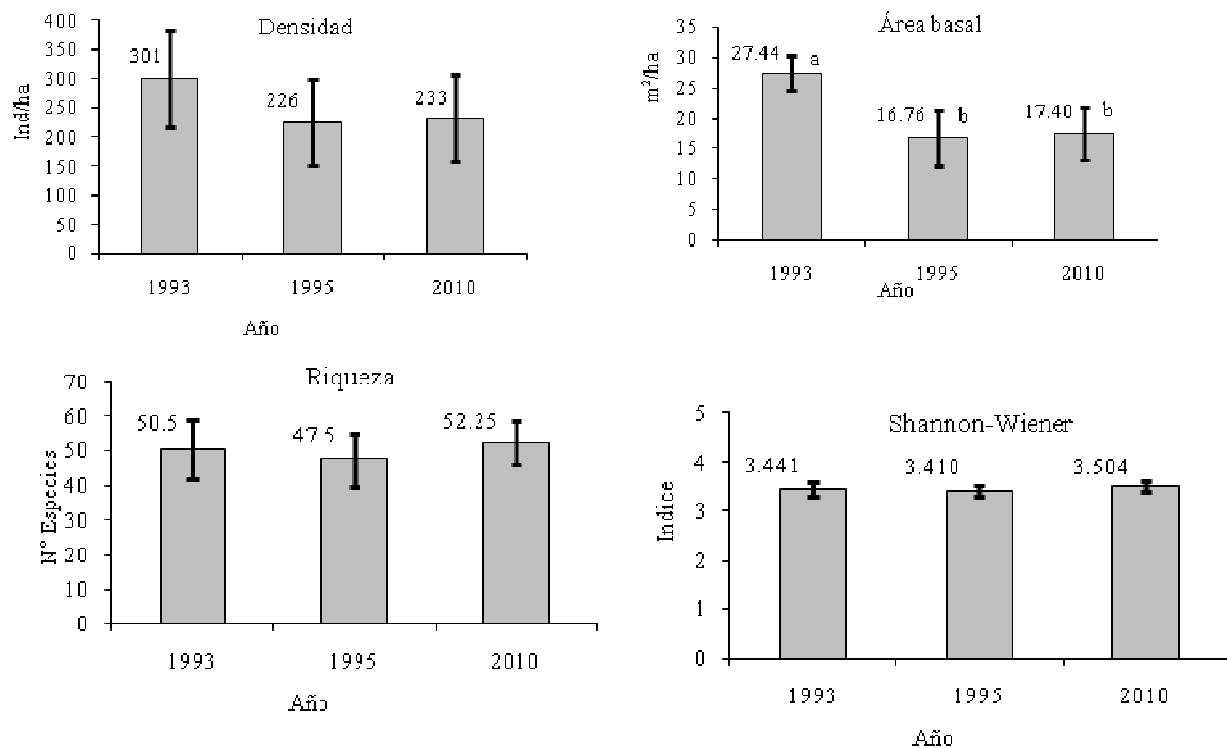


Figura 2 – Densidad, área basal, riqueza y diversidad promedios para las parcelas y sus años de medición. En columnas los valores promedio de los tratamientos. Las barras representan el error típico. Letras diferentes indican diferencias significativas (Tukey, P < 0,05).

Figure 2 – Density, basal area, richness and diversity averages for the plots and years of measurement. Columns represent mean values and the bars represent the standard error. Different letters indicate significant differences (Tukey, P < 0,05).

Los parámetros estructurales de la masa indican que si bien hay una respuesta positiva con el transcurso de los años, los mismos distan bastante de los valores originales. Los resultados indican que la densidad y el área basal se encuentra por debajo en un 22,6% y un 28,5% respectivamente en comparación con sus valores iniciales. En base a la evolución del área basal y esperando que el mismo mantenga el comportamiento, los turnos para recuperar el valor inicial serían superiores a 50 años, en concordancia con las conclusiones de RIEGELHAUPT y BURKART (2002) que indican que la técnicas de diámetro mínimos son excesivamente intensas para establecer ciclos de corta de 20 ó 30 años, el cual señalan como habitual en Misiones. Los mismos autores y RIEGELHAUPT *et al.* (2009) concluyen que las tasas de crecimiento de la Selva Misionera pueden ser duplicados con intervenciones adecuadas, como el raleo y la limpieza del sotobosque y que estas intervenciones benefician más a las especies de mejor calidad maderera y mayor precio en el mercado. Además con el corte de lianas y la remoción de bambúseas CAMPANELLO (2004) observó en la regeneración un mayor crecimiento y una mayor abundancia en todas las clases de tamaño de los renovales. Otros estudios indican que aplicando técnicas de limpieza del sotobosque se provocó un aumento significativo en la cantidad de especies, en la frecuencia de renuevos y una mejora de la abundancia de especies de interés comercial presentes en regeneración (BULFE *et al.*, 2003). Esto permitiría que con las técnicas adecuadas la masa remanente pueda ser recuperada en períodos relativamente más cortos.

Aunque muchos tratamientos silviculturales, en los bosques húmedos tropicales, tienen como objetivo cambiar la estructura del bosque en el rodal residual, para aumentar la intensidad de luz (DE GRAAF *et al.*, 1999), debido a que es el factor más limitante para el crecimiento de árboles (WHITMORE, 1996), un tratamiento de este tipo a nivel de todo el bosque es solamente recomendable si todas las especies de interés tienen el potencial de responder al mismo vigorosamente (POORTER *et al.*, 2001). Sin embargo, es muy probable que las especies tengan diferentes patrones de crecimiento, según el tamaño del árbol y la intensidad de luz (CLARK y CLARK, 1999; GOURLET-FLEURIE y HOULLIER, 2000). Entonces, si consideramos que en bosques subtropicales las distintas especies arbóreas poseen distintos requerimientos es promisorio evaluar técnicas liberación y reconducción de renovales para evaluar las respuestas de especies de interés a este tipo de tratamiento silvícola, esta consideración ya fue expresada por BULFE *et al.* (2003) al expresar que la conducción de regeneración natural en fajas de enriquecimiento parece viable.

Comparando los análisis de similitud, los valores obtenidos con el índice de Jaccard indican

una mayor similitud entre las mediciones de los años 1993 y 1995; difiriendo con el valor obtenido en el 2010, como consecuencia del registro de nuevas especies. En cambio el índice de Bray Curtis, indica una mayor similitud entre las situaciones 1995 y 2010, lo que estaría reflejando que los cambios de especies y la representatividad de las mismas en la masa fueron mayores al año del aprovechamiento (Tabla 3).

Tabla 3 –Valores de similitud para los distintos años de medición.

Table 3-Values of similarity for different years of measurement.

Año de registro de datos	Jaccard		Bray curtis	
	1993	1995	1993	1995
1995	0,933	1	0,853	1
2010	0,838	0,866	0,807	0,888

El análisis de la distribución diamétrica presenta la típica distribución en "J" invertida (Figura 3), para las tres mediciones, en ella se observa una importante disminución respecto a la situación inicial (antes del aprovechamiento).

Transcurrido 16 años no se observa una recuperación en ninguna de las clases con respecto a los valores iniciales, si se observa que hay clases que se recuperan más que otras. También se destaca una importante disminución de individuos en la clase de diámetros menores y que conforman el potencial de regeneración del bosque, en concordancia con lo expresado por GENTRY y TERBORGH, (1990); HUTCHINSON, (1987); JOHNS, (1986) y RIVERO *et al.* (2001), como consecuencia del aprovechamiento lo cual posiblemente estaría relacionado a los daños ocasionados en el apeo y arrastre. En este sentido, MAC DONAGH *et al.* (2003) señalaron que 62% de los árboles muertos luego del primer año de aprovechamiento tuvieron más del 50% de la copa dañada, mientras que los restantes tuvieron daños menores de copa o fuste. Con la aplicación de técnicas de mínimo impacto se produciría un cambio menor en la estructura remanente comparándolas a las técnicas convencionales aplicadas, lo que se corresponde con la menor disminución del área basal y del número de individuos afectados (LÓPEZ CRISTÓBAL *et al.*, 2001; MAC DONAGH *et al.*, 2003). Sumado a esto si se tienen en cuenta en el aprovechamiento los criterios de entresaca selectivos por espaciamiento uniforme se aplicaría intensidades de corta según las características de la masa a ser intervenida, esto garantizaría que la extracción no se centre en zonas específicas y que persistan semilleros distribuidos en todo el rodal, otra ventaja es que al agregarle este criterio en la masa disminuiría la intensidad de corta en la masa remanente (GRANCE y MAIOCCO, 1993).

En general las especies cuyo DAP superan los 40 cm, tienen una mayor cantidad de individuos en las clases diamétricas menores a este, los casos que no presentan este comportamiento son las especies *Parapiptadenia rigida*, *Patagonula americana* y *Ocotea puberula*, en las cuales la mayoría de los individuos se encuentran en las clases de DAP mayores a 40 cm. Esto nos estaría indicando la necesidad de conocer la masa a ser intervenida para no generar una extracción excesiva en algunas especies en la cual no puedan asegurar la provisión de semillas en el futuro.

Analizando las 20 especies más importante para el área bajo estudio (tabla 4), respecto a la abundancia, se observó que las especies que presentaron mayores valores en las mediciones fueron: *Ocotea diospyrifolia*, *Lonchocarpus leucanthus*, *Nectandra megapotamica* y *Balfourodendron riedelianum*. Muchas de las especies que presentaron una alta disminución inicial fueron las comerciales extraídas durante el aprovechamiento como ser: *Ocotea puberula*, *Balfourodendron riedelianum*, *Parapiptadenia rigida* y *Lonchocarpus leucanthus* (Tabla 1).

En general el aprovechamiento produjo una disminución de la abundancia en todas las especies, lo que se refleja al año 1995, esta disminución continuó en menor proporción hasta el año 2010 para la mayoría de las especies, resultando las más afectadas *Ocotea diospyrifolia*, *Lonchocarpus leucanthus* y *Nectandra megapotamica*. Por otra parte, en la medición 2010 algunas especies mostraron un aumento en el número de individuos, llegando inclusive a superar a los encontrados en la situación inicial, como es el caso de *Bastardiopsis densiflora* y *Cedrela fissilis*.

También se observa que la mayor disminución de individuos y área basal está relacionada en la mayoría de los casos a la extracción selectiva e

intensiva que sufrieron algunas especies como: *Parapiptadenia rigida*, *Ocotea puberula*, *Lonchocarpus leucanthus* y *Balfourodendron riedelianum* (Tabla 1 y Tabla 4).

En cuanto a la dominancia las especies que presentaron mayores valores fueron: *Ocotea diospyrifolia*, *Parapiptadenia rigida*, *Lonchocarpus leucanthus*, *Nectandra megapotamica*, *Balfourodendron riedelianum* y *Luehea divaricata*, en este caso la especie *Parapiptadenia rigida* presento una disminución importante con respecto a su situación inicial.

Para el caso de la frecuencia de las especies las que presentaron mayores valores fueron: *Ocotea diospyrifolia*, *Lonchocarpus leucanthus*, *Balfourodendron riedelianum* y *Nectandra megapotamica*.

Las especies que más disminuyeron su frecuencia son: *Cestrum laevigatum*, *Ocotea puberula*, *Parapiptadenia rigida*, *Nectandra lanceolada*, *Sygarus romanoffiana* y *Lonchocarpus leucanthus*, en cambio las que aumentaron las misma son *Bastardiopsis densiflora* y *Cedrela fissilis*.

En cuanto al índice de valor de importancia (IVI), las especies con mayor peso fueron: *Ocotea diospyrifolia*, *Lonchocarpus leucanthus*, *Nectandra megapotamica*, *Parapiptadenia rigida*, *Balfourodendron riedelianum* y *Ocotea puberula*. Las especies que sufrieron una disminución mayor en el IVI fueron: *Ocotea puberula*, *Parapiptadenia rigida*, *Cestrum laevigatum*, *Ocotea diospyrifolia* y *Nectandra lanceolada*. En cambio, algunas especies tuvieron un aumento en los mismos, como *Cedrela fissilis*, *Bastardiopsis densiflora* y *Holocalyx balansae* (Tabla 4).

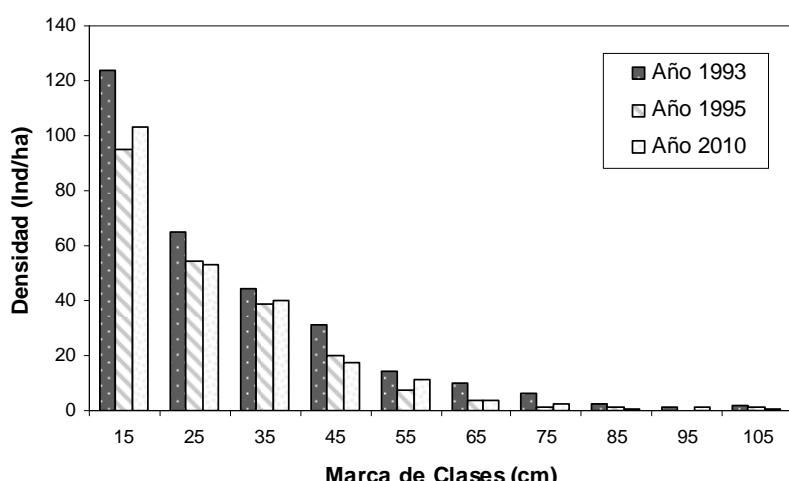


Figura 3 – Distribución diamétrica de la masa boscosa en los años 1993, 1995 y 2010.
Figure 3 - Diameter distribution of forest in the years 1993, 1995 and 2010.

Tabla 5 – Abundancia, dominancia, frecuencia y índice de valor de importancia de las 20 especies más importantes de la formación vegetal en estudio

Table 5 - Abundance, dominance, frequency and importance value index of the 20 most important species of the vegetation type studied

CODIGO*	AA			DA			FA			IVI		
	1993	1995	2010	1993	1995	2010	1993	1995	2010	1993	1995	2010
OCODIO	27,25	18,50	16,50	3,47	2,07	2,00	1,19	1,09	1,13	27,11	26,64	24,34
LONLEU	26,25	20,75	18,25	2,29	1,60	1,46	1,13	1,03	0,94	22,19	24,46	21,03
NECMEG	18,00	16,25	14,00	1,99	1,78	1,14	0,91	0,94	0,91	17,36	23,04	17,21
BALRIE	19,50	15,25	15,50	1,73	0,82	0,92	1,00	1,00	1,00	17,34	17,19	17,07
PARRIG	7,50	3,75	4,00	2,93	0,95	1,04	0,72	0,44	0,44	16,45	9,76	9,92
DIASOR	11,75	8,50	7,25	1,13	0,79	0,68	0,66	0,59	0,56	11,03	11,79	9,91
LUEDIV	5,00	4,00	4,00	1,19	1,11	1,11	0,44	0,41	0,34	8,01	10,63	9,86
MACMIN	8,50	6,25	6,50	0,67	0,56	0,66	0,63	0,53	0,59	8,11	9,04	9,64
SYGROM	10,75	8,75	7,50	0,34	0,30	0,23	0,75	0,66	0,56	8,25	9,25	7,46
HOLBAL	5,00	5,00	4,75	0,51	0,56	0,67	0,47	0,47	0,50	5,65	8,16	8,47
PATAME	3,00	2,50	2,50	1,07	0,86	0,84	0,31	0,28	0,25	6,31	7,80	7,20
CEDFIS	5,00	3,75	7,75	0,37	0,30	0,54	0,50	0,41	0,66	5,27	5,66	9,82
ERYFAL	5,75	4,25	5,25	0,70	0,20	0,58	0,50	0,41	0,53	6,74	5,31	8,33
SEBBRA	8,50	7,75	6,50	0,16	0,15	0,13	0,56	0,59	0,47	5,98	7,62	5,92
CESLAE	9,25	2,75	5,75	0,41	0,12	0,09	0,78	0,28	0,44	8,14	3,50	5,25
TRICLA	8,00	7,25	7,25	0,16	0,13	0,20	0,38	0,34	0,31	4,96	5,87	5,89
NECLAN	4,75	3,00	2,50	0,68	0,37	0,30	0,47	0,34	0,25	6,19	5,44	4,06
CHRMAR	5,25	4,75	5,00	0,23	0,19	0,23	0,38	0,41	0,47	4,29	5,46	5,88
OCOPUB	7,25	1,75	1,00	1,67	0,22	0,11	0,38	0,13	0,09	10,21	2,78	1,57
BASDEN	2,25	2,00	6,00	0,41	0,15	0,50	0,25	0,22	0,44	3,37	3,01	7,68
OTRAS	102,25	77,75	85,25	5,34	3,42	3,97	9,56	7,78	8,56	97,05	97,59	103,48
TOTAL	300,75	224,50	233,00	27,44	16,66	17,40	21,94	18,34	19,44	300,00	300,00	300,00

* Ver códigos de especie en el anexo

AA: Abundancia absoluta (individuos/hectáreas)

DA: Dominancia absoluta (metros cuadrados de área basal/ hectáreas)

FA: Frecuencia absoluta (Números de UM en que está presente la especie/ Número total de UM)

IVI: Índice de Valor de Importancia (Abundancia relativa + Dominancia relativa + Frecuencia relativa)

En cuanto al índice de valor de importancia (IVI), las especies con mayor peso fueron: *Ocotea diospyrifolia*, *Lonchocarpus leucanthus*, *Nectandra megapotamica*, *Parapiptadenia rigida*, *Balfourodendron riedelianum* y *Ocotea puberula*. Las especies que sufrieron una disminución mayor en el IVI fueron: *Ocotea puberula*, *Parapiptadenia rigida*, *Cestrum laevigatum*, *Ocotea diospyrifolia* y *Nectandra lanceolada*. En cambio, algunas especies tuvieron un aumento en los mismos, como *Cedrela fissilis*, *Bastardiopsis densiflora* y *Holocalyx balansae* (Tabla 4).

En el área de estudio las especies que son de interés comercial, en general son las que presentan mayores disminuciones en su estatus de importancia, debido a la presión de cosecha (Tabla 1 y Tabla 4), estas y otras especies también podrían verse afectadas debido a sus necesidades de microclima u otra característica que las afectan. En cambio hay especies que se ven favorecidas por estas aperturas de dosel y pasaron a formar parte rápidamente del mismo, aumentando incluso el número de individuos y el área basal con respecto a su situación inicial, como en el caso de *Cedrela fissilis* y *Bastardiopsis densiflora*; BULFE et al. (2010) citaron a la primera como de climax exigente en luz y a la segunda como una especie pionera.

CONCLUSIONES

Si bien se observan diferencias entre las mediciones se destaca como significativa en las comparaciones de área basal, no siendo así el caso para densidad, riqueza y diversidad.

En general se observó una respuesta negativa en la mayoría de las especies de mayor importancia, aunque en líneas generales mantuvieron su jerarquía en la masa, en cambio hay un grupo de especies que mostraron una respuesta que indica se ven favorecidas por disturbios ocasionados.

En la planificación del aprovechamiento se debería evitar que la presión de la misma afecte excesivamente a determinadas especies y no asegure la distribución de ejemplares semilleros.

Los fuertes disturbios ocasionados debidos al aprovechamiento forestal aplicando normas de diámetro mínimo impedirían una recuperación de la masa en períodos de mediano plazo, esto se ve reflejado en los datos para las parcelas bajo estudio que demuestran que la recuperación sin manejo luego de la extracción es positiva pero con valores bajos.

Para mantener la productividad de la masa sería necesario no solo disminuir la presión de extracción y planificar las mismas, sino también aplicar a la masa las técnicas adecuadas de aprovechamiento y de manejo luego del mismo, como lo son técnicas estudiadas en la zona de corte de lianas y remoción de bambúseas y se necesitan estudios sobre otro tipos de tratamientos posibles

como ser el de liberación y reconducción de renovales.

AGRADECIMIENTOS

A la Secretaría de Ciencia, Técnica y Posgrado perteneciente a la Facultad de Ciencias Forestales – Universidad Nacional de Misiones por el financiamiento para realizar las mediciones del presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- BRAUN-BLANQUET, J. 1979. "Fitosociología: bases para el estudio de las comunidades vegetales". H. Blume Ediciones. Madrid. Pp. 820.
- BAZZAZ, F. (1986): Regeneration of tropical forests: physiological responses of fast growing trees. Mimeografiado. International Workshop on Tropical Rain Forest Regeneration and Management. Guri, Venezuela. 22 pp.
- BULFE, N.; Galvão, F.; Figueiredo Filho, A; Mac Donagh, P. 2010. Dinámica de claros artificiales en los claros artificiales en Misiones, noreste de Argentina. Pesquisa Floresta Brasileira. V. 30. n. 64, Pp. 311-318.
- BULFE, N.; Vera, N.; Maiocco, D. 2003. Efectos de las limpiezas del sotobosque en fajas sobre la regeneración natural de especies nativas en un bosque degradado en Misiones. 10^{as} Jornadas Técnicas Forestales. Misiones, Argentina. Pp. 6.
- BULFE, N.; Rivero, L.; Nuñez, P.; Mac Donagh, P.; Toma, T. 2005. Evolución de la masa boscosa establecida en los claros de corta en un bosque subtropical, en Misiones, Argentina. 11^{as} Jornadas Técnicas Forestales. Misiones, Argentina. Pp. 6.
- CABRERA, A. 1976. Regiones Fitogeográficas de la Argentina. Enciclopedia Argentina de agricultura y agronomía. ACME S.A.C.I. Argentina. Tomo 2. Pp. 85.
- CABRERA, A. 1994. Regiones Fitogeográficas argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. ACME S.A.C.I. Argentina. Tomo 1. Fascículo 1. Pp. 85.
- CABRERA, A.; Willink, A. 1980. Biogeografía de América Latina. OEA. Washington. (Monografía, 13). Pp. 122.
- CAMPANELLO, P. 2004. Diversidad, crecimiento y fisiología de árboles en la Selva Misionera: efectos de los cambios en la estructura y funcionamiento del ecosistema producidos por la invasión de lianas y bambúseas. Tesis Doctoral. Laboratorio de Ecología Funcional. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. Argentina. Pp. 165.
- CAMPANELLO, P.; Garibaldi, J.; Gatti, G.; Goldstein, G. 2007. Lianas in a subtropical Atlantic Forest: Host preference and tree growth. Lianas in a subtropical Atlantic Forest: Host

- preference and tree growth. *Forest Ecology and Management*. Pp. 250-259.
- CLARK, A. y Clark B. 1999. Assessing the growth of tropical rain forest trees: issues for forest modelling and management. *Ecological Applications* 9. Pp. 981-997.
- DE GRAAF, N.; Poels, R. Van Rompaey, R. 1999. Effect of silvicultural treatment on growth and mortality of rainforest in Surinam, over long periods. *Forest Ecology and Management* 124. Pp. 123-135.
- DEL RÍO, M., Montes, F., Cañellas, I. y G. Montero. 2003. Revisión: Índices de diversidad estructural en masas forestales. *Invest. Agrar. Sist. Recur. For.* 12 (1):159-176.
- DI BITETTI, M.; Placci, G.; e Dietz, L. 2003. Una Visión de Biodiversidad para la Ecorregión del Bosque Atlántico del Alto Paraná: Diseño de un Paisaje para la Conservación de la Biodiversidad y prioridades para las acciones de conservación. World Wildlife Fund. Washington, D.C. Pp. 154.
- JOHNS, A. 1986. Effects of habitat disturbance on rainforest wildlife in Brazilian Amazonia. Reporte final (mimeografiado). WWF. Washington, D. C. Pp. 111.
- GENTRY, A. y Terborgh, J. (1990): Composition and dynamics of the Cocha Cashu "Mature" floodplain forest. en Four Neotropical Rainforests (A. H. Gentry, ed.). Yale Univ. Press. New Haven y Londres. Pp. 542-564
- GORGET-FLEURIE, S. y Houllier F. 2000. Modelling diameter increment in lowland evergreen rain forest in French Guyana. *Forest Ecology and Management* 13. Pp. 269-289.
- GRANCE, L.; Maiocco, D. 1993. Comparación de dos criterios de entresaca, en el Bosque Subtropical Misionero. Actas: VII Jornadas Técnicas: Ecosistemas forestales Nativos: uso, manejo y conservación. Pp: 284-299.
- HUTCHINSON, I. 1987. The management of humid tropical forests to produce wood. , en Management of the Forests of Tropical America (J. C. Figueroa, F. A. Wadsworth y S. Branham, eds.). U.S.D.A. Forest Service y Univ. Puerto Rico. Washington, D. C. Pp. 121-156.
- LÓPEZ CRISTÓBAL, L; Gauto, O; Vera, N. 2001. Impacto del aprovechamiento forestal sobre la estructura de un bosque de la Reserva Forestal Guaraní. 9^{as} Jornadas Técnicas Forestales. Misiones, Argentina. Pp. 6.
- LÓPEZ CRISTÓBAL, L.; Grance, L.; Maiocco, D.; Eibl, B. 1997. Estructura composición Florística del Bosque Nativo, en el predio de Guaraní. *Revista Yvyraretá* 7. Pp. 30-36.
- MAC DONAGH, P.; Rivero, L.; Garibaldi, J.; Bulfe, N.; Toma, T. 2003. Comparación de daños, mortalidad y reclutamiento entre dos sistemas de aprovechamiento en Misiones, Argentina. Decimas Jornadas Técnicas, Forestales y Ambientales. INTA-FCF. Argentina. Pp. 5.
- MAIOCCO, D.; Grance, L.; Gauto, O.; Otazu, H. 1994. Metodología para la instalación y medición de parcelas permanentes en el estudio de la dinámica productiva del bosque subtropical misionero (primeros resultados). *Revista Yvyraretá* 5. Pp. 77-83.
- MORENO, C. 2001. Métodos para medir biodiversidad. Manuales & Tesis. CYTED, ORCYT/UNESCO & SEA. Zaragoza. Pp. 84.
- OCHOA, J. 1998. Análisis preliminar de los efectos del aprovechamiento de madera sobre la composición y estructura de los bosque en la Guayana Venezolana. *Interciencia*, 23 (4). Pp. 197-207
- POORTER, L.; Boot, R.; Hayashida-Oliver, Y.; Leigue-Gomez, J.; Peña-Claros, M.; Zuidema, P. 2001. Dinámica de especies arbóreas en un bosque húmedo tropical en el norte de la amazonía boliviana. En: "Regeneración y Silvicultura de Bosques Tropicales en Bolivia". Pp. 53 – 74.
- RIEGELHAUPT, E.y Burkart, R. 2002. El uso maderero sustentable de la Selva Misionera. "La Selva Misionera: Opciones para su conservación y uso sostenible." PPC/FRATERNA. Buenos Aires. Pp. 73-90.
- RIEGELHAUPT, E.; Baccalini, P.; Arias Cachilo, T.; Mora Ardila, F.; Burkart, R. 2009. Proyecto: Ensayo de Técnicas simples de Manejo para el aumento de la productividad maderera y conservación de la biodiversidad en la Selva Misionera. "Parque Nacional Iguazú: Conservación y desarrollo en la Selva Paranaense de Argentina". Administración de parques Nacionales. Buenos Aires. Pp. 147-164.
- RIVERO, L.; Garibaldi, J.; Mac Donagh, P. 2001. Impacto del aprovechamiento forestal sobre la estructura de un bosque de la Reserva Forestal Guaraní. 9^{as} Jornadas Técnicas Forestales. Misiones, Argentina. Pp. 5.
- SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE (SAyDSN). 2005. Primer inventario Nacional de Bosques Nativos. Informe Nacional. Proyecto Bosques Nativos y Áreas Protegidas BIRF 4085-AR 1998-2005. Argentina. Pp. 126.
- SCHNITZER, S.; Dalling, J.; Carson, W. 2000. The impact of lianas on tree regeneration in tropical forest canopy gaps: evidence for an alternative pathway of gap-phase regeneration. *Journal of Ecology*. 88 Pp. 655-666.
- SILVA, F.; Eibl, B.; Bobadilla, E.; Winck, R. 2010. Registros meteorológicos en la Reserva Guaraní, Misiones, Argentina. *Revista Yvyraretá*. N° 16. Pp. 48-55.
- TORTORELLI, L. 2009. Maderas y Bosques Argentinos. Orientación Gráfica Editorial SRL. Buenos Aires. Segunda Edición. Pp. 1111.
- TRESSENS, S.; Keller, H. y Revilla, V. 2008. Las plantas vasculares de la Reserva de Uso Múltiple

- Guaraní, Misiones (Argentina). Boletín Sociedad Argentina Botánica. 43 (3-4). Pp. 273 – 293.
- TRESSENS, S.; Revilla, V. 1.997. Riqueza florística de un bosque nativo de 5000 has conducido racionalmente en la provincia de Misiones. II Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Bosque nativo y protección ambiental. Anales. Misiones. Pp. 7.
- WHITMORE, T. 1986. Tropical rain forest dynamics and its implications for management.
- Mimeografiado. International Workshop on Tropical Rain Forest Regeneration and Management. Guri, Venezuela. Pp. 22.
- WHITMORE, T. 1996. A review of some aspects of tropical rainforest seedling ecology with suggestions for further enquiry. En: Swaine, M.D. (Ed.). The Ecology of Tropical Forest Tree Seedlings. Man and the Biosphere Series 17, UNESCO, Paris, Pp. 3-39.

Anexo. Listado de especies, con código y año de registro.

Annex. List of species, code and year of registration.

CODIGO	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE VULGAR	Año 1993	Año 1995	Año 2010
ACHPRA	ACHATOCARPACEAE	<i>Achatocarpus praecox</i> f. <i>obovatus</i> (Schinz & Autran) Hauman	Quiebra machado	X	X	X
ACTCON	EUPHORBIACEAE	<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll. Arg.	Larangeira	X	X	X
ALBNIO	FABACEAE	<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	Anchico blanco	X	X	X
ALLEDU	SAPINDACEAE	<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Radlk.	Cocú	X	X	X
APULEI	FABACEAE	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	Grapia	X	X	X
ASPAUS	APOCYNACEAE	<i>Aspidosperma australe</i> Müll. Arg.	Guatambú amarillo	X	X	X
ATEGLA	FABACEAE	<i>Ateleia glazioviana</i> Baill.	Timbo de campo	X	X	X
BALRIE	RUTACEAE	<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	Guatambú blanco	X	X	X
BANTOM	FLACOURTIACEAE	<i>Banara tomentosa</i> Clos	Guazatumba hoja grande	X	X	X
BASDEN	MALVACEAE	<i>Bastardiodipsis densiflora</i> (Hook. & Arn.) Hassl.	Loro blanco	X	X	X
BAUFOR	FABACEAE	<i>Bauhinia forficata</i> Link subsp. <i>pruinosa</i> (Vogel) Fortunato & Wunderlin	Pata de buey			X
CABCAN	MELIACEAE	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Cancharana	X	X	X
CALFOL	FABACEAE	<i>Calliandra foliolosa</i> Benth.	Niño azote	X		X
CAMGUA	MYRTACEAE	<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg	Sietecapote	X	X	X
CAMXAN	MYRTACEAE	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	Guabira	X	X	X
CASDEC	FLACOURTIACEAE	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Guazatumba hoja chica	X	X	X
CASSYL	FLACOURTIACEAE	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Burro caá	X	X	X
CEDFIS	MELIACEAE	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro misionero	X	X	X
CELIGU	CELTIDACEAE	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	Tala	X	X	X
CESLAE	SOLANACEAE	<i>Cestrum laevigatum</i> Schltl.	Palo capuera	X	X	X
CHRGON	SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler) Engl.	Aguai	X	X	X

CODIGO	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE VULGAR	Año 1993	Año 1995	Año 2010
CHRMAR	SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	Vasuriña	X	X	X
CITPAN	ICACINACEAE	<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A. Howard	Pasto de anta	X	X	X
CORECA	BORAGINACEAE	<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	Colita			X
CORTRI	BORAGINACEAE	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Peteribi	X	X	X
CUPVER	SAPINDACEAE	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Camboata colorado	X	X	X
DIASOR	SAPINDACEAE	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	María preta	X	X	X
ERYFAL	FABACEAE	<i>Erythrina falcata</i> Benth.	Ceibo	X	X	X
EUGINV	MYRTACEAE	<i>Eugenia involucrata</i> DC.	Cerella			X
EUGPIR	MYRTACEAE	<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess. var. <i>pyriformis</i>	Ibuajay	X	X	
EUGRAM	MYRTACEAE	<i>Eugenia ramboi</i> D. Legrand	Eugenia	X	X	X
FAGRHO	RUTACEAE	<i>Fagara rhoifolia</i> (Lam.) Engl.	Mamica de candela	X	X	
GLEAMO	FABACEAE	<i>Gleditsia amorphoides</i> (Griseb.) Taub. var. <i>amorphoides</i>	Espina corona	X	X	X
HELAPI	RUTACEAE	<i>Helietta apiculata</i> Benth.	Canela de venado	X		
HENOMP	MONIMIACEAE	<i>Hennecartia omphalandra</i> J. Poiss.	Nandipa'ra			X
HOLBAL	FABACEAE	<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	Alecrín	X	X	X
ILEBRE	AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	Caona	X	X	X
ILEPAR	AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	Yerba mate	X	X	X
INGVER	FABACEAE	<i>Inga verna</i> Willd. subsp. <i>affinis</i> (DC.) T.D. Penn.	Inga guazú	X	X	X
JACMIC	BIGNONIACEAE	<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	Caroba		X	X
JACSPI	CARICACEAE	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC.	Yacaratia	X	X	X
LONLEU	FABACEAE	<i>Lonchocarpus leucanthus</i> Burkart	Rabo ita	X	X	X
LONMUE	FABACEAE	<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassl.	Rabo molle	X	X	X
LUEDIV	TILIACEAE	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Sota caballo	X	X	X
MACMIN	FABACEAE	<i>Machaerium minutiflorum</i> Tul.	Ysapu'ý moroti	X	X	X
MACPAR	FABACEAE	<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	Ysapu'ý guazú	X	X	X
MATELE	SAPINDACEAE	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Camboata blanco	X	X	X
MYRBAL	MYRSINACEAE	<i>Myrsine balansae</i> (Mez) Otegui	Canelón	X	X	X
MYRCOR	MYRSINACEAE	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	Canelon resinoso	X	X	
MYRFRO	FABACEAE	<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	Incienso	X	X	X
NECLAN	LAURACEAE	<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	Laurel amarillo	X	X	X
NECMEG	LAURACEAE	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Laurel negro	X	X	X
OCODIO	LAURACEAE	<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	Laurel aju'ý	X	X	X
OCOPUB	LAURACEAE	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Laurel guaíca	X	X	X

CODIGO	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE VULGAR	Año 1993	Año 1995	Año 2010
PARRIG	FABACEAE	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Anchico colorado	X	X	X
PATAME	BORAGINACEAE	<i>Patagonula americana</i> L.	Guayubira	X	X	X
PENWAR	ARALIACEAE	<i>Pentapanax warmingianus</i> (Marchal) Harms	Sabuguero			X
PHYDIO	PHYTOLACCACEAE	<i>Phytolacca dioica</i> L.	Ombú	X	X	X
PICCRE	SIMAROUBACEAE	<i>Picrasma crenata</i> (Vell.) Engl.	Palo amargo	X	X	X
PILPEN	RUTACEAE	<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem.	Jaborandi	X	X	X
PISZAP	NYCTAGINACEAE	<i>Pisonia zapallo</i> Griseb. var. <i>zapallo</i>	Ombu`ra	X	X	X
PRUBRA	ROSACEAE	<i>Prunus brasiliensis</i> (Cham. & Schltdl.) D. Dietr.	Persigüero	X	X	X
RANARM	RUBIACEAE	<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	Palo cruz	X	X	X
ROLSAL	ANNONACEAE	<i>Rollinia salicifolia</i> Schltdl.	Araticú	X	X	X
RUDPAR	RUBIACEAE	<i>Rudgea parquiodes</i> (Cham.) Müll. Arg.	jazmin`ra	X	X	X
RUPLAX	POLYGONACEAE	<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	Marmelero	X	X	X
SAMAUS	CAPRIFOLIACEAE	<i>Sambucus australis</i> Cham. & Schltdl.	Sauco			X
SAPGLA	EUPHORBIACEAE	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Lecheron	X	X	X
SCHMOR	ARALIACEAE	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyermark & Frodin	Cacheta		X	X
SEBBRA	EUPHORBIACEAE	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	Lechero	X	X	X
SEBCOM	EUPHORBIACEAE	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & B.J. Downs	Blanquillo	X		X
SEISPE	BOMBACACEAE	<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil, Juss & Cambess) Ravenna	Samohú	X	X	X
SOLGRA	SOLANACEAE	<i>Solanum granulosum-leprosum</i> Dunal	Fumo bravo	X	X	X
SORBON	MORACEAE	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lanj. & Wess. Boer	Ñandipa	X	X	X
STRYBRA	LOGANIACEAE	<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	Espolon de gallo	X	X	X
STYLEP	STYRACACEAE	<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	Carne de vaca	X	X	X
SYGROM	PALMAE	<i>Sygarus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Pindo	X	X	X
TRICAT	MELIACEAE	<i>Trichilia catigua</i> A. Juss.	Catiguá colorado	X	X	X
TRICLA	MELIACEAE	<i>Trichilia clausenii</i> C. DC.	Catiguá	X	X	X
VITMEG	VERBENACEAE	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenk	Taruma	X	X	X

COMUNICACIÓN

CRECIMIENTO INICIAL DE *Pinus taeda* L. EN SUELO PEDREGOSO DE LA PROVINCIA DE MISIONES, EN RESPUESTA A LA FERTILIZACIÓN CON P Y N.

***Pinus taeda* L. INITIAL GROWTH IN RESPONSE TO N AND P FERTILIZATION, ON A STONY SOIL OF MISIONES PROVINCE.**

Laura Faustino¹
Nardia Bulfe²
Martín Pinazo³
Juan Goya⁴
Rodolfo Martiarena⁵
Otto Knebel⁶
Corina Graciano⁷

Fecha de recepción: 24/02/2011

Fecha de aceptación: 19/09/2011

1. Ingeniera Forestal. Becaria de postgrado CONICET. Instituto de Fisiología Vegetal (INFIVE), CONICET - UNLP. CC 327, CP 1900 - La Plata, Argentina. laurafaustino@agro.unlp.edu.ar
2. Ingeniera Forestal. Becaria de posgrado. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Av. El Libertador 2472, CP 3384 - Misiones, Argentina. nbulfe@montecarlo.inta.gov.ar
3. Ing. Forestal. Msc. Silvicultura en Trópico y Subtrópico. Investigador. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Av. El Libertador 2472, CP 3384 - Misiones, Argentina. mpinazo@montecarlo.inta.gov.ar
4. Ingeniero Forestal. Profesor Titular Curso de Silvicultura, Profesor Adjunto Curso Ordenación Forestal, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. jgoya@agro.unlp.edu.ar
5. Ing. Forestal. MSc Silvicultura de bosques implantados. Investigador. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Av. El Libertador 2472, CP 3384 - Misiones, Argentina. ramartiarena@montecarlo.inta.gov.ar
6. Ayudante técnico. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) - Av. El Libertador 2472, CP 3384 - Misiones, Argentina.
7. Ingeniera Forestal, Dra. en Ciencias Naturales. Investigadora Asistente CONICET. Instituto de Fisiología Vegetal (INFIVE), CONICET - UNLP. CC 327, CP 1900 - La Plata, Argentina. corinagraciano@agro.unlp.edu.ar

SUMMARY

The aim of this work was to evaluate the effect of N and P fertilization during *Pinus taeda* L. establishment on a poorly developed stony soil found in slopes in Misiones. Total Height and collar diameter growth in response to different N and P doses were evaluated, six and eighteen months after fertilization. Different responses depending on the position of the block in the slope were observed. Heterogeneity in the response due to the position in the slope was observed. P fertilization had positive or null effect, depending on the dose applied and the combination with N. On the other hand, N fertilization has a negative, null or positive effect on the growth, depending on the block and the combination with P. The fertilization with N and P combined in the stony soil of Misiones can produce a negative effect on *Pinus taeda* growth, mainly by the depressive effect of N.

Key words: Initial fertilization, *Pinus taeda*, Misiones.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de N y P en el establecimiento de *Pinus taeda* creciendo sobre suelo somero pedregoso ubicado en pendientes en la provincia de Misiones. Se evaluó el crecimiento en altura total y en diámetro a la altura del cuello (DAC) en respuesta a la fertilización con diferentes niveles de N y P, a los seis y a los dieciocho meses posteriores a la fertilización. Se observó heterogeneidad en la respuesta a la fertilización según la posición en la pendiente. La aplicación de P tuvo efecto positivo o nulo, dependiendo de la dosis y la combinación con

N. La aplicación de N tuvo un efecto negativo, nulo o positivo sobre el crecimiento, dependiendo el bloque y la combinación con P. La aplicación combinada de P y N sobre suelo pedregoso de la provincia de Misiones puede tener efectos negativos en el crecimiento de *Pinus taeda* fundamentalmente producto de la acción depresiva del N.

Palabras clave: Fertilización inicial, *Pinus taeda*, Misiones.

INTRODUCCIÓN

Argentina posee en la actualidad más de un millón de hectáreas forestadas, de las cuales el 55%

corresponden a plantaciones del género *Pinus* (GAUCHAT y RODRÍGUEZ, 2005). La provincia de Misiones tiene alrededor de 365.000 ha plantadas con coníferas (SIFIP, 2010), y en ella se registran los mayores crecimientos de pino del país y del mundo, llegando en ciertos casos a 35-40 m³/ha/año (SANCHEZ ACOSTA y VERA, 2005). La superficie plantada con *Pinus taeda* en esta provincia se halla en expansión hacia suelos marginales, pedregosos, someros y de escasa profundidad, ubicados en zonas de pendientes. Este tipo de suelos, perteneciente al grupo de los comúnmente denominados pedregosos, ocupan un 35 % del total provincial, y tienen baja capacidad de retención hídrica en comparación con los suelos rojos profundos, los cuales son considerados como los más aptos para el establecimiento de plantaciones en la provincia (FERNANDEZ et al. 1999a).

Si bien los pinos han sido considerados poco exigentes en sus requerimientos de nutrientes, se han obtenido marcados incrementos en la productividad al mejorar el estado nutricional de las plantaciones. El crecimiento de plantaciones de 8 años de edad de *P. taeda* en EL SE de Estados Unidos fue mayor con la aplicación de fertilizantes en dosis suficiente para mantener relaciones óptimas entre nutrientes. El mayor crecimiento se registró desde un año luego de iniciada la fertilización (ALBAUGH et al. 1998), y se mantuvo hasta el final del ensayo a los 21 años (ALBAUGH et al. 2004, 2008). También la fertilización con P aplicada en el establecimiento de la plantación y la fertilización con N y P a durante el cierre del canopeo, incrementan el crecimiento y los efectos positivos pueden durar más de 20 años (FOX et al. 2006, NILSSON y ALLEN, 2003). Asimismo, la fertilización con N, P, K y micronutrientes aumenta la supervivencia y el crecimiento de las plantas aún en condiciones de sitios con problemas de drenaje (RAHMAN et al. 2006). Por otro lado, existen registros de que se producen disminuciones en las concentraciones de macronutrientes del suelo luego de un turno de plantación con *Pinus taeda* en Misiones. La extracción de madera implicaría pérdidas de la estabilidad nutritiva luego de dos rotaciones para el fósforo y el potasio, y luego de más de diez rotaciones para el nitrógeno (GOYA et al. 2003, PÉREZ et al. 2006). Sumado a la extracción de nutrientes que se realiza con la madera durante la cosecha, se produce además una gran pérdida de nutrientes en el período que abarca desde que se realiza la corta hasta el establecimiento de la nueva plantación (MARTIARENA et al. 2009). La magnitud de estas pérdidas depende de las distintas prácticas que se realicen durante este período, maximizándose si el suelo queda descubierto y se realiza quema de residuos (GOYA et al. 2003, MARTIARENA et al. 2009). Dado que pérdida de nutrientes en el suelo podría repercutir sobre las tasas de crecimiento de las rotaciones siguientes, es necesaria la aplicación de fertilizantes para mantener

la fertilidad y estabilidad nutricional de los sitios y la sustentabilidad del sistema productivo (GOYA et al. 2003). La aplicación inicial de fósforo en plantaciones de *Pinus taeda* ubicadas en suelos arenoso y rojo profundo en la provincia de Corrientes tuvo un impacto positivo sobre el crecimiento en diámetro y altura (FERNANDEZ et al. 1999b, 2000, 2003, APARICIO et al. 2003), mientras que la adición de nitrógeno tuvo un efecto detrimental sobre el crecimiento de las plantas, siendo estas menores incluso a las no fertilizadas (FERNANDEZ et al. 1999b, 2000, 2003). Este efecto depresor del nitrógeno también está documentado para *Pinus taeda* en el sur de Brasil (COSTA MUNIZ et al. 1975). Hasta el momento, no se habían instalado ensayos de fertilización de *Pinus taeda* sobre suelos marginales, pedregosos de la provincia de Misiones.

En base a estos antecedentes el objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de la aplicación de nitrógeno y fósforo, y su interacción, en el establecimiento de una plantación de *Pinus taeda* creciendo sobre un suelo somero, pedregoso, ubicado en pendiente de la provincia de Misiones, Argentina. Se espera que la respuesta de la especie a la fertilización inicial en este tipo de suelos sea similar a las halladas en los trabajos previamente citados para la zona. En esta comunicación se informan los resultados obtenidos hasta los 18 meses de edad de la plantación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se localiza al centro oeste de la provincia de Misiones, Argentina, en un predio de la empresa Taeda S.A. ubicado en el departamento de Montecarlo. El clima de la región se define como subtropical sin estación seca marcada, las precipitaciones anuales son del orden de los 2000 mm y la temperatura media anual ronda los 20° C (LIGIER, 2000). El lote donde se ubica el ensayo se encuentra aproximadamente a los 26° 34' de latitud sur y 54° 42' de longitud oeste, presenta un suelo con abundancia de fragmentos gruesos no meteorizados entre los que predominan gravas y guijarros (de 2 mm a 25 cm). La pendiente del mismo es de alrededor de 10%.

Las principales características físico-químicas de los suelos se presentan en la tabla 1. El bloque 1 se encuentra ubicado en la loma, mientras que el bloque 2 se encuentra en la media loma. En cada bloque se tomó una muestra compuesta para realizar los análisis de suelo. Cada muestra se obtuvo a partir de 5 submuestras de igual volumen a las que se les extrajo los fragmentos gruesos no meteorizados. El muestreo se realizó en la parcela control de cada bloque tomando las submuestras sobre dos diagonales de la misma. Las submuestras se extrajeron con pala, cavando hasta los 20 cm de profundidad. El carbono orgánico (CO) fue determinado por combustión seca mediante un

analizador automático de Carbono marca LECO modelo CR12, el P extractable (Pe) por el método de Bray-Kurtz, el N total (Nt) por el método semimicro Kjeldahl, la capacidad de intercambio catiónico (CIC) por el método Polemio-Rhoades y la textura por el método de la pipeta de Robinson (Determinaciones efectuadas por el LANAIS N-15, CONICET-UNS (Agronomía), 8000 Bahía Blanca, Argentina).

La plantación se realizó en mayo de 2008 con un distanciamiento de 5 m x 2 m, con plantines comerciales de *Pinus taeda* L. Hacia fines de julio del mismo año se aplicó el fertilizante en dos orificios de 10 cm de profundidad realizados con pala, a 20 cm a cada lado del cuello de la planta, los cuales posteriormente fueron tapados con tierra. Se utilizó un diseño factorial de 3³ en tres bloques completos al azar. Se evaluaron tres dosis de nitrógeno aportado como urea (45-46 % de N) y tres dosis de fósforo aportado como superfosfato triple (46 % P₂O₅). Se aplicaron 0 g; 22,5 g y 45 g de N combinados con 0 g; 46 g y 92 g de P₂O₅, correspondientes a 0 g (N0); 50 g (N50) y 100 g (N100) de urea, y 0 g (P0); 100 g (P100) y 200 g (P200) de superfosfato triple (SFT) respectivamente. Se fertilizaron 40 individuos por parcela, de los cuales los 18 centrales se utilizaron para mediciones, de manera de dejar una fila de bordura fertilizada alrededor del sector de las plantas medidas. Se realizó control de hormigas y desmalezado en forma periódica sobre la plantación.

Debido a la alta mortandad de plantas en todos los tratamientos de uno de los bloques, fueron considerados para el análisis los dos bloques restantes.

Se evaluó la altura total y el diámetro a la altura del cuello (DAC) a los seis y a los dieciocho meses posteriores a la aplicación del fertilizante.

Los datos se analizaron mediante análisis de varianza (ANOVA) y el test de comparación de medias LSD ($p<0,05$).

Tabla 1. Características químicas y físicas de los suelos pedregosos utilizados en el ensayo de fertilización de *Pinus taeda* L.

Table 1. Chemical and physical characteristics of the stony soil used in the *Pinus taeda* L. fertilization experiment.

	Bloque 1	Bloque 2
CO (%)	4,049	2,570
Nt (%)	0,323	0,274
pH	5,1	5,9
Pe (ppm)	9,6	4,2
CIC (cmol/Kg)	12,1	10,1
Arena (%)	17,9	21
Limo (%)	41,2	44,7
Arcilla (%)	40,9	34,3

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A los seis meses de realizada la plantación, la altura de las plantas estuvo significativamente afectada por una interacción entre el N y el P ($p=0,0421$) (gráfico 1). La aplicación de cualquiera de las dosis de P sin la adición de N incrementó la altura. Una respuesta similar se obtuvo al aplicar N en la dosis máxima (100g de urea) sin P. El resto de las combinaciones de N y P no resultaron en incrementos superiores a los logrados con la aplicación de N o P por separado.

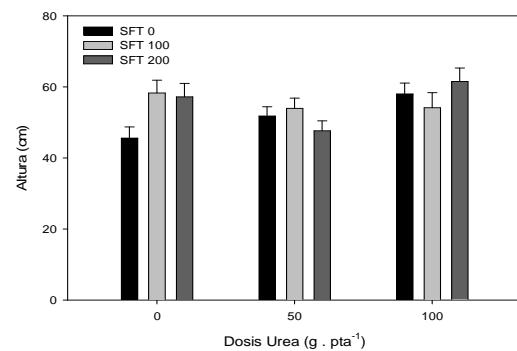


Gráfico 1: Combinación de las distintas dosis de urea y SFT en la altura de *Pinus taeda* L. a los seis meses posteriores a la fertilización.

Graph 1: Combination between different levels of urea and SFT on *Pinus taeda* L. height six month after fertilization.

En el caso del DAC a los seis meses de realizada la fertilización, se observó una interacción significativa entre el bloque y ambos nutrientes ($p=0,0101$) (gráfico 2). Como el efecto del bloque es significativo, se reportan los resultados de cada bloque por separado. La interacción de la fertilización con el bloque refleja la alta heterogeneidad del sitio, caracterizado por poseer pendientes elevadas y reflejada en las características químicas del suelo (tabla 1). En el bloque 1, que posee mayor concentración de N y P, la fertilización sólo con P en la dosis máxima supera al control en crecimiento en DAC, al igual que aplicación de la dosis máxima de N con la dosis máxima de P, mientras que otras combinaciones no difieren significativamente de las plantas sin fertilizar. Es así que en este bloque, el P es el nutriente limitante, y por lo tanto, la adición de N es necesaria solamente cuando se supera un umbral de disponibilidad de P. En el bloque 2, la disponibilidad de N y P es menor que en el bloque 1. Sin embargo ninguna de las combinaciones aplicadas redunda en mayor crecimiento en comparación con el control. Sin embargo, con la aplicación de una dosis moderada de N las plantas crecen menos en DAC, si ésta no es acompañada con la dosis máxima de P.

A los dieciocho meses, la interacción entre el P, el N y el bloque tuvo efectos significativos para la altura y el DAC de las plantas ($\text{altura } p=0,0475$;

DAC $p=0,0005$) (gráficos 3 y 4). En el bloque 2, que posee menor contenido de P en el suelo, la fertilización con P redundó en plantas con mayor altura, aunque la diferencia no fue significativa en diámetro. Ninguna de las aplicaciones de N y sus combinaciones con P tuvo un efecto que mejore la aplicación de P solo, de manera que en este bloque, el P es el nutriente limitante. Sin embargo, en el bloque 1, que posee mayor contenido de N y P en el suelo, ninguna dosis de N y P estimuló el crecimiento, mientras que la dosis intermedia de N combinada con la aplicación de P disminuyeron el crecimiento en altura y DAC. Esta tendencia se observó a los 6 meses y se acentuó a los 18 meses. Por lo tanto en este bloque la aplicación de la dosis N50 fue negativa en combinación con P100 y P200. Es posible que la aplicación P combinado con N estimule el crecimiento de la flora del suelo. Si el crecimiento de la flora del suelo inmoviliza más N que el aportado por la fertilización, como parece ser el caso de N50, la disponibilidad de N para la planta disminuye, y por lo tanto es esperable un menor crecimiento. A mayor aporte de P, mayor inmovilización de N. Si la fertilización con N es mayor (N100) la situación es similar a la observada cuando no se aplica N (N0), por lo tanto, el aporte de N con la fertilización es suficiente para la flora del suelo y para la planta. Como la aplicación de N o P por separado no estimula el crecimiento, evidentemente la limitante al crecimiento es otro nutriente u otro factor no contemplado en este ensayo, como puede ser la menor disponibilidad de agua, ya que se encuentra en la loma.

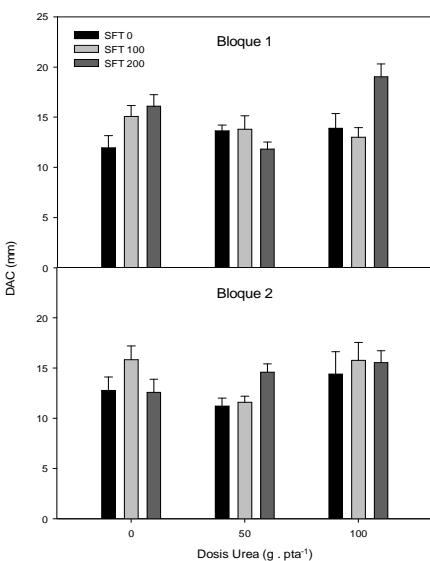


Gráfico 2: Combinación de las distintas dosis de urea y SFT para cada bloque en el DAC de *Pinus taeda* L. a los seis meses posteriores a la fertilización.

Graph 2: Combination between blocks and different levels of urea and SFT on *Pinus taeda* L. collar diameter six month after fertilization.

El efecto negativo de la dosis intermedia de N no sería atribuible a la elevada salinidad que produce la urea, a la toxicidad del biuret o a la inhibición de la formación de micorrizas, ya que el efecto negativo no se observa con la dosis mayor de N, condición que debería exacerbar dichas causas (FERNÁNDEZ *et al.* 2004).

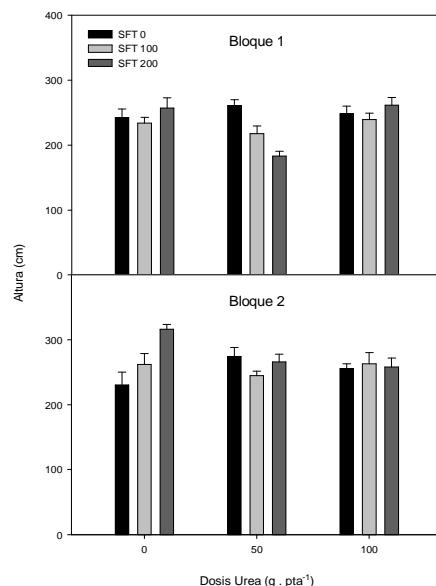


Gráfico 3: Combinación de las distintas dosis de urea y SFT para cada bloque en la altura de *Pinus taeda* L. a los dieciocho meses posteriores a la fertilización.

Graph 3: Combination between blocks and different levels of urea and SFT on *Pinus taeda* L height eighteen month after fertilization.

Los resultados obtenidos son parcialmente concordantes con las respuestas a la aplicación de P y N en *Pinus taeda* Marion en suelos rojos de Corrientes halladas por FERNANDEZ *et al.* (1999b, 2000, 2003) en sucesivas oportunidades de medición, desde los seis hasta los treinta y cuatro meses posteriores a la fertilización en el establecimiento de la plantación. Estos autores registraron respuestas positivas más acentuadas en el caso de la aplicación de P, posiblemente debido a que los suelos rojos profundos poseen menor concentración de este nutriente (alrededor de 1-2 ppm). Encuentran un aumento significativo del crecimiento en diámetro y altura en forma progresiva con el incremento de la dosis aplicada de este nutriente. Esto es concordante con lo que encontramos en este trabajo, aunque las diferencias no llegan a ser significativas en todos los casos, posiblemente debido a las interferencias que se generan con el N y a la heterogeneidad de los bloques. En relación al N señalan que la aplicación se asoció con una disminución en el crecimiento en altura y en diámetro, relacionando dicho efecto con

una posible interferencia del N en la absorción de P por inmovilización microbiana, o a una inhibición de la micorrización producida por el N que consecuentemente afecte la absorción de P.

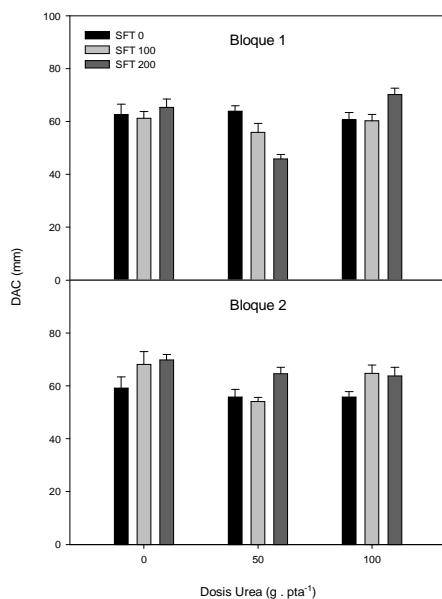


Gráfico 4: Combinación de las distintas dosis de urea y SFT para cada bloque en el DAC de *Pinus taeda* L. a los dieciocho meses posteriores a la fertilización.

Graph 4: Combination between blocks and different levels of urea and SFT on *Pinus taeda* L. collar diameter eighteen month after fertilization.

CONCLUSIÓN

Preliminarmente, la aplicación combinada de P y N sobre suelo pedregoso de la provincia de Misiones puede tener efectos negativos en el crecimiento de *Pinus taeda* L., que es producto fundamentalmente de la acción del N. Esto concuerda parcialmente con la hipótesis de trabajo planteada y con la respuesta hallada en otros trabajos realizados en la zona, aunque sobre otro tipo de suelos. Sin embargo, en este caso de estudio en particular, el efecto de la fertilización en el crecimiento fue diferente en cada bloque, lo que refleja la alta heterogeneidad de los sitios donde se desarrollan los suelos pedregosos.

Es necesario continuar las mediciones de este ensayo en el tiempo para poder obtener conclusiones del efecto a largo plazo de la fertilización con N y P sobre estos suelos pedregosos de Misiones, así como también profundizar los estudios nutricionales para encontrar las causas de los efectos negativos de la fertilización con urea que se encontraron.

AGRADECIMIENTOS

A Alejandra Von Wallis por su ayuda en la instalación y mediciones del ensayo.

A la empresa Taeda S.A. que nos ha permitido la instalación del ensayo dentro de su establecimiento.

El ensayo se financió parcialmente con fondos de los proyectos del INTA PNFOR 2214 (Factores críticos para la sustentabilidad de plantaciones forestales) y PNFOR 2213 (Determinación de las bases ecofisiológicas para la silvicultura de implantación y conducción). Este proyecto está parcialmente subsidiado por el PIP1885 (CCT CONICET La Plata).

BIBLIOGRAFÍA

- ALBAUGH T.J., Allen H.L., Dougherty P.M., Johnsen K.H. 2004. Long term growth responses of loblolly pine to optimal nutrient and water resource availability. *Forest Ecology and Management*. 192, pp 3-19.
- ALBAUGH T.J., Allen H.L., Dougherty P.M., Kress L.W., King J.S. 1998. Leaf area and above- and belowground growth responses of loblolly pine to nutrient and water additions. *Forest Science*. 44, pp 317-328.
- ALBAUGH T.J., Allen H.L., Fox T.R. 2008. Nutrient use and uptake in *Pinus taeda*. *Tree Physiology*. 28, pp 1083-1098.
- APARICIO J.L., Lopez J.A., Dalla Tea F., Finker L., Monticelli C. 2003. Respuesta de las especies de mayor importancia foresto-industrial a la fertilización con NPK en los suelos arenosos de la provincia de Corrientes. PIA 37/96. Investigación forestal al servicio de la producción I. Resultados aplicables al cultivo de bosques y la producción de madera en Argentina. SAGPyA. pp 60-65.
- BARRIER G. 2004. Tendencias y perspectivas del sector forestal al año 2020, Argentina. FAO, SAyDS, SAGPyA. 71 p.
- FERNÁNDEZ R., Lupi A., Pahr N. 1999a. Aptitud de las tierras para la implantación de bosques. Provincia de Misiones. Yvyrareta. 9, pp 41-49.
- FERNÁNDEZ R., Rodriguez Aspíllaga F., Lupi A., Hernández A., Reis H. 1999b. Efectos de diferentes prácticas de preparación del terreno y fertilización sobre el crecimiento inicial del *Pinus spp* en el NE argentino. *Bosque*. 20 (1), pp 47-55.
- FERNÁNDEZ R., Rodriguez Aspíllaga F., Lupi A., López E., Pezzuti R. 2000. Respuesta del *Pinus taeda* y la *Araucaria angustifolia* a la adición de N, P y K en la implantación. *Actas Silvoargentina I. Asociación Forestal Argentina, Virasoro*. 16 pp.
- FERNÁNDEZ R., Rodríguez Aspíllaga F., Pezzuti R., Martiarena R., Colcombet L., Crechi E. 2003.

- Establecimiento de *Pinus taeda*, crecimiento a los 34 meses como respuesta a la adición de N, P y K. Actas 7º Congreso Argentino de Ingeniería Rural. CADIR. 6 pp.
- FERNÁNDEZ N., Lupi A., Pathauer P., Ferrere P. 2004. Respuesta del *Pinus radiata* Don. A la fertilización inicial con N y P en Tandil (Buenos Aires). XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, AACSI, Paraná, Entre Ríos. 10pp.
- FOX T.R., Allen H.L., Albaugh T.J., Rubilar R., Carlson C.A. 2006. Forest fertilization in southern pine plantations. Better Crops 90 (3), pp 12-15.
- GAUCHAT M.E., Rodríguez G.H. 2005. Producción de semillas de alta calidad. IDIA XXI Forestales. 8, pp 164-167.
- GOYA J.F., Perez C., Frangi J.L., Fernandez R. 2003. Impacto de la cosecha y destino de los residuos sobre la estabilidad del capital de nutrientes en plantaciones de *Pinus taeda* L. Ecología Austral. 13, pp 139-150.
- INTA. 1990. Atlas de suelos de la República Argentina. Castelar, Buenos Aires.
- LIGIER H. 2000. Caracterización geomorfológica y edáfica de la provincia de Misiones. EEA INTA Corrientes.
- MARTIARENA R., Von Wallis A., Knebel O. 2009. Pérdida de nutrientes durante la cosecha y el establecimiento forestal, en un rodal de *Pinus taeda* en Misiones, Argentina. Revista Forestal Venezolana. 53 (2), pp 165-173.
- NILSSON U., Allen H.L. 2003. Short and long-term effects of site preparation, fertilization and vegetation control on growth and stand development of planted loblolly pine. Forest Ecology and Management 175, pp 367-377.
- PEREZ C., Goya J.F., Bianchini F., Frangi J.L., Fernández R. 2006. Productividad aérea y ciclo de nutrientes en plantaciones de *Pinus taeda* L. en el norte de la provincia de Misiones, Argentina. Interciencia. 31, pp 794-801.
- RAHMAN M.S., Messina M.G., Fisher R.F. 2006. Intensive forest management affects loblolly pine (*Pinus taeda* L.) growth and survival on poorly drained sites in southern Arkansas. Southern Journal of Applied Forestry. 30, pp 79-85.
- SÁNCHEZ ACOSTA M., Vera L. 2005. Situación foresto industrial de Argentina al 2005 (Ejemplo de una cadena forestal). III Simposio IberoAmericano de Gestión y Economía Forestal, Ubatuba, San Pablo. pp 23-44.
- SIFIP, Sistema de Información Foresto-Industrial Provincial, Ministerio del Agro y la Producción de la Provincia de Misiones. 2010. <http://extension.facfor.unam.edu.ar/sifip/index.php>

REVISIÓN

TENSIONES DE CRECIMIENTO EN MADERA DE ÁRBOLES JÓVENES EN PIE POR MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS

GROWTH TENSIONS IN YOUNG TREES WOOD BY NOT DESTRUCTIVE METHODS

Estela Margarita Pan¹
Juan Carlos Medina²
Graciela Adriana Moreno³
Selva Azucena Barrionuevo⁴

Fecha de recepción: 06/09/2011

Fecha de aceptación: 16/12/2011

1. MSc. Ing. En Industrias Forestales. Profesora Asociada. Instituto de Tecnología de la Madera, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Avda. Belgrano (S) Nº 1912, CP 4200, Santiago del Estero, Argentina. Email: epan@unse.edu.ar.
2. Dr. Ingeniero de Montes. Profesor Adjunto. Instituto de Tecnología de la Madera, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Avda. Belgrano (S) Nº 1912, CP 4200, Santiago del Estero, Argentina. Email: jcmedina@unse.edu.ar.
3. MSc. Ing. En Industrias Forestales. Profesora Asociada. Instituto de Tecnología de la Madera, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Avda. Belgrano (S) Nº 1912, CP 4200, Santiago del Estero, Argentina. Email: gamoreno@unse.edu.ar.
4. Dra. Ingeniera de Montes. Jefa de Trabajos Prácticos. Instituto de Tecnología de la Madera, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Avda. Belgrano (S) Nº 1912, CP 4200, Santiago del Estero, Argentina. Email: selva@unse.edu.ar.

SUMMARY

The present work is the result of a bibliographic revision about the residual longitudinal deformities (growth tensions) that trees from young plantations present. The researches of DEVLIEGER and QUINTANA in poplar hybrids (2006), AITIM and CIS-Madera in *Eucalyptus globulus* (1994, 2001) and in *Eucalyptus nitens* by VALDEZ JAQUE (2003). Each tree was measured at the diameter at breast height (DBH), in the direction north-south, according to the CIRAD-Fôret's protocol, using the equipment designed by that French research center, which allows to measure the growth tension in standing trees. It was found a significant relation between the growth tensions and the age and the diameter, in such a way that when these parameters increase, the growth tensions diminish.

Key words: tensions of growth, not destructive methods, poplar, *Eucalyptus*

RESUMEN

El presente trabajo es el resultado de una revisión bibliográfica sobre las deformaciones residuales longitudinales (tensiones de crecimiento), que presentan los árboles provenientes de plantaciones jóvenes. Se seleccionaron las investigaciones realizadas por DEVLIEGER y QUINTANA en híbridos de álamos (2006), AITIM y CIS-Madera en *Eucalyptus globulus* (1994, 2001) y en *Eucalyptus nitens* por VALDEZ JAQUE (2003). Cada árbol fue medido a la altura del diámetro altura del pecho (DAP), en la dirección norte-sur, según el protocolo de CIRAD-Fôret, utilizando el equipo diseñado por aquel centro de investigación francés, el cual permite medir las tensiones de crecimiento en árboles en pie. Se encontró una relación significativa

entre las tensiones de crecimiento con la edad y con el diámetro, de tal forma que cuando estos parámetros aumentan, las tensiones de crecimiento disminuyen.

Palabras clave: tensiones de crecimiento, métodos no destructivos, álamo, *Eucalyptus*.

INTRODUCCIÓN

Es sabido que existe un progresivo agotamiento de las especies forestales nativas muy estimadas, provenientes de sistemas forestales degradados, especialmente en el noroeste argentino. Las bajas tasas de reposición y crecimiento de las latifoliadas nativas, los elevados costos de producción y las restricciones legales impuestas por

presiones ambientales y ecológicas a la utilización del bosque nativo, están limitando el suministro de especies nativas para la producción de maderas sólidas (MARCÓ, 2006).

Esta situación se transforma en una oportunidad para el cultivo de especies introducidas más productivas, lo que ha traído como consecuencia la necesidad de buscar soluciones a una serie de problemas que se presentan en el uso de las mismas.

Entre las diferentes especies exóticas plantadas comercialmente en Argentina, se encuentra el cultivo del género *Eucaliptus* con aproximadamente 231.000 ha implantadas en la República Argentina (DALLA TEA, 1993), cuyo fomento nace como una opción para obtener productos sólidos de eucaliptos con mayor valor agregado. Entre las variedades de eucaliptos que se han introducido en la Argentina, el *Eucalyptus grandis* es la especie más abundante y de mayor industrialización con 120.000 ha cultivadas (SÁNCHEZ ACOSTA, 1995); seguida por otras dos especies de eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis* y *tereticornis*) de excelente calidad de madera pero con menor relevancia comercial por sus menores tasas de crecimiento, pero que en general muestran una amplia adaptabilidad a una gama importante de sitios y un tipo de madera apto para usos como madera sólida en los que se requiere mayor densidad y color (MARCÓ, 2.006).

Estas características de los *Eucalyptus camaldulensis* y *tereticornis*, condujeron al desarrollo de un programa de mejoramiento genético en la Universidad Nacional de Santiago del Estero, comenzando a identificarse los orígenes/procedencias de estas dos especies de mayor productividad. Pero en estos últimos años a crecido notablemente el interés en los países por obtener productos sólidos con mayor valor agregado, por lo tanto los programas de mejoramiento y clonación que están en desarrollo requieren información básica no solo de caracteres genéticos del material sino de características tecnológicas que son fundamentales para determinar la aptitud de la madera ante los diferentes usos.

Las especies del género *Eucalyptus* han cobrado en los últimos años una singular trascendencia en la implantación de bosques forestales ocupando un lugar preferencial en la silvicultura de los países templados, cálidos y tropicales del mundo. El eucalipto es un árbol de tamaño medio que alcanza los 20 metros de altura y en su estado natural presenta un fuste irregular con copa grande y abierta (DIMITRI y MANGIERI, 1979).

Las especies *Eucalyptus camaldulensis* y *tereticornis* son muy plásticas resistentes a fríos, heladas y calores excesivos, además prosperan en terrenos bajos, húmedos y también en suelos secos y salados; siendo buenas especies para zonas áridas y semiáridas.

Los Eucaliptos colorados (*tereticornis* y *camaldulensis*), se ubican dentro del grupo de

“maderas pesadas”, con una densidad media entre 750 kg/m³ - 1000 kg/m³ (TINTO, 1991), comparable con especies nativas pesadas, mientras que el *Eucalyptus grandis* se ubica en el grupo de “maderas livianas” (350 Kg/m³ – 500 Kg/m³) donde frecuentemente se hallan las especies exóticas de rápido crecimiento (SÁNCHEZ ACOSTA, 1995).

Numerosas especies del género Eucalipto presentan elevadas tensiones de crecimiento tanto por las características de la propia especie, como por las excepcionales condiciones de crecimiento (CIS – Madera, Proyecto FAIR CT98- 9579, 2001). Debido a las tensiones internas los eucalyptus tienen la particularidad de tener problemas de contracción lo que acarrea problemas en la industrialización de sus productos (rajaduras, grietas y deformaciones) los cuales podrían evitarse realizando programas de secado adecuado para cada especies a partir de la determinación “*a priori*” de las tensiones de crecimiento en los árboles en pie.

Si bien, el eucalipto presenta una gran variedad de usos, específicamente en pulpa, chapas, molduras y pisos la tendencia actual es diversificar su uso y campo de aplicación, como madera sólida, generando esta situación desafíos importantes en el campo del secado, aserrío, preparación, elaboración y desarrollo de productos de alto valor agregado a partir de estas especies. Para el logro de estos resultados es fundamental mejorar la calidad de la madera en función de los usos específicos, en particular la proporción destinadas a los procesos de transformación mecánica de alto rendimiento y calidad; siendo necesario trabajar con aspectos relacionados con las propiedades intrínsecas de las maderas para uso sólido (LÓPEZ (h), 2005). Dentro de las mismas, la determinación de las tensiones de crecimiento del árbol en pie, por métodos no destructivos, proporciona información valiosa sobre el comportamiento de la madera ante los procesos de transformación mecánica. Por ello, considerando el caso del eucalipto como madera sólida proveniente de material de plantaciones jóvenes con mayor proporción de madera juvenil, se realizó una amplia revisión bibliográfica de las tensiones de crecimiento que presentan los árboles en pie relacionando la variabilidad de sus valores con las características dendrológicas y las de su localización.

El término Tensiones de Crecimiento (growth stress) se propuso en la década del 40 para definir las tensiones existentes en el interior de la madera de los árboles en pie (JACOBS, 1939). El término engloba dos grupos de tensiones de distinto origen que coexisten en el interior de un árbol, produciendo un auto equilibrio a lo largo de su crecimiento. Uno de ellos está producido por las cargas debidas al propio peso del árbol, (support stress) y el otro originadas por las tensiones inherentes a un proceso de maduración de las fibras (maturation stresses). Las tensiones debidas al primer grupo son despreciables frente a las segundas por lo que el término tensiones de crecimiento implica solo a las del segundo grupo.

Las causas por las que estas se producen están ligadas al cambium que es el tejido responsable del crecimiento del árbol. Las células que producen el cambium crecen y durante el proceso de envejecimiento tienden a expandirse lateralmente y se contraen longitudinalmente, lo que al ser impedido por las células formadas anteriormente genera un conjunto de tensiones (CIS-Madera, Proyecto FAIR CT 98-9579, 2001). Las células de las maderas de árboles con elevadas tensiones de crecimiento tienen características propias como una longitud de sus fibras y vasos y espesor de pared celular superior a la de aquellos árboles con tensiones inferiores (MALÁN, 1979). A mayores tensiones disminuye el porcentaje de lignina y mayor es la contracción volumétrica y el módulo de elasticidad (GERARD, 1994).

En las fibras jóvenes de madera de *Eucalyptus globulus*, las paredes son poco lignificadas y están sometidas a esfuerzos de tensión que las deforman reduciendo su diámetro e incrementando su longitud, mientras que las fibras maduras están lignificadas y sometidas a esfuerzos de compresión.

Con el paso de los años en el centro del tronco del árbol en pie hay tensiones de compresión cuya magnitud aumenta a medida que se acerca a la médula mientras que la periferia del tronco se encuentra sometida a esfuerzos de tracción que se incrementa en dirección a la corteza.

Además la magnitud de las tensiones de crecimiento es diferente según la dirección que se considere. Así en la dirección axial es diez veces mayor que en la dirección transversal y entre estas es mayor en la dirección tangencial que en la radial (VIGNOTE et al., 1996).

Algunos autores dicen que las técnicas silvícolas no son efectivas en el control de los niveles de tensiones de crecimiento (MALÁN (1988), citado por CIS-Madera). Otros autores consideran que se puede minimizar el nivel de las tensiones de crecimiento si se mantienen las condiciones y la distribución espacial de los árboles lo mas uniforme posible. Los actuales estudios tampoco han permitido definir elementos morfológicos que permitan prever los valores de las tensiones de crecimiento aunque si es posible establecer relaciones entre el valor de las tensiones y parámetros como edad del árbol, diámetro, esbeltez, etc. (CIS-Madera, Proyecto FAIR CT 98-9579, 2.001). DEVLIEGER y QUINTANA, 2.006, encontraron semejanza de comportamiento entre híbridos de álamos, lo cual podría explicarse por la similitud de los factores ambientales a los cuales estaban sometidos los mismos, es decir, mismo clima, mismo tipo de suelo, mismo manejo silvícola incluyendo espaciamiento entre árboles y riego. Conclusiones similares obtuvo CASADO (1997), el cual señala que distintos espaciamiento entre árboles pueden marcar la diferencia aumentando los valores de DRLM a mayor densidad de población.

La presencia de un alto nivel de tensiones de crecimiento es un fenómeno común del género eucalipto señalándose variaciones a nivel de especies (GERARD, 1994), procedencias y progenies (PURNEL, 1988; PEREIRA et al., 1998), clones e híbridos (MALÁN and VERRY, 1996; PEREIRA et al., 1998; MUNERI and LEGGATE, 2000).

Si bien la intensidad de las tensiones de crecimiento depende fuertemente del genotipo (SCHACHT y GARCÍA, 1997) los efectos ambientales también pueden provocar cambios significativos en la expresión de algunos materiales a través de diferentes sitios (MALÁN and VERRY 1996; PEREIRA et al. 1998; MUNERI and LEGGATE, 2000).

Por lo general en el árbol en pie las tensiones mantienen un equilibrio a lo largo del tronco. Despues del apeo, las tensiones comienzan a liberarse con lo cual, los tejidos que estaban bajo tracción tienden a contraerse longitudinalmente (periferia del tronco) y los que estaban bajo compresión (parte central del tronco) a expandirse longitudinalmente. Este reordenamiento origina, en primera instancia, rajaduras en los extremos de los rollizos y posteriormente, rajaduras y diversos tipos de alabeos en las piezas aserradas (SCHAITZA y PEREIRA 1997; DEL MENEZZI et al., 1998; TOUZA 2001).

Las rajaduras en los extremos de rollizos y tablas se producen por la liberación de las tensiones de crecimiento. Dichas tensiones, según KUBLER (1987) y OKUYAMA (1997), se generan durante el crecimiento y maduración de las células producidas por el cambium. Las mismas tienden a expandirse lateralmente en sentido transversal y a contraerse longitudinalmente, sufriendo durante este proceso la resistencia de los tejidos más viejos. De esta manera se genera un conjunto de tensiones o de fuerzas mecánicas que actúan en sentido transversal y longitudinal, siendo las últimas las que mayores defectos producen en la madera. (LÓPEZ (h), PARISI, 2005). Según KUBLER (1987) a mayores tensiones de crecimiento mayor es la contracción volumétrica y el riesgo de alabeos y rajaduras en la madera aserrada.

DEVLIEGER y QUINTANA (2006), investigaron las tensiones de crecimiento en híbridos de álamo creciendo en Chile y determinaron las deformaciones residuales longitudinales de maduración (DRLM) en árboles jóvenes, según el protocolo de CIRAD-Fôret, utilizando un equipo diseñado por ese centro de investigaciones el cual permite medir indirectamente las tensiones de crecimiento longitudinal de árboles en pie.

AITIM (1994), conjuntamente con otros centros tecnológicos europeos estudiaron las tensiones de crecimiento de los árboles en pie en *Eucalyptus globulus* Labill, determinando las mismas por el método del orificio utilizando un sensor que evaluaba la componente axial de las deformaciones originadas por las tensiones de crecimiento.

VALDEZ JAQUE (2003), realizó investigaciones en madera de diez familias de *Eucalyptus nitens*, en dos sitios diferentes determinando las tensiones de crecimiento mediante un extensómetro longitudinal.

CIS-Madera (2001), junto a CIRAD-Fôret y otros centros tecnológicos europeos han desarrollado un proyecto que ha permitido conocer los problemas que tradicionalmente han limitado el secado, aserrado y encolado de la madera de Eucalipto blanco (*Eucalyptus globulus*). En el marco de este proyecto se determinó el valor de las tensiones de crecimiento de los árboles en pie y se establecieron relaciones entre estas maderas y parámetros como edad o densidad de plantación.

MATERIAL Y MÉTODO

DEVLIEGER y QUINTANA (2006), en la región del Maule-Chile midieron las tensiones de crecimiento en cuatro híbridos de álamos (I-488, I - 63/51, NNDV y Luisa Avanzo).

Se tomaron por cada parcela diez árboles jóvenes entre 6 a 8 años para cada plantación de híbridos en estudio. Cada árbol fue medido en la dirección norte-sur a la altura del DAP en una zona sana sin defecto aparente. La medida de las deformaciones residuales longitudinales de maduración se realizó según el protocolo de CIRAD-Fôret sobre el cambium descortezando una zona suficiente para colocar el aparato de medición. El extensómetro diseñado y propuesto por CIRAD-Fôret esta basado en la teoría del agujero que es aplicado para medir las tensiones de crecimiento.

AITIM (1994), en diferentes parcelas localizadas en España (Galicia) y Portugal estudiaron la calidad de la madera de *Eucalyptus globulus* Labill mediante la determinación de las tensiones de crecimiento de los árboles en pie. Las tensiones de crecimiento se obtuvieron por el método nuevamente del orificio usando un aparato diseñado por CIRAD-Fôret. Se relaciona la variabilidad de sus valores con la edad, diámetro, dirección del viento, fibra ondulada y sitio de plantación.

VALDÉZ JAQUE (2003), en la región de Talca (Chile) en dos sitios de la empresa forestal Monteaguila, en Rucamanqui y Collipulli seleccionó en 10 familias de *Eucalyptus nitens*, algunos árboles a los cuales les determinó las tensiones de crecimiento en el sentido axial a la altura del DAP. Analizó la variabilidad de las tensiones en los 2 sitios para las 10 familias.

CIS-Madera (2001), en el marco del proyecto CRAFT-FAIR 98-9579 seleccionaron 6 parcelas de *Eucalyptus globulus* en Galicia entre 25 – 35 años de edad creciendo bajo distintas condiciones silvícolas. En cada una de las parcelas se marcaron varios árboles que fueron cortados posteriormente para realizar las experiencias de aserrado. A cada uno de estos árboles en pie se les midió las tensiones de crecimiento mediante el extensómetro diseñado por

CIRAD-Fôret. Los eucaliptos de la parcela 6 tenían 23 años en el momento de su corte y fueron plantados con un marco de plantación de 3,5 m X 3,5 m en un terreno prácticamente llano.

RESULTADOS

Existe una relación significativa entre las tensiones de crecimiento con la edad y con el diámetro; de tal forma que, cuando estos parámetros aumentan, las tensiones de crecimiento disminuyen, obteniéndose estos resultados tanto con los *Eucalyptus globulus* gallegos como con los plantados en China y Congo (GERARD, 1990).

En plantaciones de *Eucalyptus globulus* de 23 años, 27 años y 32 años plantadas en Galicia (España), la literatura indica valores de tensiones de crecimiento obtenidas con el mismo protocolo de ensayo de 0,140 mm, 0,129 mm y 0,092 mm (CIS-Madera, 2001).

En los *Eucalyptus globulus* gallegos procedentes de la parcela más joven (23 años) se determinó un valor medio de sus tensiones de crecimiento de 0,140 mm, siendo el más elevado de entre todas las parcelas analizadas (CIS-Madera, 2001).

En los eucaliptares gallegos la disminución de las tensiones de crecimiento parecen iniciarse entre los 25-30 años, debido en parte a sus excepcionales condiciones de crecimiento, mientras que en estaciones de calidad inferior se observó este decrecimiento en edades próximas a los 12-15 años (VIGNOTE et al., 1996).

En *Eucalyptus nitens* de 13 años de edad plantados en 2 sitios diferentes en Talca (Chile) se encontraron diferencias altamente significativas entre las tensiones de crecimiento y DAP por familia, mientras que para las tensiones por sitio no se encontró evidencia de rechazo suficiente, ocurriendo lo contrario para el DAP por sitio. Los resultados arrojaron que las familias con tensiones de crecimiento de 0,25; 0,24; y 0,22 serían las mejores para la industria del aserrío (VALDÉS JAQUE, 2003)

CASADO (1997), señala que distintos espaciamiento pueden marcar la diferencia, aumentando las tensiones de crecimiento a mayor densidad de plantación.

En los 4 híbridos de álamos plantados en Chile con edades comprendidas entre 6 a 8 años, se encontró que las deformaciones residuales longitudinales de maduración (DRLM) son relativamente altas con un valor promedio de 0,125 mm. No se observaron diferencias significativas entre los 4 híbridos que crecieron en condiciones similares de sitio, clima, espaciamiento y tratamiento silvícola.

CONCLUSIONES

La edad y el diámetro del árbol influye significativamente sobre las tensiones de crecimiento (GERARD, 1990).

La distribución de las tensiones de crecimiento en parcelas de árboles jóvenes no son significativamente diferentes pero existe una determinada edad a partir de la cual es observable un descenso de estas tensiones (GERARD, 1990).

BIBLIOGRAFÍA

- AITIM; CTBA; CIRAD-Fôret; INIA; LNETI; UNIMOR; UPM-ETSIM. 1994. "Study of Eucalyptus processing for its utilization as solid Wood- Final technical report". Forest Program.
- CASADO, M. M. 1997. Tensiones de crecimiento en cinco clones de *Populus x euroamericana*; I-214.
- CENTRO DE INNOVACIÓN Y SERVICIOS TECNOLÓGICOS DE LA MADERA DE GALICIA (CIS – Madera), CIRAD-Fôret, Hermanos Sánchez Peña, Parquets Lorenzo, Maderas Betanzos, Mohringer, Sardinha & Leite, 2001. "RID of sawmilling systems suitable for European *Eucalyptus globulus* affected by growth stresses". Cooperative Research Project FAIR MA2B-CT98-9579, Final Technical Report.
- DALLA TEA, F.; 1993. El cultivo del eucalipto en la mesopotamia argentina. Simposio: Los eucaliptos en el desarrollo forestal de Chile. Pucon, Chile.
- DEL MENEZZI C.H.S; Nahuz, M.A.R. y Souza, M.R., 1998. Consecuencias de las tensiones de crecimiento en la producción de madera aserrada de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden y de *E. cloeziana* F. Muell. Primer CONGRESO LATINOAMERICANO DE IUFRO. Valdivia. Chile. IUFRO. Actas en CD-Rom
- DEVLIEGER F. y Quintana R. 2006. Tensiones de crecimiento en híbridos de álamos creciendo en Chile. Maderas, Ciencia y Tecnología. 8 (3): 219-22.
- DIMITRI, J.; Mangieri, H. 1979. Los eucaliptos en la silvicultura. VII Reunión Argentina de Ecología. Mendoza. Argentina
- GERARD J. 1990. "Mise en place d'une méthodologie de caractérisation des Eucalyptus de plantation à croissance rapide du Congo. 1^{er} et 2^{one} Rapports intermédiaires de la convention FFN/CTFT, CTFT, Nogent sur Marne, 24p.
- GERARD M.J. 1994. Contraintes de croissance, variations internes de densité et de module d'elasticité longitudinal, et déformations de sciage chez les *Eucalyptus de plantation*. These pour obtenir le grade de Docteur. L'UNIVERSITE DE BORDEAUX I. N° d'ordre: 1253. 160p.
- JACOBS. 1939. "The fibre tension of woody stems, with special referentes to the genus *Eucalyptus*". *Bulletin Commonwealth Forestry Bureau*, Num 22, 37pp.
- KUBLER, H. 1987. Growth stress in trees and related wood properties. *Forestry Abstract* vol. 48(3): 131-189. Vol. 10 N° 3 pp: 61-119
- LÓPEZ, J. (h). 2005. Un nuevo desafío en especies de rápido crecimiento en el Noreste argentino. Madera de calidad para usos sólidos. INTA EEA Bella Vista.
- LÓPEZ, J. (h); Parisi, L. 2005. Tensiones de crecimiento del estrato dominante de algunos orígenes y procedencias de *Eucalyptus grandis* a los 17 años de edad en 2 sitios del oeste de la provincia de Corrientes, Argentina. INTA EEA Bella Vista.
- MALÁN. 1979. "The control of end splitting in sawlogs: A short literature review". South African Forestry Journal, Num. 109, 14-18.
- MALAN F.S. and Verry S.D. 1996. Effect of genotype-by-environment interaction on the wood properties and qualities of tour-year-old *Eucalyptus grandis* and *E. grandis* hybrids. South African Forestry Journal. N° 176. pp: 47-53
- MARCO, M. 2006. Eucalyptus de rápido crecimiento para usos sólidos. XXI Jornadas Forestales de Entre Ríos.
- MUNIERI A. and Leggate W. 2000. Wood properties and sawn timber characteristics of fase, plantation grown 4 year old *Eucalyptus pilularis* AFG 2000 Conference. "Opportunities for the New Millennium" Cairns. Queensland. September, 2000.
- OKUYAMA T. 1997. Assessment of growth stresses and peripheral strain in standing trees. IUFRO Conference on Silviculture and Improvement of Eucalyptus. Salvador. Proceedings. Colombo: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. Vol 1. pp: 1-14
- PEREIRA, J.C.D., Schaitza, E.G., Higa, A.R., Lavoranti, O.S. y Asis, T.F. 1998. Variabilidad de de algunas características da madeira de clones de *Eucalyptus spp*. Para processamento mecánico. Boletim de Pesquisa Florestal. Curitiba.
- PURNEL R. C. 1988. Variation in wood properties of *Eucalyptus nitens* in a provenance trial on the eastern transvaal highveld in South Africa. South African Forestry journal. N°144. pp: 10-22
- SANCHEZ ACOSTA. 1995 Experiencia argentina en el uso de la madera de eucalipto. Seminario Internacional de Utilizacão Da Madeira de Eucalipto para Serraria. IPT – IUFRO. San Paulo, Brasil, 9p.
- SCHACHT L. y GARCÍA J.N. 1997. Variacão genética de indicadores de tensões de crescimento em clones de *Eucalyptus urophylla*. IUFRO Conference On Silviculture and improvement of Eucalypt. 1997 Salvador. Proceedings. Colombo: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. pp: 405-410
- SCHAITZA E.G. y PEREIRA J.C. 1997. Tensões de crescimento em *Eucalyptus spp*. En: Curso sobre procesamiento mecánico de la madera de

- eucalipto-EMBRAPA-CETMAM. Curitiba (Brasil). 16 al 20 de Marzo de 1998. 16p.
- TINTO, J. 1991. Características y aserrado de *Eucalyptus grandis*. VI Jornadas Forestales de Entre Ríos. Pp 27-50. Concordia.
- TOUZA, M. 2001. Proyecto de investigación sobre sistemas de aserrado adecuados para procesar *Eucalyptus globulus* con tensiones de crecimiento. *Revista CIS - Madera* 6:8-37.
- VALDEZ, R. 2003. Tensiones de crecimiento en *Eucalyptus nitens*. Memoria de titulación. Universidad de Talca. Facultad de Ciencias Forestales. Chile. 61p.
- VIGNOTE, S.; Molinero, I.; Grard, J.; Diez, M. R. 1996. Estudio de las tensiones de crecimiento de *Eucalyptus globulus* Labill en Galicia y su relación con las características de la estación y morfológicas del propio árbol. *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales*. España. 5 (1):153-165.

FICHA TÉCNICA

***Xylophanes tyndarus* (LEPIDOPTERA: SPHINGIDAE) EN LA PROVINCIA DE MISIONES (ARGENTINA)**

***Xylophanes tyndarus* (LEPIDOPTERA: SPHINGIDAE) IN THE PROVINCE OF MISIONES (ARGENTINA)**

Olga de Coll¹
Liliana Valverde²

1. Ingeniera Agrónoma E.E.A. INTA Montecarlo. Av. El Libertador N° 2471. (CP 3384) Montecarlo, Misiones. E-mail: odecoll@montecarlo.inta.gov.ar

2. Licenciada en Ciencias Naturales. División Entomología. Instituto Miguel Lillo. Tucumán. E-mail: lvalverde@hotmail.com

Los bosques tropicales y subtropicales albergan una gran diversidad de especies polinizadoras y de éstas, los lepidópteros y en especial los esfíngidos, son importantes agentes polinizadores asociados a la vegetación nativa. En la selva misionera se encuentra una gran diversidad de esfíngidos que tienen una estrecha relación con el periodo de floración de los árboles nativos.

Xylophanes Hübner, 1819, es un género Neotropical con 84 especies de las cuales 17 están presentes en Argentina (Moré *et al.* 2005). La especie *Xylophanes tyndarus* (Boisduval, 1875) fue descripta en 1875, como *Choerocampa tyndarus* por Boisduval. Inicialmente los datos de su distribución eran desde México hasta el sureste de Brasil, pero en 1933, Orfila amplia su distribución citándola para Misiones, Argentina. No obstante, en la última revisión de esfíngidos de Argentina realizada en distintas colecciones entomológicas por Moré *et al.* (2005), informan que la especie *X. tyndarus* no fue vista en ninguna de las colecciones estudiadas, pero suponen que la información es correcta por su amplia distribución en Sudamérica.

El objetivo de la presente nota fue confirmar la presencia en nuestro país de esta especie que fue capturada nuevamente después de más 70 años que la citara Orfila (1933).

La captura de esfíngidos se realizó en el Campo Anexo, General Manuel Belgrano, INTA San Antonio, Misiones, situado a S 26° 2' 53,34", W 53° 46' 0,12" a 481 m s.n.m., utilizando una trampa de luz (mezcladora, 160 watos). El área de colecta está muy cerca a la Reserva del Parque Provincial Uruguá y se caracteriza por tener especies del monte nativo y forestales resinosas (*Araucaria angustifolia*, *Pinus* spp.)

Se colectaron varios ejemplares del género *Xylophanes* y uno de ellos fue identificado como *Xylophanes tyndarus* (1♂, 6/9/2010, col. O. R. de Coll). El ejemplar identificado fue depositado en la colección entomológica del Instituto-Fundación Miguel Lillo (IFML) Tucumán, Argentina.

***Xylophanes tyndarus* (Boisduval, 1875)**

(Figura 1)

Choerocampa tyndarus Boisduval, Spec. Gen. Lép. Het. 1:264, n 51, t. 4. f. 5 (1875) (Brazil); Coll. Charles Oberthür; Druce, in Biol. Centr. Amer., Lep. Het. Suppl. p. 306. n.13 (1896) (México; Honduras; kaye, Trans. Ent. Soc. London. p. 138 (1901) (Trinidad).

Chaerocampa tyndarus, Butler, Trans. Zool. Soc. Lond. p.84 (1877).

Darapsa tyndarus, Kirby, Cat. Lep. Het. i.p. 671. n.6 (1892)

Darapsa (*Choerocampa*) *tyndarus*, Rothschild, Nov. Zool. i. p. 84 (1894) (Venezuela; Trinidad; Costa Rica).

Xylophanes tyndarus se asemeja a la especie *X. pistacina*, se diferencia de esta última en el color, *X. tyndarus* es verde brillante y las alas posteriores son oscuras con una banda de color verde, mientras que *X. pistacina* es de color pardo oliváceo y la banda de las alas posteriores es de igual color.

El cuerpo y alas son verde brillante. Envergadura alar de 75 a 86 mm. Lado inferior del cuerpo verde blanquecino. Alas anteriores con tres líneas antemedianas; primera línea discal bien marcada, recta, sombreada externamente; ápice del ala con una línea oscura corta. La banda verde de las alas posteriores no llega al margen costal. La genitalia del macho no difiere del de *X. pistacina*, excepto en que el aedeago es mas fuerte, menos curvado y dentado en el extremo y la vesica presenta en el extremo un proceso fuertemente dentado. Las plantas huéspedes de las larvas de esta especie, pertenecen a la familia Rubiaceae. (Rothschild & Jordan, 1903).



Figura 1: *Xylophanes tyndarus*, macho (unidad: 1 cm).

BIBLIOGRAFÍA

- D'ABRERA, B. 1986. Sphingidae Mundi. Hawk moths of the world. E. W. Classey. London. 226 pp.
- MORÉ, M.; Kitching I. J. y Cocucci A. A. 2005. Sphingidae. Esfíngidos de Argentina. Hawkmoths of Argentina. LOLA (Literature Latin America) Buenos Aires. Argentina. 165 pp.
- ORFILA, R.N. 1933. Estudio de Lepidopterología III. Catalogo Sistemático de los Sphingidae (Lep.). Revista de la Sociedad Entomologica Argentina 23: 189-206.
- ROTHSCHILD, W. y Jordan K. 1993. A revision of the Lepidopterous family Sphingidae. Novi. Zool. 9 (supl.): 682-682.
- SCHREIBER, H. 1978. Dispersal centres of Sphingidae (Lepidoptera) in the Neotropical Región. Biogeográfica 10: 195pp.
- VALVERDE, L. 1999. Sphingidae del Parque Nacional Calilegua (Jujuy, Argentina) (Insecta: Lepidoptera). SHILAP Revta. Lepid., 27(106).

FICHA TÉCNICA

MANEJO DE FRUTOS Y SEMILLAS, PRODUCCIÓN DE PLANTINES Y ESTABLECIMIENTO A CAMPO DE ESPECIES NATIVAS *Astronium balansae* Engl. (Urunday)

Beatrix Irene Eibl¹
Cecilia González¹
Liliana Mattes¹

1. Laboratorio de Análisis de Semillas y Banco Regional de Semillas de la Facultad de Ciencias Forestales, UNaM.

Descripción de la especie

Hojas: son compuestas, imparipinadas; los foliolos son lanceolados. Bordes aserrados y punta larga, con el envés pálido (CARVALHO, 1994), (Figura 3).

Flores: son numerosas masculinas y femeninas, diminutas de 3 mm de largo blanquecinas a verdosas con 5 pétalos, reunidas en inflorescencias (CARVALHO, 1994).

Fruto: es una drupa subglobosa castaña de 2-3 mm de diámetro con 5 sépalos persistentes (CARVALHO, 1994).

Semillas: son castañas, hay 1 semilla por fruto, de 1mm de diámetro (CARVALHO, 1994), (Figura 1).

Cotiledón: ovales de color verde oscuro (Figura 2, 3).

Fenología del ciclo reproductivo

Floración: noviembre-diciembre.

Fructificación: diciembre a febrero.

Dispersión: diciembre a marzo.

Manejo de frutos y semillas

Cosecha: se realiza antes de la dispersión, entre diciembre y febrero (con mayor frecuencia a principios de febrero).

Acondicionamiento: secar los frutos en ambiente seco sobre papel de diario y se mantienen como fruto completo (con los restos florales).

Número de frutos por kg: 15000 frutos/kg.

Almacén: se pueden guardar los frutos, secos y en frío (6 a 9 °C) envueltos en papel de diario y dentro de frascos de vidrio por aproximadamente un año.

Producción de plantines

Tratamiento pregerminativo: no requiere

Poder germinativo: 50 – 70 %.

Siembra: se deben sembrar los frutos en almácigos y después repicar las plántulas a los envases. Inicia la germinación entre los 5 a 7 días.

Transplante: 5 a 6 semanas luego de la germinación o cuando las plántulas presenten el 1º o 2º par de hojas verdaderas.

Envases: bolsas de polietileno y/o en tubetes.

Sustratos: puede utilizarse mantillo de monte solo o con tierra colorada, así como también una mezcla de corteza de pino compostada con tierra colorada, arena y entre 1,5 - 3 Kg de fertilizante de liberación lenta/m³ de sustrato (GONZÁLEZ, 2008).

Enfermedades y plagas en vivero: en almácigos es frecuente observar damping-off si el manejo en dicha etapa no es el adecuado (controlar densidad de siembra y riego). No se registraron plagas en vivero (GONZÁLEZ, 2008).

Tiempo de viverización: 4 - 8 meses, lográndose altura total 35 a 60 cm, dependiendo del sistema de producción empleado (Figura 5).

Características silviculturales

Hábito de crecimiento: el tallo de esta especie se inclina, por lo que debe tutorarse los primeros años. Presenta desrame natural, en alta densidad.

Exigencia lumínica: es heliófita (CARVALHO, 1994).

Sensibilidad a heladas: tolera heladas leves (MONTAGNINI et al., 2006).

Sensibilidad a sequías: poco sensible (MONTAGNINI et al., 2006).

Calidad de sitio: tolera suelos compactados y de baja fertilidad (MONTAGNINI et al., 2006).

Establecimiento a campo

Métodos de plantación: puede ser plantada a cielo abierto en plantaciones puras y mixtas (CARVALHO, 1994; MONTAGNINI et al., 2006).

Plagas: no se han reportado daños (CARVALHO, 1994).

Datos de crecimiento: esta especie presenta crecimiento inicial en altura rápido, con productividad volumétrica máxima reportada de 18 m³/ha, año (CARVALHO, 1994). En plantación pura se logró 10,18 cm de dap promedio y 6,78 m de altura promedio, con 59 % de sobrevivencia; y en plantación mixta con otras especies nativas se logró 10,91 cm de dap promedio y 8.23 m de altura promedio, con 78 % de sobrevivencia; ambos datos corresponden a una plantación de 11 años (MONTAGNINI et al., 2006), (Figura 6).



Figura 1: *Astronium balansae* Engl. Frutos.

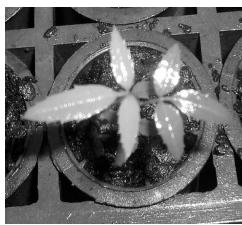
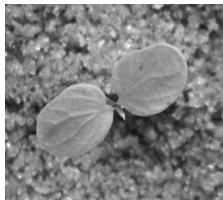


Figura 2, 3 y 4: *Astronium balansae* Engl. Izquierda: cotiledones y plántula con 1º par de hojas; derecha: plántula completa a los 7 días



Figura 5: *Astronium balansae* Engl. Plantines en tubetes a los 3 meses.



Figura 6: *Astronium balansae* Engl. Plantación a los 14 años.

BIBLIOGRAFÍA

CARVALHO P E R. 1994. Especies florestais brasileiras. Recomendacoes silviculturais, potencialidades e uso da madeira. EMBRAPA. CNPF/SP. Brasil. 639 pp.

GONZÁLEZ C. 2008. Producción de plantines de especies forestales multipropósito. Informe Final Integradora II. Disponible en Biblioteca FCF-UNaM.

MONTAGNINI F.; Eibl B.; Fernandez R. 2006. Rehabilitation of degraded lands in Misiones Argentina. Revista Bois et Forest des Tropiques N° 288 (2): 51-65.

FICHA TÉCNICA

ÁRBOLES DE MISIONES

Aralia warmingiana (Marchal) J. Wen

Alicia Violeta Bohren¹

Luis Alberto Grance²

Héctor Martín Gartland³

Guillermo Federico Küppers⁴

Pablo Andrés Pozskus⁵

1. M.Sc. Ing. Forestal, Profesor Adjunto, Facultad de Ciencias Forestales, UNaM, Bertoni 124, Eldorado, Misiones.
aliciabohren@hotmail.com

2. Ing. Forestal, Profesor Adjunto, FCF, UNaM. lgrance@yahoo.com.ar

3. Ing. Forestal, Profesor Jubilado, FCF, UNaM. mgartland@live.com.ar

4. Becario alumno Ingeniería Forestal, FCF, UNaM. pabloposzkus@hotmail.com

5. Becario alumno Ingeniería Forestal, FCF, UNaM. guillo_lq@hotmail.com

Nombres comunes: “Sabuguero” (Argentina); “para paray guazu” (Paraguay); “pariparai-guaçu”, “paú yacaré” (Brasil).

Familia: Araliaceae

Sinónimos: *Coemansia warmingiana* Marchal, *Coudenbergia warmingiana* (Marchal) Marchal, *Pentapanax warmingianus* (Marchal) Marchal.

GENERALIDADES

Árbol originario de Bolivia, Paraguay, Brasil y Argentina. En nuestro país se encuentra en la Selva Paranaense (Misiones y Corrientes); en la región oriental húmeda de la Provincia Chaqueña (Formosa, Chaco y Santa Fé) y en las Yungas (Salta) (JUSTINIANO *et al.*, 2004; GAMERRO y ZULOAGA, 1998; ZULOAGA *et al.*, 2011).

En la Selva Misionera su densidad es muy baja entre 0,27 a 0,63 árboles/ha; diámetro normal de 44,55 cm y máximo de 97 cm (d.a.p.), con altura de fuste medio de 7,87 m y máximo de 14 m (GARTLAND y PARUSSINI, 1991).

Es integrante del estrato superior de la Selva Misionera, de temperamento heliófilo e higrófilo, de follaje caduco.

El “sabuguero” florece durante el mes de noviembre y la maduración de los frutos se produce durante el mes de marzo, (EIBL *et al.*, 1995).

DESCRIPCIÓN DE LOS ESTADIOS DE VIDA

Estadio de Plántula (GARTLAND *et al.*, 1991).

Germinación epígea.

Hipocótilo recto de 28,1 mm de altura; de sección circular, provisto de pelos cortos glandulosos dispuestos en hileras verticales, de color verde claro en la región apical y verde blanquecino en la basal.

El **sistema radicular** evoluciona desde un eje principal único hasta un sistema de ramificaciones secundarias, hacia la formación del primer y segundo par de hojas.

Cotiledones medianos; de 15,3 (12-19) mm de long. y 10,3 (8-13) mm de lat.; opuestos;

subsésiles de 2 mm de long., plano-convexa, provisto de pelos cortos glandulosos. Lámina aovada; disicolor: epifilo verde brillante e hipofilo verde claro; membranosos; superficie glabra y lisa. Ápice redondeado; base obtusa a truncada; borde entero. Palmitinervadas.

Primer par de hojas: simples; alternas; pecioladas, de pecíolo canaliculado, glabro, de 7-16 mm de long. Lámina aovada 24,6 (22-27) mm de long. y de 21 (11-29) mm de lat.; concolor, verde brillante; membranosa; superficie glabra y rugosa; ápice agudo a atenuado; base obtusa a truncada; borde doblemente aserrado. Retinervada.

Segundo par de hojas: Aproximadamente el 30 % de las plántulas presentaron el segundo par de hojas simples con las mismas características descriptas para el primer par de hojas, pero de mayor tamaño; en tanto las restantes presentaron el segundo par de hojas compuestas, pinnadas, trifolioladas.

En la **Figura 1** se observan las primeras hojas.



Figura 1: Desarrollo de las primeras hojas en estadio de plántula.

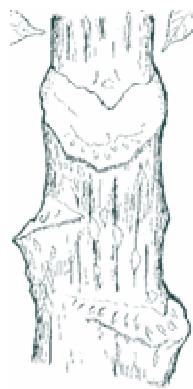


Figura 2: Rámulo con cicatrices foliares angostamente triangulares.

Estadio Juvenil

Ramificación tardía del tipo monopodial, se observa un notable crecimiento apical, sin desarrollo de ramificaciones secundarias, aún habiendo superado el estadio juvenil. Las hojas se disponen en un rosetón en el extremo apical del tallo.

Tallo cilíndrico; castaño-claro, prontamente suberificado. Las lenticelas son orbiculares o elípticas, sobresalientes, de la misma coloración o más claras que el resto del tallo, de distribución difusa. La **corteza** presenta un diseño fisurado, con fisuras rectas en sectores y en otros anastomosadas. En toda la extensión se observan las cicatrices foliares, angostamente triangulares, que superan la mitad de la circunferencia del tallo.

Rámulos gruesos, de entrenudos rectos y cortos; de sección circular, verdosos y con lenticelas blanquecinas. Lenticelas blanquecinas orbiculares o elípticas de 1-2 mm de diámetro con la abertura dispuestas longitudinalmente. **Cicatrices foliares** notables, angostamente triangulares que abarcan más de la mitad del rámulo (**Figura 2**). **Cicatrices estipulares** intrapeciolares, lineares siguiendo el contorno superior de la cicatriz foliar. **Yema apical** terminal protegida por la base del último primordio foliar; yemas axilares solitarias. **Médula** de sección circular, blanquecina, de posición central, esponjosa y continua.

Hojas alternas, compuestas tripinadas de 70-130 cm de long. total y 40-80 cm de lat., estipuladas intrapeciolares, liguladas, pequeñas, adheridas a la base del pecíolo (**Figura 3**); pecíolo de 25-55 cm de long., lenticelado con lenticelas circulares y elípticas de color castaño-amarillento. Sobre el raquis principal se disponen de 3-4 pares de pinas primarias de 10-35 cm de long., estipeladas (estipelas bipinadas, grandes y notables). Cada pina primaria con 3-11 pares de pinas secundarias. Los foliolulos son opuestos, ovados, 2-8 cm de long., y de 1,5-4 cm de lat., acuminados, membranáceos, ligeramente discolores, de borde aserrado y asimétricos.

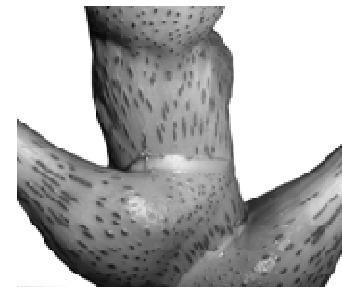


Figura 3: Detalle de las estípulas intrapeciolares.

Estadío adulto

Árbol de **porte** grande, la altura total se encuentra entre los 25-35 m, excepcionalmente 40 m, d.a.p. medios comprendidos entre 40 y 52 cm, y máximos de 97 cm. Posee **habito** de copa alta. La **copa** en aglomerados, las hojas se concentran en el extremo de las ramas, densifoliada; de follaje caduco, (**Figura 4**). El **fuste** es recto, de tipo cilíndrico, puede alcanzar longitudes máximas de 14 m, situándose la media en el rango de 6,5-10 m; la base tabular.

La **corteza** es persistente; fisurada, con fisuras rectas y anastomosadas; de color pardo-grisácea; con lenticelas notables y corchosas en el fondo de las fisuras (**Figura 5**). Espesor total de la corteza comprendida entre los 30-50 mm, la corteza interna entre 20-30 mm. **Estructura** cortical compleja del tipo reticulado-flamiforme, blanquecina, excepto los bordes exteriores del ritidoma de color castaño-claro, con **textura** parenquimatoso.

Posee **hojas** alternas, compuestas tripinadas, de 45-100 cm de longitud total y 35-50 cm de latitud, con estípulas intrapeciolares. Pecíolo de 15-40 cm de longitud, de sección circular, glabro, verdoso, lenticelado. Sobre el raquis principal, con las mismas características que el pecíolo, se disponen de 3-6 pares de pinas primarias de 10-25 cm de long., estipeladas (estipelas bipinadas, grandes y notables). Cada pina primaria con 3-11 pares de pinas secundarias. Los foliolulos son opuestos, ovados, 2-8 cm de long., y de 1,5-4 cm de lat., acuminados, membranáceos, ligeramente discolores, de borde aserrado y asimétricos.

El **fruto** es una baya globosa castaña de 5-8 mm de diámetro, contiene 5 semillas lunulares, blancas de 4-5 mm de largo, (LÓPEZ et al., 1987; ORTEGA et al., 1989).



Figura 4: Vista general del “sabuguero”, con la copa en aglomerados.



Figura 5: Corteza fisurada con lenticelas corchosas

CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA

La madera presenta una albura y duramen no diferenciados, de color blanco-amarillenta, textura fina y homogénea, grando derecho, en corte tangencial presenta diseño veteado suave a liso y en el radial jaspeado suave, brillante, sin sabor ni olor; blanda, liviana, de contracciones moderadas, penetrable y poco durable; (TORTORELLI, 1956; TINTO, 1978).

Anillos de crecimiento no demarcados. Porosidad difusa; poros solitarios en su mayoría, múltiples radiales cortos y largos, y escasos agrupados. Parénquima leñoso paratráqueal vasicéntrico escaso. Radios leñosos anchos, visibles con lupa de mano.

USOS

Se utiliza para la elaboración de terciados, chapas, revestimientos, carpintería, mueblería, accesorios textiles, palos de escobas, gabinetes, artículos ornamentales. (TINTO, 1977)

PROPIEDADES DE LA MADERA

(Fuente: TINTO, 1978).

Propiedades físicas

Densidad (Kg/dm³):

Estacionada (C. H.: 15 %): 0,470

Contracción total (%):

Radial: 3

Tangencial: 8,7

Volumétrica: 11,7

Coeficiente de Retractabilidad

Radial (R): 0,10

Tangencial (T): 0,29

Volumétrica: 0,39

Relación (T/R): 2,99

Otras propiedades

Porosidad: 68,7%

Compacidad: 31,3 %

Contenido de humedad verde: 110 %

Estabilidad dimensional: Poco estable

Receptividad a la impregnación: Penetrable

Comportamiento en procesos varios:

Secado: Regular

Maquinado: Bueno

Pintado: Bueno

Clavado: Regular

Combustión fácil.

BIBLIOGRAFIA

- EIBL, B.; Silva, F.; Bobadilla, A. Y Ottenweller G.. 1995. Fenología de especies forestales nativas de la Selva Misionera (Primera parte). Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ciencias Forestales. Revista Yvyrareta 6:81-91.
- GAMERRO, J. C. y Zuloaga, F. O. *Dendropanax affinis*, nueva combinación y sinopsis de las Araliaceae Argentinas. Darwiniana 35(1-4):163-166.
- GARTLAND, H. M. y Parussini M. 1991. Caracterización dendrométrica de treinta especies forestales de Misiones (Segunda y última entrega). Revista YVYRARETA Año 2. N° 2.

- ISIF. UNaM. Facultad de Ciencias Forestales. Eldorado. Misiones. p: 5-22.
- GARTLAND, H. M.; Bohren, A. V.; Muñoz, D. y Ottenweller G. 1991. Descripción y Reconocimiento de las Principales Especies Forestales de la Selva Misionera en el Estado de Plántula. 2da. entrega. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Revista YVYRARETA. Nro.2. Año 2. p:70-101.
- JUSTINIANO, M. J.; Peña Claros, M.; Gutierrez, M.; Toledo, M.; Jordan, C.; Vargas, I. y J. C. Montero. 2004. Guía Dendrológica de Especies Forestales de Bolivia. Instituto Boliviano de Investigación Forestal. Vol. II. 231 p.
- LOPEZ, J. A.; E. L. Little; G. F. Ritz; J. S. Rombold y Hahn J. H. 1987. Arboles comunes del Paraguay. Ñande Yvyra Mata Kuera. Cuerpo de Paz, U.S. Government Printing Office, Washington, DC, USA. Imprenta Mitami, Asunción, Paraguay. 425 pp.
- ORTEGA TORRES, E.; Stutz De Ortega L.y Spichiger R. 1989. Noventa especies forestales del Paraguay. Flora del Paraguay. Conservatoire el Jardín Botaniques de la Ville de Geneve. Missouri Botanical Garden. Ginebra. 218 p.
- TINTO, J. 1977. Utilización de los recursos forestales Argentinos. Instituto Forestal Nacional. Folleto Técnico Forestal N° 41. 117 p.
- TINTO, J. 1978. Aporte del Sector Forestal a la Construcción de Viviendas. Instituto Forestal Nacional. Folleto Técnico Forestal N° 44. Bs. As. 142 p.
- TORTORELLI, L. 1956. Maderas y Bosques Argentinos. Editorial ACME S.A.C.I. Buenos Aires. 910 p.
- ZULOAGA, F. O.; Morrone O. y Belgrano M. J. 2011. Catálogo de las plantas Vasculares del Cono Sur. Capturado Junio 2011. <http://www.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/FA.asp>.

FICHA TÉCNICA
FRUTOS Y SEMILLAS
Ceiba insignis (Kunth) P. E. Gibbs & Semir

Dora Miranda¹
Dardo Paredes²

1. Prof. Titular Morfología Vegetal. Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. Calle Bertoni N° 124. (CP 3380) Eldorado Misiones.
2. Ex Becario Proyecto “Frutos y semillas de especies Forestales Nativas” FCF.

FAMILIA

Fabaceae

SUBFAMILIA

Caesalpinoideae

NOMBRES VERNÁCULOS

Argentina: tipa colorada, tipilla, ibiraró, vivaró, palo motero.

Paraguay: yvyra'ro, yam mak peehe.

Brasil: amendoiim.

CARÁCTER DE RELEVANCIA

El poder germinativo de las semillas es del 70 %, demorando para germinar 50-60 días y su viabilidad 120 meses. En vitro se obtuvo mayor poder germinativo colocando las semillas previamente en agua fría durante 24 horas (ORFILA, 1995). Como tratamiento pregerminativo, es suficiente una escarificación suave con papel de lija o inmersión en agua durante 24 horas (VALDORA y SORIA, 1999). Los frutos permanecen mucho tiempo en el fruto, lo cual perjudica a las semillas debido al ataque de larvas de insectos (LÓPEZ y LITTLE, 1987).

HÁBITAT Y SISTEMA REPRODUCTIVO

Es una especie heliófita que se halla en lugares abiertos, bordes de caminos y aperturas en el bosque (LÓPEZ y LITTLE, 1987). La multiplicación de esta especie, además de efectuarse por semillas se puede realizar por raíces cortadas en trozos (ORFILA, 1995). Posee raíces gemíferas que permiten su regeneración agámica (COZZO, 1975)

USOS

Proporciona madera pesada, dura, presenta hermoso veteado que la hace muy buscada para la fabricación de muebles. Es muy durable y resistente y tiene aplicaciones en carpintería en general, carrocerías, construcciones civiles y navales, etc. (BILONI, 1996). La corteza tiene tanino. Su uso como ornamental en espacios amplios es frecuente (VALDORA y SORIA, 1999).

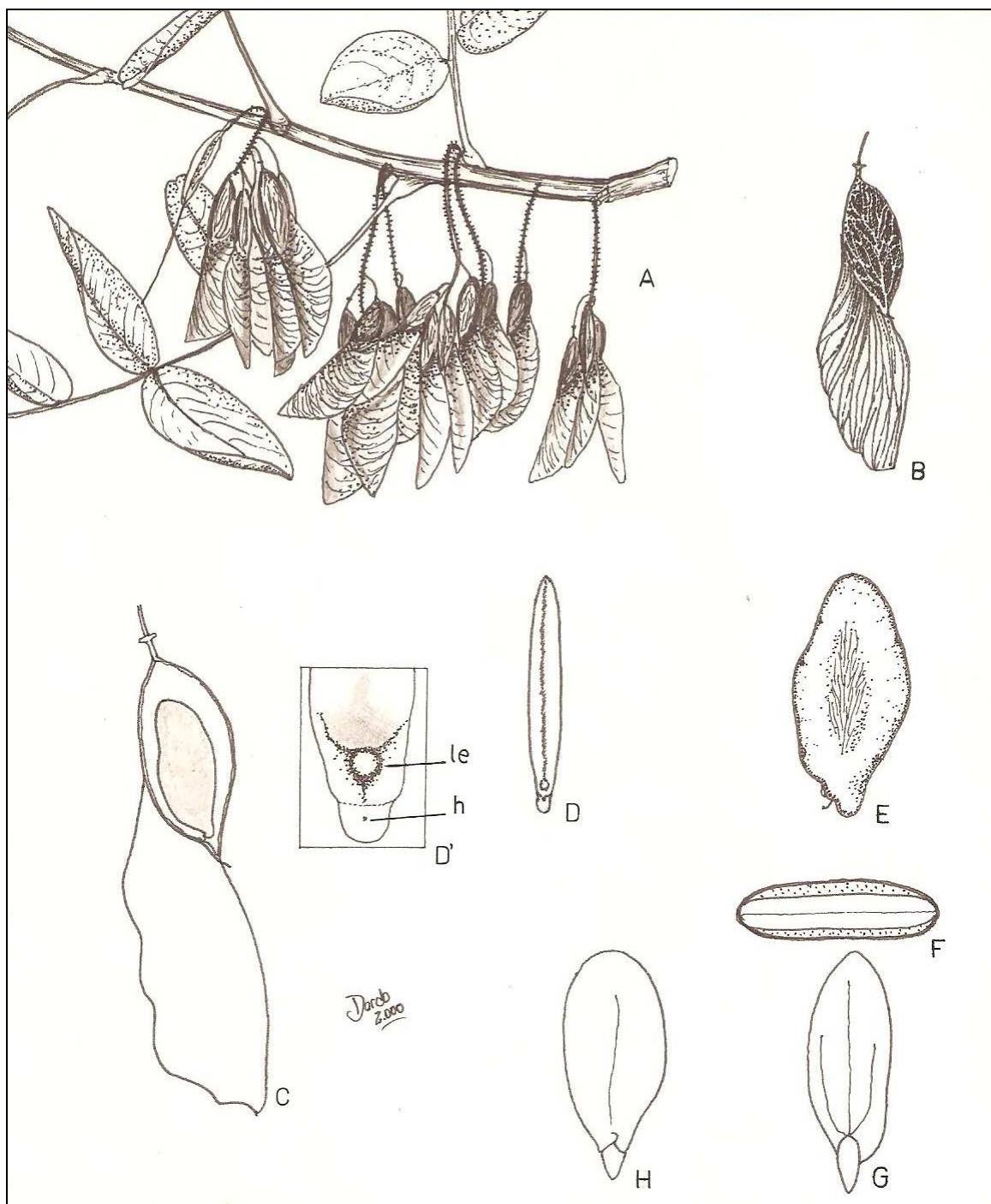
FRUTOS

Sámaras de 3,5 a 6 cm. de longitud (Fig. A). Cámara seminífera elíptica y ala distal a la base del fruto, esta última es lateral y cartácea (Fig. B). Subestipitada, estípite mayor de 0.2 cm. de longitud lateralmente comprimido. Monospérmicos. Monocárpicos. Pericarpio castaño rojizo, reticulado debido a las profusas nerviaciones, opaco y cartáceo; se presenta un endocarpo marrón y el área alrededor de la semilla es lisa y opaca. Indehiscentes.

SEMILLAS

Semillas medianas de 10.2-12 x 5.9-7.4 mm. Irregularmente elípticas, ápice agudo y base con prominente lóbulo radicular. Comprimidas lateralmente y bordes subagudos (Fig. D). Cubierta seminal marrón y a veces ocre, lisa, brillosa y ósea. Líneas de fractura abundantes (Fig. E). Funículo filiforme y ligeramente curvo (Fig. E). Hilo indiscernible, a veces ligeramente discernible, subbasal. Corona hilar ausente. Micrópilo indiscernible a simple vista, subbasal y elíptico (Fig. D'). Lente discernible a simple vista, subbasal, aovada prolongándose en una línea rafeal más oscura que el resto de la cubierta seminal y notablemente elevada con respecto al resto de la superficie de la cubierta seminal (Fig. D'). Endosperma uniforme, lateral, cárneo y ámbar (Fig. F). Embrión inverso, amarillo, bilateralmente simétrico y coriáceo (Fig. G). Cotiledones planos, irregularmente elípticos, iguales, trinervados, enteros, ápice redondeado y ligeramente agudo, base atenuada, cubriendo parcialmente al hipocótilo-radícula (Fig. G y H). Eje embrionario recto, plúmula rudimentaria e hipocótilo-radícula cónica (Fig. H).

Número de semillas por Kg.: 13000 – 13500 (Orfila, 1995). 8000 (LÓPEZ y LITTLE, 1987).



Pterogine nitens Tulasne. **A.** Vista general de frutos dispuestos en el ramulo ($\times \frac{1}{2}$). **B.** Aspecto externo de un fruto maduro ($\times 1$). **C.** Vista del fruto exhibiendo la disposición de la semilla ($\times 1 \frac{1}{2}$). **D.** Vista del borde rafeal de la semilla ($\times 3$). **D'**. Detalle del extremo hilar exhibiendo el (h) hilo y la (le) lente ($\times 20$). **E.** Aspecto externo de la semilla exhibiendo las líneas fracturales y el epíhilo ($\times 3$). **F.** Sección transversal de la semilla donde se puede apreciar el endosperma lateral y los cotiledones ($\times 5$) **G.** Vista externa del embrión inverso ($\times 3$). **H.** Vista interna del embrión mostrando el cotiledón trinervado, eje embrionario recto, plúmula rudimentaria e hipocótilo- radícula cónica ($\times 3$). *Jordi Z. 2000*

BIBLIOGRAFIA

- BURKART, A. 1952. Las Leguminosas Argentinas silvestres y cultivadas. Segunda Edición Acmé Agency. Buenos Aires. Pp. 569
- BILONI, J. S. 1990. Árboles autóctonos argentinos de las selvas, bosques y montes de la argentina. Tipográfica Editora Argentina. Pp. 335
- BOELCKE, O. 1946. Estudio morfológico de las semillas de Leguminosas Mimosoideas y Caesalpinoideas de interés agronómico en la Argentina Darwiniana 7: 240-321.
- COZZO, D. 1975. Arboles Forestales , Maderas y Silvicultura de la argentina. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Segunda Edición Tomo II. Editorial Acme. Buenos Aires.
- GUNN, Charles R. 1991. Fruits and sedes of genera in the subfamily Caesalpinoideae (Fabaceae). United States Departament of Agriculture. Agricultural Research Service. Technical Bulletin Number 1755
- LOPEZ, J.; Little, E. 1987. Árboles comunes del Paraguay. Washington. Cuerpo de Paz. Pp.188-189
- LORENZI, H. 1998. Árbores brasileiras. Manual de identificacao e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum
- MACIEL BARROSO, G. 1999. Frutos e sementes. Morfología aplicada a sistemática de dicotiledóneas. Universidade Federal de Vocos. Brasil.
- ORFILA, E. N; 1995. Frutos, Semillas y Plántulas de la Flora Argentina. Ediciones Sur. Pp. 156
- VALDORA, E y Soria, M. 1999. Arboles de interés forestal y ornamental para el noroeste Argentino. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Tucumán.

NORMAS PARA LA 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 investigaciones 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** que comprendan 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; **Revisões**: 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.

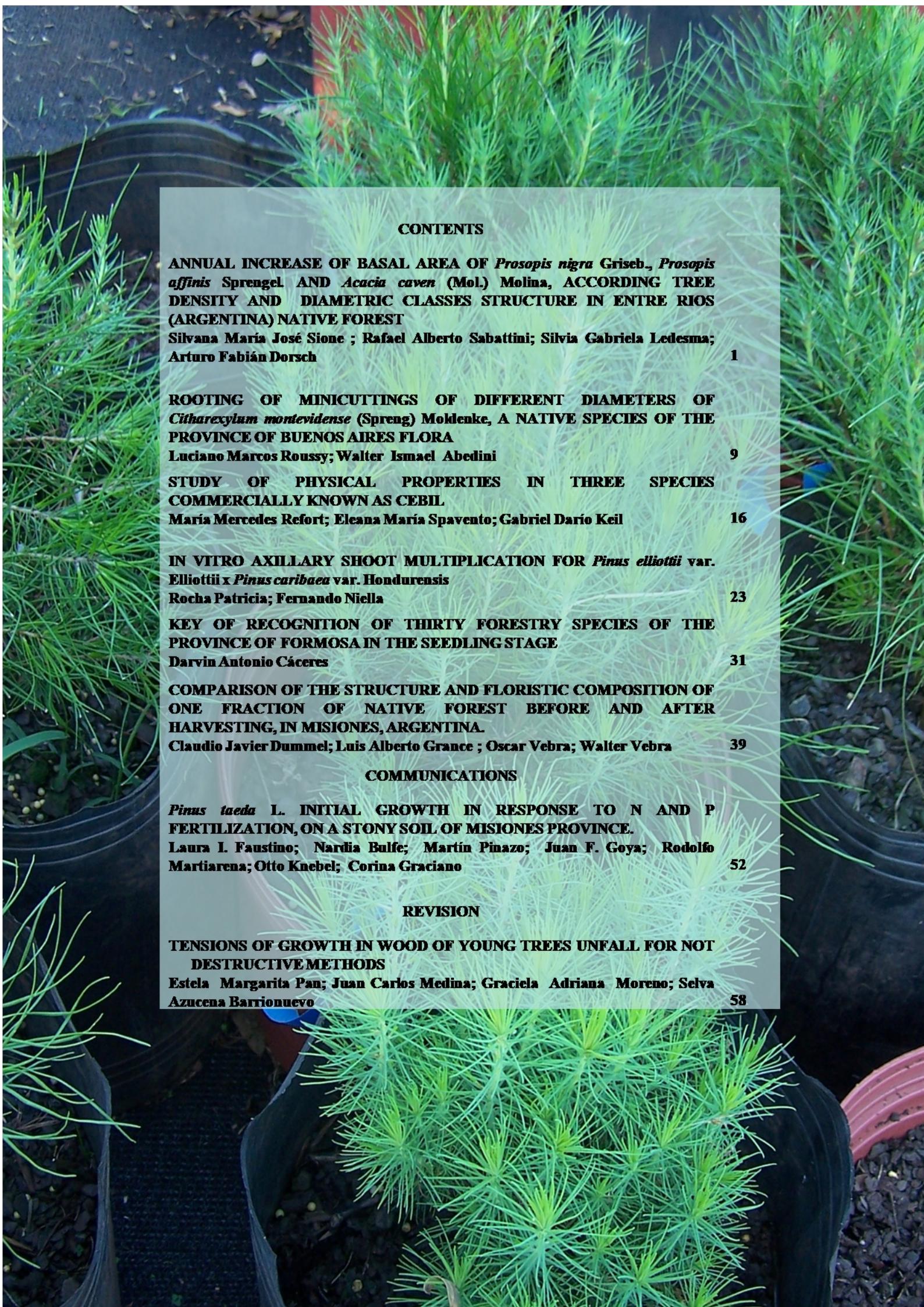
Los manuscritos serán enviados a: Comité Editorial, **Revista Forestal Yvyraretá, Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales, Facultad de Ciencias Forestales, Bertoni 124, (3380) Eldorado, Misiones, Argentina.** (Te: 03751-431780/431526, fax: 03751-431766 e-mail: isif@facfor.unam.edu.ar)

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, superior e inferior de 2,5cm y derecho de 2cm. 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 de 1,25cm. Fuente Times New Roman tamaño 12. La estructura de los trabajos responderá al siguiente ordenamiento:

- **Carátula:** TITULO, en castellano e inglés; **AUTORES:** Nombre y apellido completo, centrado y minúscula, en negrita, con llamadas numeradas. Debajo de los autores, alineados a la izquierda, colocar: títulos, cargo e institución, incluyendo dirección completa y correo electrónico.

Comenzar en otra página con:

- **TITULO:** en castellano e inglés
- **SUMMARY:** resumen traducido al inglés, no superior a 150 palabras
- **Key words:** palabras claves traducidas al inglés.
- **RESUMEN.** Debe consistir en una condensación informativa de los métodos, resultados y conclusiones principales.
- **Palabras clave:** Cinco como máximo, en orden de importancia.
- **INTRODUCCIÓN:** Debe indicar claramente el objetivo e hipótesis de la investigación y su relación con otros trabajos relevantes. Estos, los trabajos, deberán citarse, hay dos casos: con el autor y sólo el año de publicación entre paréntesis; y otro caso de el autor y el año entre paréntesis, ya que luego aparecerá en la bibliografía. En caso de un autor el Apellido en mayúscula y seguido del año, (LÓPEZ 1980); en el caso de dos autores colocar "y", (LÓPEZ y MARTÍNEZ 1990) y más de dos colocar "et al." (LÓPEZ et al. 1985). Por ejemplo: En comparación con el presente trabajo, VEILLON (1976) contó 278 individuos... ; o como así también en los planes de mejoramiento (REPETTI, 1990).
- **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.
- **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 títulos de las tablas deben ir en la parte superior, y de gráficos y figuras en la inferior. Si los gráficos y figuras no son muy complejos que no superen un ancho de 7,5cm. Las tablas deben tener líneas simples horizontales en los encabezados de las mismas y al final. Los gráficos y fotos serán impresos en blanco y negro. Los títulos de tablas, figuras y gráficos con traducción al inglés.
- **CONCLUSIÓN:** Debe ser basada en los resultados obtenidos y ofrecer, si es posible, una solución al problema planteado en la introducción.
- **AGRADECIMIENTOS**
- **BIBLIOGRAFIA:** Deberá 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. **Publicación:** RIQUE, T.; Pardo, L.; 1954. Studio de gamma obtained de spine de corona (*Gleditsia amorphoides*). Buenos Aires. Ministerio de Agriculture y Gendered. Administration National de Bosque. Publicación técnica número 19, 30 pp.
- **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 cursivo) 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.



CONTENTS

ANNUAL INCREASE OF BASAL AREA OF *Prosopis nigra* Griseb., *Prosopis affinis* Sprengel AND *Acacia caven* (Mol.) Molina, ACCORDING TREE DENSITY AND DIAMETRIC CLASSES STRUCTURE IN ENTRE RIOS (ARGENTINA) NATIVE FOREST

Silvana María José Sione ; Rafael Alberto Sabattini; Silvia Gabriela Ledesma; Arturo Fabián Dorsch

1

ROOTING OF MINICUTTINGS OF DIFFERENT DIAMETERS OF *Citharexylum montevidense* (Spreng) Moldenke, A NATIVE SPECIES OF THE PROVINCE OF BUENOS AIRES FLORA

Luciano Marcos Roussy; Walter Ismael Abedini

9

STUDY OF PHYSICAL PROPERTIES IN THREE SPECIES COMMERCIALLY KNOWN AS CEBIL

Maria Mercedes Refort; Eleana Maria Spavento; Gabriel Dario Keil

16

IN VITRO AXILLARY SHOOT MULTIPLICATION FOR *Pinus elliottii* var. Elliottii x *Pinus caribaea* var. Hondurensis

Rocha Patricia; Fernando Niella

23

KEY OF RECOGNITION OF THIRTY FORESTRY SPECIES OF THE PROVINCE OF FORMOSA IN THE SEEDLING STAGE

Darvin Antonio Cáceres

31

COMPARISON OF THE STRUCTURE AND FLORISTIC COMPOSITION OF ONE FRACTION OF NATIVE FOREST BEFORE AND AFTER HARVESTING, IN MISIONES, ARGENTINA.

Claudio Javier Dummel; Luis Alberto Grance ; Oscar Vebra; Walter Vebra

39

COMMUNICATIONS

***Pinus taeda* L. INITIAL GROWTH IN RESPONSE TO N AND P FERTILIZATION, ON A STONY SOIL OF MISIONES PROVINCE.**

Laura I. Faustino; Nardia Bulle; Martin Pinazo; Juan F. Goya; Rodolfo Martiarena; Otto Knebel; Corina Graciano

52

REVISION

TENSIONS OF GROWTH IN WOOD OF YOUNG TREES UNFALL FOR NOT DESTRUCTIVE METHODS

Estela Margarita Pan; Juan Carlos Medina; Graciela Adriana Moreno; Selva Azucena Barrionuevo

58