



Yvyrareta

Revista Forestal País de Arboles



Facultad de
Ciencias Forestales



Universidad Nacional de Misiones

21

DICIEMBRE 2014

www.yvyrareta.com.ar

Yvyraretá

Revista Forestal País de Arboles



Universidad Nacional de Misiones



Facultad de
Ciencias Forestales

SECRETARÍA DE CIENCIA,
TÉCNICA Y POSTGRADO.

Autoridades

Rector

Mgter. Javier GORTARI

Vice-Rector:

Ing. Fernando Luis Kramer

Sec. Gral. de Ciencia y Tecnología:

Dr. Pedro Dario ZAPATA

Decana

Mgter. Ing. Alicia Violeta BOHREN

Vice-Decano

Ing. Daniel VIDELA

Sec. Académica

Prof. Mgter. Julieta KORNEL

Sec. de Ciencia, Técnica y Postgrado

Mgter. Ing. Fernando NIELLA

Sec. Extensión

Ing. Orlando ARENHARDT

Sec. Administrativo

Sr. Carlos PEREYRA

Sec. Bienestar Estudiantil

Sr. Alejandro NEUENDORF

Secretaria Técnica

Ing. Susana Mariela TERESCZUCH

EDITORIAL

En mayo de 1990 en el polo foresto-industrial más importante del país nace la Revista Yvyrareta, País de árboles en el idioma guaraní, como una herramienta de divulgación científica y tecnológica; dependiente del Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales (ISIF) de la Facultad de Ciencias Forestales (FCF) de la Universidad Nacional de Misiones (UNaM). En el año 1997 se la bautiza con el nombre de Revista Forestal Yvyrareta, constituyéndose en la única revista científica y especializada vigente para el sector forestal en la región mesopotámica.

En el contexto actual, la actividad forestal se orienta no sólo al desarrollo sustentable a partir de la articulación de los componentes ecológicos, social y económica, sino también a la realización de acciones para la adopción de modernas y eficientes tecnologías, capaces de promover una producción forestal sustentable y el desarrollo de nuevos productos.

La revista Forestal Yvyrareta en su historia ha publicado centenas de contribuciones científicas de autores nacionales e internacionales de todas las áreas de las Ciencias Forestales, tales como la Silvicultura, Ecología, Biotecnología, Economía, Industrias Forestales, Ciencias y Tecnología de la Madera, Legislación Forestal, Cambio Climático, el Manejo de los Bosques, la Ordenación Forestal, de Cuencas hidrográficas y del Espacio Territorial, entre otros temas forestales.

Después de 25 años, asumimos el compromiso de expandir los horizontes de la Revista Forestal Yvyrareta con su edición electrónica, facilitándole la difusión a toda la comunidad científica y a los diversos actores de los sectores productivos y educativos vinculados al quehacer Forestal del país y del mundo. De esta manera, la Revista Forestal Yvyrareta se transforma en un espacio abierto para los saberes y avances del conocimiento.

Invito a todos los autores vinculados al sector forestal a enviar sus trabajos para ser publicados en la revista, dado que las contribuciones realizadas hasta la fecha componen el acervo científico de la Revista Forestal Yvyrareta y constituye la principal fortaleza no solo para nuestra revista sino para todos los actores del sector.

Asimismo, hago llegar a los miembros del Comité Científico de la Revista Forestal Yvyrareta, referentes nacionales e internacionales, mi más sincero agradecimiento por sus aportes y desinteresada colaboración que sin dudas aumenta el prestigio de nuestra revista.

*Magister Ing. Forestal Alicia V. Bohren
Decana de la Facultad de Ciencias Forestales
Universidad Nacional de Misiones*

Editada por:
Secretaría de Ciencia, Técnica y Postgrado.
Facultad de Ciencias Forestales.
Universidad Nacional de Misiones.

Editor Responsable:
Mgter. Ing. Alicia Violeta BOHREN

Editor Científico:
Mgter. Ing. Fernando NIELLA

Editor Técnico:
Ing. Susana Mariela TERESCZCUCH

Revisión de texto en inglés:
Prof. Silvia Graciela MARTINEZ

EVALUADORES DE ESTE NÚMERO

Mgter. Constantino Zaderenko (UNaM-FCF)
Mgter. Teresa Suirezs (UNaM-FCF)
Mgter. José María DE LUCA (UNaM-FCE)
Dra. Marta Renolfi (UNSE-FCF)
Dr. Héctor Keller (UNaM-FCF-CONICET)
Mgter. Norma Vera (UNaM-FCF)
Ing. Luis Acuña (INTA EEA Montecarlo)
Ing. Eduardo Sierra (FAUBA)
Ing. Marta Gulotta de Maguna (UNSE-FCF)
Dra. Ana Arambarri (UNLP-FCAyF)
Mgter. Walter Abedini (UNLP-FCAyF)
Ing. Alicia Stehr (UNaM-FCF)
Ing. Agr. Luis Colcombet (INTA EEA Montecarlo)
Ing. Chifarelli Diego (UNaM-FCF- INTA AER Eldorado)
Mgter. Elizabeth Weber (UNaM-FCE)
Mgter. Gabriel Keil (UNLP-FCAyF)

Tapa: *Myrocarpus Frondosus* (Incienso) Foto: Hector Keller

La Revista Forestal Yvygraretá 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 100 ejemplares
Indizada en LATINDEX
Indizada en CAB ABSTRACTS

ISSN: 2469-004X (versión en línea)
ISSN: 0328-8854 (versión impresa)

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 431780/431526 int. 129
Email: revistayvygrareta@gmail.com **Web:** www.yvygrareta.com.ar

ÍNDICE

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

DEFECTOS PRODUCIDOS POR EL SECADO ARTIFICIAL EN *Bumelia obtusifolia* 7
 DEFECTS CAUSED BY ARTIFICIAL DRYING IN *Bumelia obtusifolia*
 Esteban Arias; Walter Degano; Jose Otaran

APLICABILIDAD DE UN SISTEMA DE REMUNERACIÓN POR PRODUCTIVIDAD EN PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS MADERERAS DE MISIONES, ARGENTINA..... 15
 APPLICABILITY OF A SYSTEM OF REMUNERATION FOR PRODUCTIVITY IN SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES TIMBER OF MISIONES, ARGENTINA
 Nancy Anahí Brondani

CRECIMIENTO DE PLANTACIONES FORESTALES DE TRES ESPECIES NATIVAS DEL CHACO SEMIÁRIDO DE JUJUY, ARGENTINA 23
 GROWTH OF FOREST PLANTATIONS OF THREE NATIVE SPECIES OF SEMIARID CHACO IN JUJUY, ARGENTINA
 Cristian Ariel Humano

MULTIPLICACIÓN IN VITRO DE *Myrocarpus frondosus* Allemão “incienso” A PARTIR DEL ESTABLECIMIENTO DE SEMILLAS 30
 MULTIPLICATION IN VITRO OF *Myrocarpus frondosus* Allemão “incienso” FROM SEEDS ESTABLISHMENT
 Ana María Noguera; Micaela Evelin Martinez; Cristina Raquel Padilla; Paola Duarte

CARACTERÍSTICAS DE LA PRECIPITACION DURANTE 1981-2012 EN ELDORADO MISIONES..... 35
 PRECIPITATION CHARACTERISTICS DURING THE YEARS 1981-2012 IN ELDORADO MISIONES
 Fidelina Silva; Beatriz I. Eibl; Elisa A. Bobadilla

PROPAGACIÓN CLONAL DE *Peltophorum dubium* (Caña fistola), *Myrocarpus frondosus* (Incienso), y *Cordia trichotoma* (Peteribi) PARA SU CONSERVACIÓN Y DOMESTICACIÓN 43
Peltophorum dubium (Caña fistola), *Myrocarpus frondosus* (Incienso), and *Cordia trichotoma* (Peteribi) CLONAL PROPAGATION TECHNIQUES FOR THEIR CONSERVATION AND DOMESTICATION
 Fernando Niella; Patricia Rocha; Beatriz Eibl; Cristian Schoffen; Matías Martinez; Pablo Conti; Marcelo Franco; Lilian Ayala

REVISIÓN

LOS SISTEMAS AGROFORESTALES EN PROYECTOS REDD+ PARA EL DESARROLLO RURAL 51
 AGROFORESTRY SYSTEMS IN REDD+ PROJECTS FOR RURAL DEVELOPMENT
 Florencia Montagnini

COMUNICACIÓN

CONSTRUCCIÓN, ADAPTACIÓN Y AJUSTE DEL EXTENSÓMETRO LONGITUDINAL..... 59
 CONSTRUCTION, ADAPTATION AND ADJUSTMENT OF THE LONGITUDINAL EXTENSOMETER
 Estela Pan; Néstor Lencina; Luis Palmas; Ramón Ledesma; Jose Seguienowicz

FICHAS TÉCNICAS

FICHA TÉCNICA: FRUTOS Y SEMILLAS DE INTERÉS FORESTAL: <i>Ateleia glazioveana</i> Baill Dora Miranda; Dardo Paredes	64
FICHA TÉCNICA: MANEJO DE FRUTOS Y SEMILLAS, PRODUCCIÓN DE PLANTINES Y ESTABLECIMIENTO A CAMPO DE ESPECIES NATIVAS <i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan var. <i>Cebil</i> (Griseb.) Altschul (Curupay). <i>Fabaceae. Mimosoidea</i> Beatriz Eibl; Cecilia González	66
FICHA TÉCNICA: ÁRBOLES DE MISIONES. <i>Helietta apiculata</i> Benth. Alicia Violeta Bohren; Luis Alberto Grance; Héctor Alejandro Keller; María Angélica Aguilera; Guillermo Federico Küppers	68

DEFECTOS PRODUCIDOS POR EL SECADO ARTIFICIAL EN *Bumelia obtusifolia*

DEFECTS CAUSED BY ARTIFICIAL DRYING IN *Bumelia obtusifolia*

Fecha de recepción: 24/10/2014 // Fecha de aceptación: 18/11/2014

Esteban Arias

Ing. Ftal. Prof. Titular ordinario
Tecnología de la madera. Fac.
Rec. Naturales - UNaF. Avda.
gdor. Gutnisky 3200.
estebanarias54@yahoo.com.ar

Walter Degano

Ing. Ftal. JTP computación. Fac.
Rec. Naturales - UnaF. Avda.
gdor. Gustrnisky 3200.
walterdegano@yahoo.com.ar

Jose Otaran

Ing. Ftal. Abastecimiento de
materia prima UNITAN SAICA.
Napoleon Uriburu y Entre ríos.
joseotaran@hotmail.com

RESUMEN

Este trabajo estudia los defectos producidos por el secado artificial con el fin de establecer calidad de la madera seca.

Se utilizó un secadero piloto, capacidad de 2 m³

Los ensayos fueron realizados con madera aserrada de *Bumelia obtusifolia* de una pulgada de espesor. Se analizaron un total de 480 tablas y dos programas de secado.

Se evaluaron los alabeos según normas chilenas NCh 992/1 of-74, NCh 993 EOF 72 y NCh 196 of-86.

El diseño experimental se ajustó a un multifactorial 23. Se fijó como variable dependiente "calidad de la madera seca" y como factores de variación: a) Tipo de corte; b) Longitud de la tabla; c) Temperatura final.

Se concluyó que la media real se encuentra entre 2,62 y 2,70, calidad de madera seca defectuosa y condiciones de secado poco adecuadas.

El único factor que influyó estadísticamente en la calidad de madera seca, es el tipo de corte.

Palabras clave: *Bumelia obtusifolia*, secado, alabeos, calidad.

ABSTRACT

This paper studies the defects caused by artificial drying in order to establish the quality of dry wood.

We used a pilot dryer with a capacity of 2 m³.

The tests were performed with sawn wood of *Bumelia obtusifolia* 1 inch thick. A total of 480 boards and two drying programs were analyzed.

Warps were evaluated according to Chilean standards NCh of-74 992/1, 993 NCh EOF NCh 72 and 196 of-86.

The experimental design was adjusted to a multifactorial 23. "Quality of dry wood" was set as the dependent variable and a) Type of cut; b) Length of the board and c) Final temperature were set as variation factors.

It was concluded that the true mean is between 2.62 and 2.70, and a defective quality of dry wood and unsuitable drying conditions are found.

The only factor with statistical influence in the quality of dried wood is the type of cut.

Keywords: *Bumelia obtusifolia*, drying, warping, quality.

INTRODUCCIÓN

El “secado de la madera” se refiere a la relación agua-madera. Como premisa fundamental para evitar pérdidas y problemas de calidad, la madera debe secarse en forma controlada, de manera que la humedad final esté definida por el clima del lugar donde se empleará.

Es necesario generar técnicas tendientes a la elaboración de pautas que permitan el establecimiento de normas de clasificación para calidad del material seco de las especies nativas del parque chaqueño, adoptando criterios de clasificación probados en otros países de latinoamérica, en especies laltifoliadas (ANANÍAS *et al*, 2008), y adaptándolo a medidas comerciales de uso en la región.

La especie pertenece a la familia de las Sapotáceas, única del género. Comúnmente denominada “guaraniná”, “ibirá-niná” y “molle negro. La distribución geográfica se extiende al parque chaqueño, yungas y mesopotamia, pero es más bien típica del parque chaqueño oriental, escasamente representada (TORTORELLI, 2009).

Es un árbol de hasta 18 m de altura con el tronco de hasta 0,90 m de y permiten obtener rollizos de 5 m de largo (TINTO, 1997).

Se encuentra en toda la extensión de la provincia de Formosa. En la zona húmeda como componente del bosque bajo, bosque alto y colonizadoras en tierras altas (SÁNCHEZ Y CÁCERES, 2001).

La madera presenta coloración amarillocrácea con escasa diferencia entre albura y duramen. El veteado es suave, a veces espigado; textura fina y heterogénea y grano muy oblicuo a entrelazado; el espigado se presenta en bandas más o menos longitudinales, bien visibles a ojo desnudo por abundancia de parénquima y la disposición de los poros esto le confiere a esta madera un atractivo diseño debido al veteado pronunciado en tablas tangenciales (TINTO J. C., 1997).

Caracteres físicos, madera dura a semi-dura y pesada a semi-pesada, densidad de 750 a 800 kg/m³. Características tecnológicas: a) Contracciones: radial 5,7 %; tangencial 8,8 % y volumétrica 16,3 %, b) Coeficiente de anisotropía T/R= 1,54, c) Dureza transversal 940 kg/cm², d) Porosidad del 44,5 %. En flexión, módulo de rotura 945 kg/cm²; módulo de elasticidad 138.000 kg/cm². En compresión axial, módulo de rotura 421

kg/cm²; módulo de elasticidad 120.000 kg/cm² (TORTORELLI L. A., 2009).

El comportamiento al secado natural es “regular”, y las condiciones de secado artificial son: temperatura inicial 40 °C; temperatura final 65 °C; diferencia psicrométrica final 16 °C. (TINTO J. C., 1997).

La madera es muy utilizada en la elaboración de carbón y, menos difundido, en carrocería, parquets, construcciones rurales y carpintería general. (TORTORELLI, 2009).

ÁLVAREZ Y FERNÁNDEZ-GOLFÍN, 1992, definen la calidad del secado como las propiedades y posibles defectos presentes en la madera seca como consecuencia del secado.

La calidad final de la madera está determinada por las deformaciones y alteraciones que se puedan originar por la elección de un tratamiento de secado (JUACIDA E INZUNZA, 1990).

La calidad del secado está influenciada por los atributos propios de la madera y por las características del secado como: contenido de humedad final; variación del contenido de humedad tanto dentro de la tabla como dentro de la pila; tensiones de secado; grietas superficiales, internas y de testa; colapso; diferentes tipos de deformaciones y cambios de color o manchas (FUENTES, 1994).

El objetivo general fue determinar la calidad de la madera seca en horno convencional de *Bumelia obtusifolia* bajo los efectos de factores de variación vinculados a la técnica de aserrado, longitudes de las tablas y condiciones del clima; en tanto que el específico fue establecer una clasificación en grados de calidad para madera seca en medidas comerciales, bajo la hipótesis de que los distintos tipos de cortes, longitudes de las tablas y programas de temperatura, provocarán cambios estadísticos significativos en la calidad de la madera seca.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material para la realización de los dos programas de secado artificial provino de la zona este de la provincia de Formosa, departamento Pirané, de árboles con medida comercial, seleccionados al azar.

Se obtuvieron piezas aserradas radiales y tangenciales de las siguientes escuadrías y largos definidos: 1” x 4” x 0,90 m y 1” x 4” x 1,10 m.

Se evaluaron 480 tablas, 240 por programa de secado, separadas al azar en sub lotes de 30 unidades experimentales por tipo de corte y por cada longitud, como se aprecia en las **tablas 1 y 2**.

Los defectos evaluados con el fin de establecer la calidad de la madera seca fueron los alabeos. Consiste en la determinación de un **índice global integrado** por la evaluación específica de cada uno de los defectos potenciales ocurridos en el secado, mediante el uso de la norma chilena NCh 992/1 of-74, resumidos en la **tabla 3**, ajustados a tablas de 1,1 m de longitud.

Tabla 1. Piezas aserradas por lotes y sub lotes. Programa 1. Temperatura final 75 °C

Table 1. Sawn pieces by batches and sub batches. Program 1. 75°C final temperature

Lotes	Sub lotes	N° tablas	Dimensiones	Corte	Total de tablas		
					Corte	Lote	Programa I
A	A 1	30	1" x 4"x 1.10m	Tg	60	120	240
	A 1"	30	1" x 4"x 1.10m	Tg			
	A 2	30	1" x 4"x 1.10m	Rd	60		
	A 2"	30	1" x 4"x 1.10m	Rd			
B	B 1	30	1" x 4"x 0.90m	Tg	60	120	
	B 1"	30	1" x 4"x 0.90m	Tg			
	B 2	30	1" x 4"x 0.90m	Rd	60		
	B 2"	30	1" x 4"x 0.90m	Rd			

Tabla 2. Piezas aserradas por lotes y sub lotes. Programa 2. Temperatura final de 65 °C

Table 2. Sawn pieces by batches and sub batches. Program 2. 65°C final temperature

Lotes	Sub- lotes	N° tablas	Dimensiones	Corte	Total de tablas		
					Corte	Lote	Programa II
C	C 1	30	1" x 4"x 1.10m	Tg	60	120	240
	C 1"	30	1" x 4"x 1.10m	Tg			
	C 2	30	1" x 4"x 1.10m	Rd	60		
	C 2"	30	1" x 4"x 1.10m	Rd			
D	D 1	30	1" x 4"x 0.90m	Tg	60	120	
	D 1"	30	1" x 4"x 0.90m	Tg			
	D 2	30	1" x 4"x 0.90m	Rd	60		
	D 2"	30	1" x 4"x 0.90m	Rd			

Los programas de secado se desarrollaron en un secadero marca *GÖTTERT*, modelo HD 74, con capacidad útil de 2 m³ de madera aserrada, funcionamiento automático y semi automático, con controlador *GANN TKA 6* y temperatura máxima de secado hasta 100 °C. Fuente de calor provista por caldera a gas, de 25.000 Kcal/h. Medidor de humedad marca *GANN* para maderas, con porta electrodos de púas y de contacto.

La metodología empleada se basó en estándares de calidad para la madera seca, hasta una longitud de 1,10 m, posibles de obtener de la masa boscosa y de la utilización más frecuente de las maderas del parque chaqueño argentino. Estas normas fueron: NCh 993 EOf 72. Madera, procedimientos y criterios de evaluación para clasificación. INN (1993). Santiago, Chile; norma NCh 992/1 of-74.y NCh 196 of-86.

Tabla 3. Niveles máximos admisibles para alabeos

Table 3. Maximum acceptable levels for warping

Alabeos	Unidad	Niveles de clasificación			
		A	B	C	D
Acanaladura	mm	0	2.6	5.2	7.8
Arqueadura	mm	0	4.0	7.0	12.0
Encorvadura	mm	0	1.0	1.5	2.0
Torcedura	mm	0	3.1	5.8	9.0

Cada valor obtenido en la deformación puede ser clasificado en alguno de los cuatro niveles por alabeo. Por ejemplo, si el valor de la acanaladura fue mayor que 0 y menor que 2.6 mm corresponde un subíndice de B que significa un aporte al índice

de secado de 0.5. Así para cada uno de los cuatro niveles.

A = sin alabeo (0) C = alabeo leve-fuerte (1.0)
 B = alabeo leve (0.5) D = alabeo intenso (1.5)

Tabla 4. Índices para la determinación de la calidad de secado
Table 4. Indices for determining drying quality

Calidad del secado	Índice	Condiciones de secado
Excelente	0,0	Adecuadas
Muy buena	Hasta 0,5	
Buena	Hasta 1,0	
Regular	Hasta 1,5	Poco adecuadas
Menos que regular	Hasta 2,0	
Defectuosa	Hasta 3,0	
Mala	Hasta 5,0	Inadecuadas
Muy mala	Más de 5,0	

La cuantificación de los alabeos (acanaladura, arqueadura, encorvadura y torcedura) producidos en una tabla de madera, se realizaron según la **figura 1**.

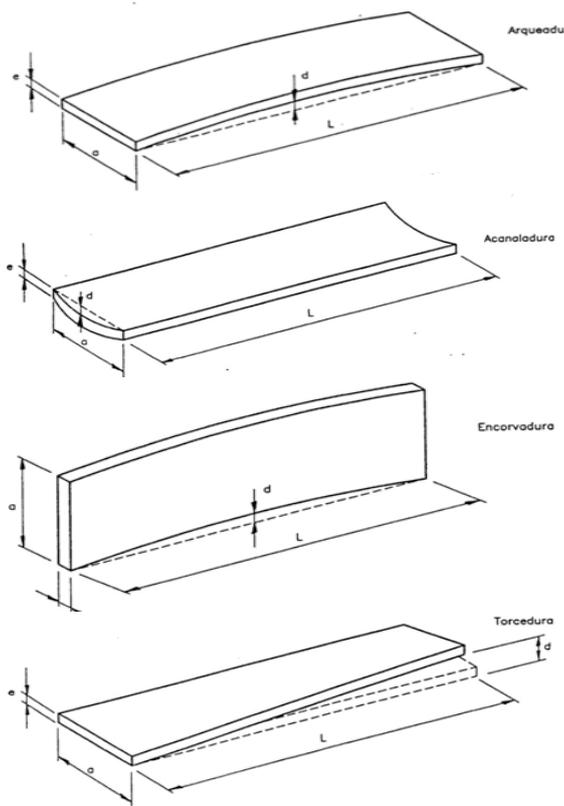


Figura 1. Alabeos producidos en una pieza de madera.
Figure 1. Warps on a wooden piece

Programa de secados

Se desarrollaron dos programas de secado artificial, cuyas condiciones muestra **tabla 5**.

Tabla 5. Condiciones de secado ensayado en la etapa de secado efectivo

Table 5. Drying conditions tested in the stage of effective drying

Pro-grama Secado	CH Inicial (%)	CH Fi-nal (%)	Tempe-ratura inicial (°C)	Tempe-ratura final (°C)	Dura-ción del proceso (Hs)
1	40	10	55	75	127,30
2	40	10	45	65	175,75

Diseño experimental

El diseño experimental se ajustó a un factorial 2³, donde la variable dependiente fue “calidad de la madera seca” y los factores de variación fueron: temperatura de secado (65 °C y 75 °C); tipo de corte (radial y tangencial) y longitud de la tabla (0,90 m y 1,10 m). Las experiencias fueron realizadas al azar, como muestra la **tabla 6**.

Tabla 6. Diseño factorial
Table 6. Factorial design

Orden de realización de las experiencias al azar	t _c	Factor A	Factor B	Factor C
2	(1)	-1	-1	-1
3	a	+1	-1	-1
6	b	-1	+1	-1
7	ab	+1	+1	-1
1	c	-1	-1	+1
5	ac	+1	-1	+1
8	bc	-1	+1	+1
4	abc	+1	+1	+1

Para el análisis estadístico se utilizó un software específico.

Modelo estadístico para tres factores

El modelo de medias de celdas para un experimento con tres factores y r réplicas de cada una de las abc combinaciones de tratamientos en un diseño totalmente aleatorizado es:

$$y_{ijk} = \mu_{ijk} + e_{ijk}$$

$$i = 1, 2, \dots, a \quad j = 1, 2, \dots, b \quad k = 1, 2, \dots, c$$

La media de celdas μ_{ijk} expresada como una función del factorial de los efectos principales y las interacciones es:

$$\mu_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk}$$

Donde:

μ es la media general

$\alpha_i, \beta_j, \gamma_k$ son los efectos principales de A, B, y C.

El efecto de la interacción de tres factores es $(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$.

En primera instancia se realizó un análisis unidimensional de los datos, con el objeto de determinar la existencia o no de valores extremos (outliers), además de los estimadores estadísticos de tendencia central, dispersión y de forma.

El análisis de la varianza se realizó con un nivel de confianza del 95%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resumen estadístico para calidad de la madera seca se lee en el **tabla 7**.

Los intervalos de confianza y desviación típica para la calidad de madera seca (95%) fueron: 2,66667 +/- 0,0393491 (2,62732; 2,70602) y 0,398681; 0,454464 respectivamente.

El intervalo de confianza para la media es bastante robusto, mientras el intervalo de confianza para la desviación típica es bastante sensible a la

violación del supuesto de que la población proviene de una distribución normal.

El **gráfico 1** muestra los extremos índices de calidad (2 y 3,5); la dispersión de los datos (2,5 y 3), y una media marcada de 2,66.

Gráfico de Caja y Bigotes

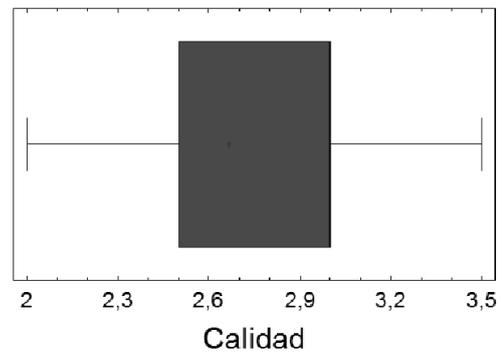


Gráfico 1. Dispersión de valores y media de la calidad de madera seca.

Graph 1. Dispersion of values and mean of dry Wood quality

El análisis de la varianza se resume en la **tabla 8**.

Tabla 8. Análisis de varianza

Table 8. Analysis of variance

	Fuentes	Coefficiente-F	P-Valor
Factor	Programa de temperatura	3,41	0,0655
	Tipo de corte	12,12	0,0005
	Longitud de la tabla	2,67	0,1030
Interacción	Temperatura-corte	0,06	0,8037
	Temperatura-longitud	2,16	0,1424
	Corte-longitud	0,02	0,8834

El único factor estadísticamente significativo en la calidad de la madera seca, es el tipo de corte, y no se observan interacción de factores de orden inferior.

Tabla 7. Estadísticos para calidad de madera seca

Table 7. Statistics for dry wood quality

Media	Varianza	Desvío estándar	Error estándar	Mínimo	Máximo	Rango	Coef. Variación %
2,66667	0,180401	0,424736	0,020022	2,0	3,5	1,5	15,92

Gráfico de factores individuales

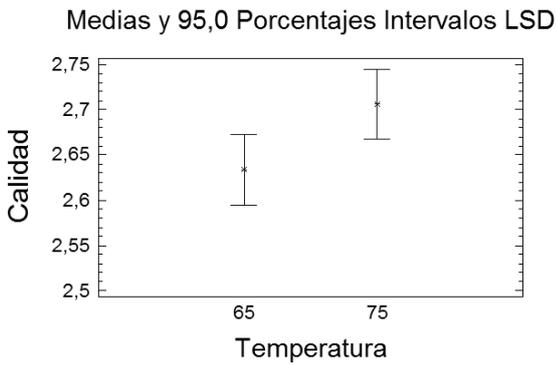


Gráfico 2. Efecto de la temperatura.
Graph 2. Temperature effect

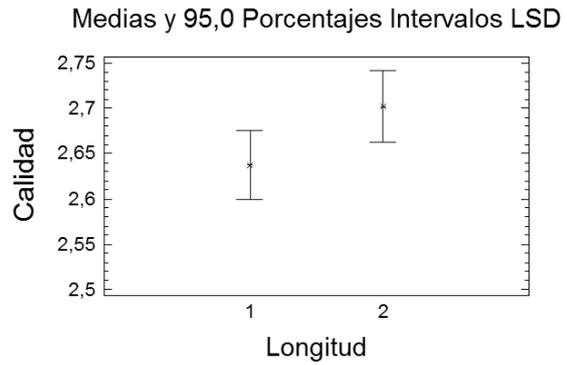


Gráfico 4. Efecto de la longitud.
Graph 4. Length effect

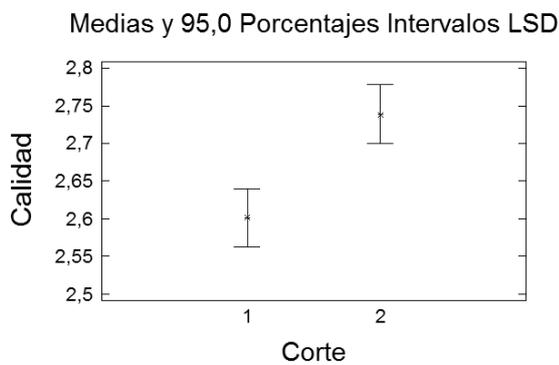


Gráfico 3. Efecto del corte.
Graph 3. Cut effect

Gráficos de intensidad de alabeos

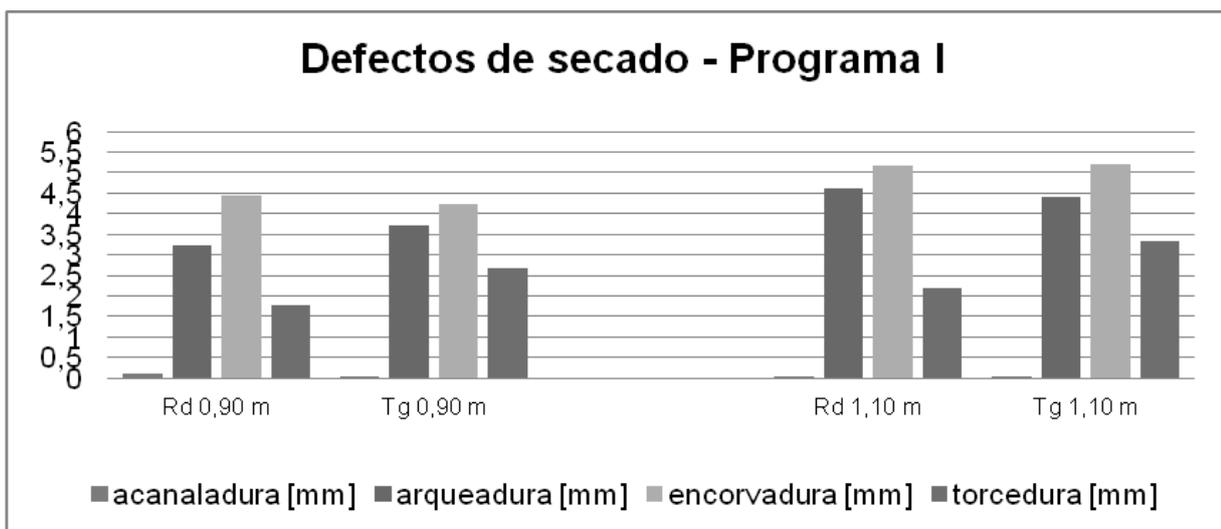


Gráfico 5. Intensidad promedio de los alabeos. Rd: Corte radial; Tg Corte tangencial
Graph 5. Average warps intensity. Rd: radial cut; Tg tangential cut

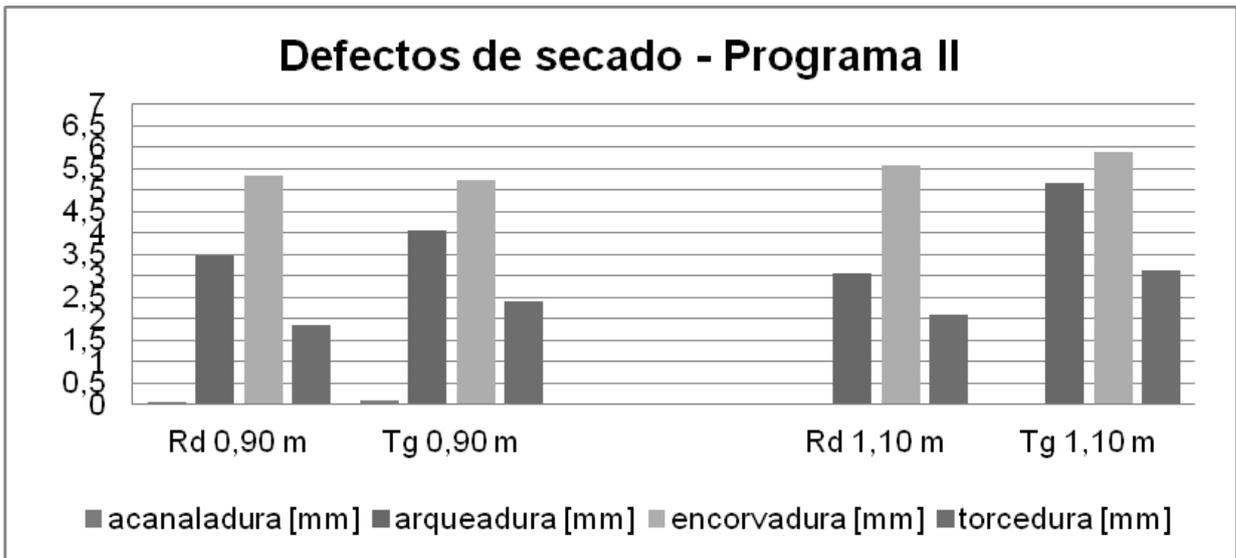


Gráfico 6. Intensidad promedio de los alabeos. Rd: Corte radial; Tg Corte tangencial
Graph 6. Average warps intensity. Rd: radial cut; Tg tangential cut

En ambos programas (**gráficos 5 y 6**) los alabeos más intensos son arqueadura, encorvadura y torcedura. En el programa I, el defecto encorvadura es mayor en tablas de 0,90 m de corte radial que en tablas de 0,90 m de corte tangencial, de forma contraria se ve que los defectos arqueadura y torcedura presentan mayor intensidad en el corte tangencial para longitudes de 0,90 m.

En piezas de longitud igual a 1,10 m, el defecto arqueadura es mayor en el corte radial que en el corte tangencial, mientras que la encorvadura y torcedura son en promedio mayores en el corte tangencial.

En el programa II, el defecto encorvadura es superior en piezas radiales de 0,90 m en comparación con piezas tangenciales para la misma longitud. Los defectos arqueadura y torcedura son mayores en el corte tangencial que en el corte radial de 0,90 m. Además el promedio de la arqueadura en las tablas radiales y tangenciales de menor longitud es superior a los de mayor longitud. La torcedura es mayor en las piezas tangenciales de 0,90 m en comparación con las piezas radiales de 1,10 m, a su vez la torcedura es mayor en corte radial de 1,10 m que en las de 0,90 m.

Las tablas tangenciales de mayor longitud son las que presentan mayor intensidad en promedio de los alabeos arqueadura, encorvadura y torcedura.

Estas distorsiones podrían reducirse adoptando estándares probados de calidad de madera seca para latifoliadas en largo comercial (ANANÍAS et al, 1997)

CONCLUSIONES

Podemos afirmar con un 95 % de confianza que la media real de calidad de madera se encuentra entre 2,62 y 2,70. Este índice de calidad se refiere, según la **tabla 9**, a una calidad de madera seca **defectuosa** y condiciones de secado **poco adecuadas**.

Tabla 9. Calidad de la madera seca obtenida
Table 9. Quality of dry wood obtained

Índice de calidad	Frecuencia (%)	Calidad de la madera seca
2,5	51,11	Defectuosa
3,1	24,43	Mala
1,9	13,33	Menos que regular
3,4	11,13	Mala

El factor de incidencia estadísticamente significativo en la calidad de madera seca es el tipo de corte. La temperatura y longitud de las piezas no tienen influencias significativas.

RECOMENDACIONES

Investigaciones futuras deberían concentrarse en minimizar los factores que potencian la inten-

sidad de los alabeos, en particular la arqueadura, encorvadura y longitud de la pieza.

Evitar los cortes radiales y mixtos minimizaría la intensidad de la encorvadura.

Espesores y distancia de separadores uniformes, contrapesos adecuados al producto, menor dispersión en el espesor en piezas y trabajar con temperatura que no excedan 65°C.

Diseños robustos, como el propuesto por el Dr Taguchi, podrían ser apropiados para alcanzar resultados que eleven la calidad de la madera seca.

BIBLIOGRAFIA

ÁLVAREZ, H., Fernández – Golfín, J. 1992. Fundamentos teóricos del secado de la madera. Madrid (España). 193p. (Colección monografías INIA, núm. 82).

ANANIAS R., Salvo Linette; Estrada Ricardo; Rodrigo Briones. 1997. Estudio experimental del secado a temperaturas convencionales de acacias. Maderas. Ciencia y tecnología 10(2): 151-162, 2008), Serie documentos de divulgación N°8. Instituto Forestal Chile. Madera seca en cámara. Guía de procedimientos para el control de calidad. INFOR.

CORONEL, E.O. 1994. Variación de las Propiedades Físicas y Mecánicas de la Madera de Especies Nativas y Cultivadas En El Chaco Argentino - Revista Quebracho, N° 2 pp. 14 – 20.

FUENTES, M. 1994. Secado de madera aserrada de *Pinus radiata* D. DON impregnado con sales hidrosolubles CCA. Tesis de Magíster en Ciencias y Tecnología de la Madera. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. 185p.

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION. 1972. Normas NCh 992 Eof 72 y NCh 993.

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION. 1986. Norm NCh 196 of-86.

INSTITUTO FORESTAL. 1999. Secado artificial de madera aserrada en la región del Bío Bío. Concepción. INFOR. 142 p. (Documento Técnico, 145).

JUACIDA, R., Inzunza, L. 1990. Pautas de Con-

trol de Calidad para Madera Secada Artificialmente. Universidad Austral de Chile. P. 27.

SÁNCHEZ, V., Cáceres, D. 2001. UNaF, "Estudio Taxonómicos y Fenológicos de las especies de importancia forestal de la Provincia de Formosa" Informe final.

TINTO, JOSE C. 1997. Tecnología de las maderas: argentinas y del mundo. Editorial Agro-Vet. 565 pág.

TORTORELLI, Lucas A. 2009. Maderas y bosques argentinos. Tomos I y II.

ZADERENKO, C. 2000. Determinación de tiempos de secado por difusión en cámaras convencionales para *Pinus taeda* implantado de Misiones. Tesis de maestría en Tecnología de la madera, celulosa y papel. F.C.E.Q y N y F.C.F. de la Universidad Nacional de Misiones.

APLICABILIDAD DE UN SISTEMA DE REMUNERACIÓN POR PRODUCTIVIDAD EN PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS MADERERAS DE MISIONES, ARGENTINA

APPLICABILITY OF A SYSTEM OF REMUNERATION FOR PRODUCTIVITY IN SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES TIMBER OF MISIONES, ARGENTINA

Fecha de recepción: 14/10/2013 // Fecha de aceptación: 07/08/2014

Brondani Nancy Anahí

Doctoranda en Administración, Magister en Administración Estratégica de Negocios, Contador Público, Especialista en Concursos y Quiebras, Especialista en Gestión de Recursos Humanos, Profesora de Ciencias Económicas y Empresariales, Especialista en Docencia Universitaria. Docente e Investigadora de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Misiones. Av. Lavalle N° 1943, CP 3300, Posadas (Misiones). nancy10bron@hotmail.com

RESUMEN

En la investigación, se trabajó con el método cuali-cuantitativo, en base al cotejo de niveles retributivos expresados en valores monetarios absolutos corrientes y relativos porcentuales. La función lineal de productividad formulada se parametrizó en base al intervalo de muestra miniMÁX retributivo para el tercil compuesto por operarios y empleados de una maderera tipo de Misiones. Se verificó la falsedad de la hipótesis nula y se evidenció que los empresarios madereros de Misiones tienen una exigua comprensión conceptual del término productividad e insuficiente o nula aplicabilidad del mismo, lo que no permite alcanzar un nivel de calidad laboral y de gestión aceptables para el sector de actividad. Al continuar empleando el sistema retributivo por criterio horario se desperdician los estímulos para mejorar la competitividad e incrementar la productividad.

Palabras claves: Recursos Humanos, Remuneraciones, Productividad.

SUMMARY

In the research, the qualitative and quantitative method, based on the comparison of remuneration levels expressed in current absolute monetary values and relative percentages was used. The linear function of productivity formulated was parameterized based on a miniMAX sample interval remuneration for the tertile composed by operators and employees of a standard timber enterprise of Misiones. It was verified the falseness of the null hypothesis and it was showed that timber entrepreneurs from Misiones have a meager conceptual understanding of the term productivity and an insufficient or non applicability of it, making it impossible to achieve an acceptable quality level of labor and management for the sector activity. By continuing to use the hourly remuneration system, wasted the stimulus to improve competitiveness and increase productivity are wasted.

Key words: Human Resource, Remuneration, Productivity.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo constituye una fracción investigativa de la variable recursos humanos, respecto al estado y condición actual del sector maderero PyME en Misiones.

Tiene como propósito comparar fortalezas y debilidades de los criterios retributivos al factor trabajo en base al horario o por productividad, señalando la necesidad de pensar y aplicar esta segunda opción, como más conveniente al enfoque del desarrollo de los recursos humanos en el trabajo. La premisa que guía este trabajo establece que si, se implementara un sistema retributivo mixto (tramo fijo más tramo variable), de acuerdo a medidas de desempeño en relación a objetivos, como motor estratégico de productividad, entonces, podría sustentarse una mejor forma de estímulo material a los recursos humanos, minimizando riesgos y nudos improductivos.

La importancia relativa actual del factor humano en función de la población económicamente activa (25 a 65 años de edad según el INDEC), en el sector industrial maderero de Misiones, constituyen el núcleo de interés y centro de análisis temático. El sector presenta cierta contradicción entre, el significado que se le atribuye como elemento decisivo de productividad (en lo que a sistemas de retribución al factor trabajo y al factor capital corresponden), y lo que se observa en esta fracción de la población económicamente activa. Aparecen notables asimetrías en la distribución del ingreso sectorial, que inciden de manera desigual en la satisfacción de necesidades básicas, en su calidad de vida y su posicionamiento social.

En directa relación al tema que se plantea en este trabajo, cuyo foco de análisis está en la provincia de Misiones, se encuentra el aporte de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible “Rio+20” de junio de 2012, acerca de una serie de conclusiones para la reconsideración que habrán de interpretar y decidir las empresas, los organismos de la administración pública y las organizaciones de la sociedad civil, respecto a: los recursos humanos que, (a distintos niveles y con diferentes perfiles formativos y calificaciones ocupacionales) trabajan en la foresto-industria mundial y, la inmediata necesidad de trazar nuevas políticas de formación y desarrollo profesional, orientados al objeto de tener en cuenta el cuidado ambiental y de las especies maderables, con la debida atención de las necesi-

dades del componente humano, promoviendo su bienestar laboral y desarrollo personal.

A la luz de las observaciones “in situ” y la obtención de datos, se presentan señales y síntomas no favorables para este recurso empresario, que de continuar presentes, tienden a degradar más el desarrollo del factor humano involucrado. Se puede advertir rotación excesiva, elevado número de accidentes evitables, puestos de trabajo no declarados, insuficiencia en la formación técnica y calificación necesaria al desempeño, trabajadores subsalario - aceptantes, costos ocultos por demoras y desperdicios de materia prima. Factores que, en la actualidad, forman el menú que caracteriza el estado del arte situacional de la mano de obra ocupada en aserraderos y fábricas en la provincia de Misiones. Constituyendo así un silencioso elemento condicionante de la productividad y competitividad de las PyMEs del sector. CEPAL (2010), señala la no consideración e inadecuada valoración de estos conceptos y operadores, que fomentan y otorgan cronicidad a prácticas en las organizaciones tal que, en directa referencia al recurso humano, restringen las condiciones ambientales del trabajo y permiten un subdesarrollo del mismo. GÁLVEZ PEIRANO (2010), con visión economicista sostiene que *es necesario crear y practicar la cultura de inversión en capital humano (formación, actualización y perfeccionamiento del conocimiento, habilidades y destrezas) como base de la productividad y competitividad con equidad social, entendida ésta última como atributo redistribuidor de riqueza material. A su vez, y también extensible a la foresto-industria, la OIT en un estudio conjunto llevado a cabo con la FAO y la CEPAL publicado en el 2010 advierte que: ...Pese al boom agrícola, más de la mitad de la población rural es pobre, por lo tanto, la generación de trabajo decente en el sector agrícola de América Latina es indispensable para combatir la persistente pobreza y para respaldar la generación de más y mejores empleos en la región. Pese al crecimiento económico registrado por América Latina durante gran parte de las últimas décadas, al aumento de las agro-exportaciones y al auge agrícola, la pobreza entre la población rural bajó sólo de 60 a 52 por ciento entre 1980 y 2008, En consecuencia, cumplir normativa laboral y formalizar empleo es clave para reducir la pobreza.*

MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente trabajo se plantea como hipótesis que: si, a escala microeconómica (cada PyME maderera), extensible a escala meso-económica (sector foresto-industrial maderero de Misiones), se implementara un sistema de distribución de ingresos mixto (**dim**: componente fijo + componente variable), basado en medir el desempeño en relación a objetivos, como motor estratégico del plan de productividad, entonces, podría sustentarse una mejor forma de estímulo material a los recursos humanos, minimizando riesgos y nudos improductivos (**r,ni**), orientado a inducir mayor eficiencia, eficacia y equidad (**e,e,e**), [**dim** \Rightarrow (**r,ni** \wedge **e,e,e**)]. A efectos de su demostración, se trabajó con un enfoque cualitativo mediante una muestra de 96 encuestas, compuesta por 48 operarios/administrativos sindicalizados, 32 gerentes/encargados de producción, y 16 empresarios, puntualizándose interrogantes semi estructurados a niveles empresario, gerencial y de personal. A nivel cuantitativo, se trabajan datos en valores absolutos monetarios corrientes (\$) y valores relativos porcentuales (%), a efectos de comparar dos formatos de sistemas retributivos de los recursos humanos en este tipo de empresas. Uno por criterio horario y otro por productividad, con escalas de distancias retributivas por intervalos terciles. La función lineal de productividad formulada, corres-

ponde al modelo rectilíneo definible por dos puntos determinantes del intervalo retributivo para el tercil operarios/empleados tomado como ejemplo. El presente análisis, se realiza en un contexto de marcada ausencia de datos e información de organismos públicos y entidades del sector empresario que al presente, permite ratificar lo afirmado en la investigación llevada a cabo por Gustavo Braier, con patrocinio de la FAO y las Secretarías de la Nación, de Ambiente y Desarrollo Sustentable, y de Agricultura (BRAIER, 2004).

RESULTADOS

Se interpretan y evalúan las respuestas de 96 PyMEs (entre 5 a 10 puestos de trabajo) madereras de Misiones al 30/11/12, referentes a ¿Cuál es el modelo de gestión de RR HH vigente en el sector industrial maderero PyMEs de Misiones? Este interrogante permitió plantear el supuesto de que: **si**, al menos el 68 % [intervalo de aceptación = 1s] de los participantes, tiene claro el modelo en aplicación, entonces, ese indicio podría estar mostrando un cierto nivel de cultura organizacional, como condición básica necesaria para emprender un programa de calidad y/o productividad. La Hipótesis nula resulta falsa, de acuerdo a la cuantificación de respuestas obtenidas con las encuestas llevadas a cabo, como se muestra en la siguiente **tabla 1**.

Tabla 1. Modelos de gestión de RR. HH., actualmente percibidos por quienes trabajan en las PyMEs madereras de Misiones.

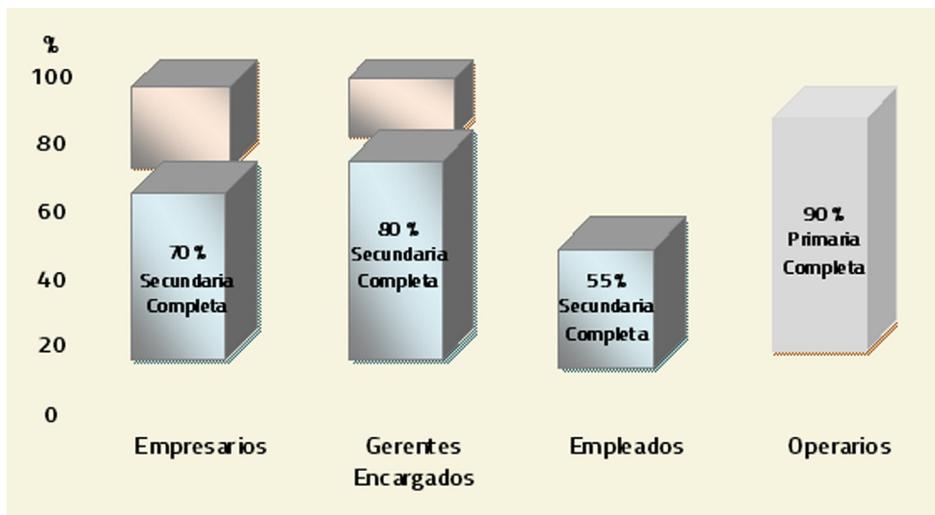
Table 1. HR management models currently perceived by those working in SMEs timber of Misiones.

Niveles de respuestas	NS / NC	Modelos			Total nivel
		Autoritario Conservador	Contingente Dinamizador	Participativo Innovador	
Empresarios	2	4	7	3	16
Gerentes / Encargados	12	10	2	8	32
Operarios / Empleados	27	10	10	1	48
Total modelo	41	24	19	12	96
%	42,7	25	19,8	12,5	100

Fuente: Elaboración propia

Un principio de explicación a la distribución de valores y proporciones de respuestas obtenidas, lo puede proporcionar el conjunto de datos de los dos gráficos siguientes, referentes a sistema educativo y capacitación profesional.

Puede observarse que quienes más capacitación necesitan, la obtienen de manera no sistemática y con menor frecuencia dentro de las posibilidades y oportunidades que ofrece el sistema interno de la empresa maderera, lo que lleva a suponer que “se hace cuando se puede”, en tiempo y costo.



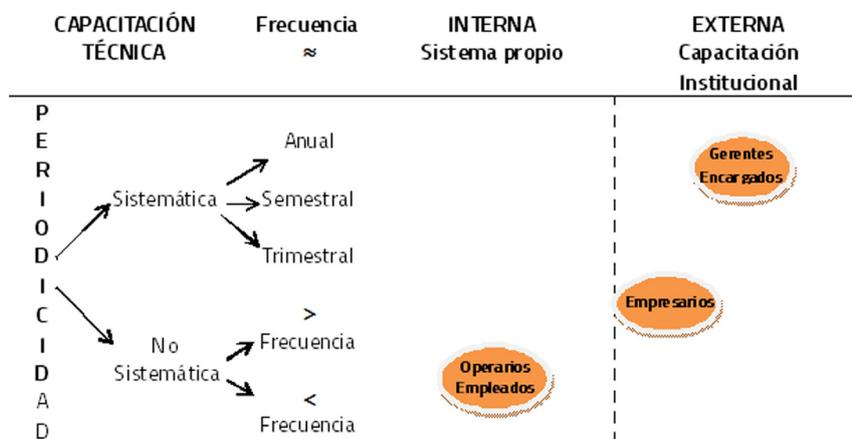
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1. Distribución actual de formación básica por sistema educativo, en el personal PyMEs del sector maderero en la provincia de Misiones

Graphic 1. Present distribution of basic training for staff education system in the timber sector workers of SMEs in the province of Misiones

De acuerdo a los resultados obtenidos, puede considerarse bajo el nivel de educación básica, alcanzado por los recursos humanos laborales que forman la estructura de una maderera PyME en Misiones. Cabe destacar que esta insuficiencia es muy notable en los empleados de administración y operarios de producción, nivel de incidencia participante directa en las prácticas de productividad que, necesariamente demanda una línea de base de conocimientos para lograr mejores niveles de rendimiento y efectividad en el trabajo.

Necesariamente el sistema de remuneración establece relaciones estructurales y funcionales con los demás sistemas operativos de la empresa y factores de gestión, poniendo en principio y por ejemplo, un objetivo de ventas netas año, para orientar la labor de la maderera, y distribuir ingresos con equidad, a partir de la pauta indicativa establecida por la Secretaría PyMEs de la Nación, aún desactualizada por el contexto inflacionario existente, que se vería compensado por disminución de demanda, pero que puede servir de referencia procedimental.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2. Capacitación, actualización y perfeccionamiento específicos por sistema profesional

Graphic 2. Training, updating and specific improving for professional system

Los datos observables en la **Tabla 1** permiten el menú de interpretaciones que sigue a continuación:

Tabla 2. Simulación retributiva por criterio horario, a valores 2013
Table 2. Remuneration Simulation by time criterion at 2013 values

Plantel de referencia	Retribución unitaria mes		Puestos de trabajo	Masa retributiva mes	
	%	(\$)		(\$)	%
Maderera PyME					
Empresario	57,14	21.000	1	21.000	36,36
Gerente / Encargado	28,57	10.500	1	10.500	18,19
Operarios + Empleados	14,29	5.250	5	26.250	45,45
Total	100	36.750	7	57.750	100
Puestos de trabajo		3		7	
Media		12.250		8.250	

Fuente: Elaboración propia, en base a datos obtenidos por examen documental de fuente empresarial y sindical

En relación a la retribución unitaria mensual, la distancia entre los terciles no constituye una condición que favorezca y estimule a operarios y empleados a trabajar con enfoque de productividad, porque de hacerse así y manteniendo constante el criterio de distribución, el tercil superior (empresario), lleva la mayor amplitud de utilidades en relación al tercil inferior, como se muestra en la siguiente **Tabla 3**:

Tabla 3. Brecha internivel de escala retributiva por criterio horario
Table 3. Interlevel gap of pay scale by time criterion

Plantel de referencia	Retribución unitaria mes		Distancia		
	%	(\$)	E	G/E	O/E
Maderera PyME					
Empresario	57,14	21.000	1	2	4
Gerente / Encargado	28,57	10.500		1	2
Operarios + Empleados	14,29	5.250			1

Fuente: Elaboración propia

Respecto al concepto masa retributiva por mes, los valores observables producen un impacto visual diferente al concepto anterior, y da la apariencia que es el tercil inferior, el mejor retribuido. Este es el sutil fundamento preferentemente utilizado por los empleadores al momento de las negociaciones salariales de convenio. Otra realidad ofrece el en-

foque retributivo por productividad aplicable en modo integral e integrador, al esfuerzo cooperativo de todo el grupo humano que trabaja en la PyME maderera con mejor entendimiento pragmático del concepto de igualdad, equidad y justicia social, como se muestra en la siguiente **tabla 4**:

Tabla 4 . Simulación retributiva por productividad, a valores 2013
Table 4. Remuneration simulation for productivity at 2013 values

Plantel de referencia	Retribución unitaria mes		Puestos de trabajo	Masa retributiva mes	
	%	(\$)		(\$)	%
Maderera PyME					
Empresario	44,45	18.000	1	18.000	36,36
Gerente / Encargado	33,33	13.500	1	13.500	18,19
Operarios + Empleados	22,22	9.000	5	45.000	45,45
Total	100	40.500	7	76.500	100
Puestos de trabajo		3		7	
Media		13.500		10.930	

Fuente: Elaboración propia, en base a datos miniMÁX optimizados por simulación

Los datos observables en la **Tabla 4** permiten el siguiente menú de interpretaciones: En relación a la retribución unitaria mes, la distancia entre los terciles sí constituye una condición tendiente a favorecer y estimular a gerentes/encargados, operarios y empleados a trabajar con enfoque de productividad, porque de hacerse así es concreta la fracción de beneficio redistribuible por mayor esfuerzo productivo, del tercil superior (empresario), hacia los dos terciles siguientes, como se muestra en el siguiente esquema:

Tabla 5. Brecha internivel de escala retributiva por productividad
Table 5. Interlevel gap of pay scale by productivity

Plantel de referencia	Retribución unitaria mes		Distancia		
	%	(\$)	E	G/E	O/E
Maderera PyME					
Empresario	44,45	18.000	1	1,33	2
Gerente / Encargado	33,33	13.500		1	1,5
Operarios + Empleados	22,22	9.000			1

Fuente: elaboración propia

Tabla 6. Esquema comparativo de distribución retributiva
Table 6. Comparative Scheme of remunerative distribution

Ítems	Por criterio horario	Por productividad	±
Ventas anuales estimadas	1.800.000	2.781.000	981.000 _{54,5}
Meses año	12	12	---
Venta media mes	150.000	231.000	81.000 _{54,5}
Proporción estimada masa retributiva , ventas	57.750 , 150.000 = 0,385	76.500 , 231.000 = 0,33	- 0,055
Brecha entre terciles superior / inferior	4	2	2

Fuente: Elaboración propia

Ante este escenario planteado cabe interrogar ¿Cómo opera un sistema de liquidación retributiva por productividad, por ejemplo en función de ventas netas? La muestra de cálculo aplicable al tercil operarios más empleados, se ilustra al respecto en el siguiente gráfico:

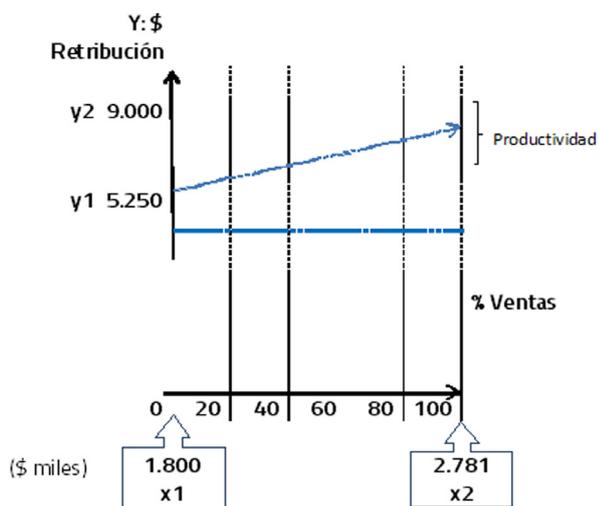


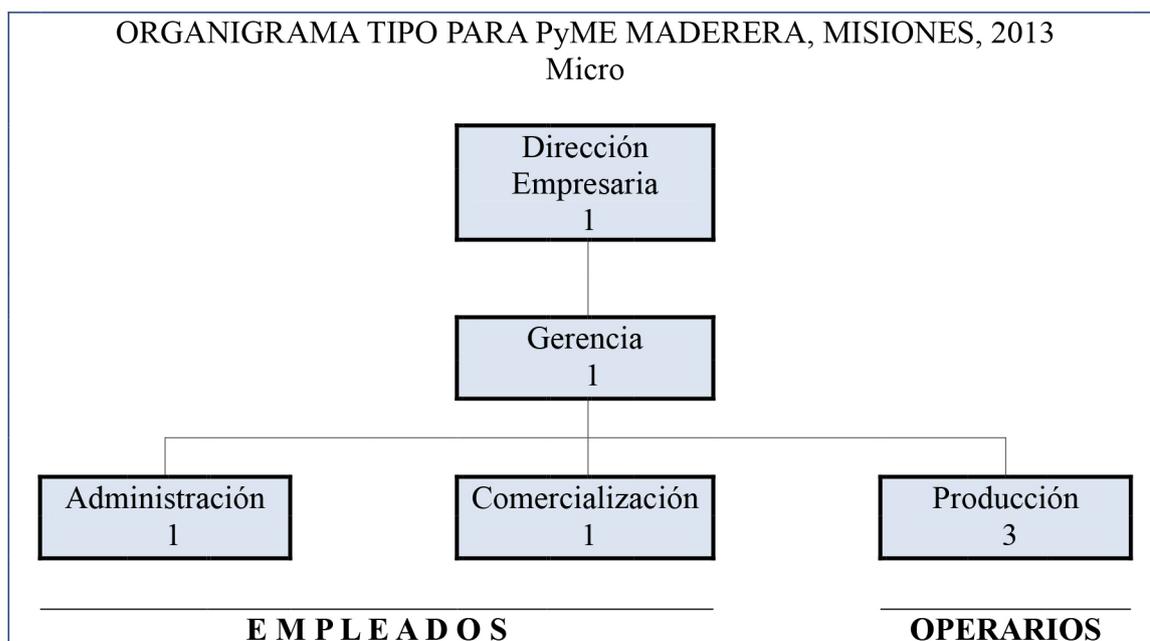
Gráfico 3. Escala de referencia para liquidar retribución por productividad por método lineal.

Graphic 3. Reference scale to settle payment for productivity by linear method.

En base a estos parámetros, la función lineal que se formula para liquidar las retribuciones por productividad al tercil de operarios + empleados es: $Y = 3,82263 x - 1.630,73394$.

Existen variantes por aplicación de distintos criterios cuantitativos y distributivos por productividad, pero en este trabajo se ejemplifica con este método lineal por la simplicidad e inmediatez com-

prensiva como así la transparencia de su forma de calcular, liquidar e informar. Cabe hacer notar que, el concepto ya no trata el tradicional, histórico y sindical enfoque de remuneración al “personal”, sino, con el correspondiente al sistema de desarrollo de los recursos humanos de la organización, donde el elemento retribución es crítico de ser bien administrado, junto a la calificación. Respecto a esta última función, la manera más sencilla y habitual de indagar respecto a las mismas es, correlacionar el nivel de educación formal alcanzado, con sus competencias o habilidades profesionales habituales requeridas principalmente en base al “learning by doing” o aprender haciendo que, en actividades de capacitación en tecnología de la madera tienen una gran relevancia. Siendo éste solo un recurso operativo que permite conformar un cuadro de situación aproximado, aplicable a los tres niveles constitutivos de la estructura de la PyME maderera, como se muestra en el siguiente gráfico:



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4. Estructura estándar de probable aplicación del learning by doing, según el actual parámetro de plantel ocupado = 7 puestos de trabajo.

Graphic 4. Standard Structure for potential application of learning by doing, as the current roster parameter busy = 7 jobs

CONCLUSIÓN

En la medida que un mayor número de empresas madereras consigan salir de su situación de estancamiento y puedan reducir las brechas de productividad, será menos complejo lograr su inserción en cadenas productivas (como proveedores de grandes empresas) y generar redes, aprovechando las sinergias de la política industrial. Abrir camino a una gradual y progresiva cultura de la productividad (de acuerdo a la realidad observable) demandará remover el modelo actual, orientado a la supervivencia conservadora, de tipo unipersonal, basado en la intuición, improvisación, asinergia y aprovechamiento espontáneo de las oportunidades del mercado.

Superado este estadio, se tendrá que comenzar la instalación del modelo industrial-comercial maderero orientado a la competitividad participativa por productividad basada en un programa de calidad, con atención en las funciones de planificación, programación, sistemas de información, de gestión, sinergia y simulación de escenarios. Sin embargo, desde la raíz constitucional provincial de Misiones (1958), fuente legal originaria que promueve y regula la convivencia y actuación de las personas físicas e ideales, entre ellas las empresarias, no existen referencias concretas y explícitas orientadas a promover y crear condiciones, tendientes a instalar y sustentar la cultura de la productividad, como sí lo ha enten-

dido y puesto en práctica por ejemplo el comercio y la industria de Japón.

En el terreno concreto de las iniciativas, proyectos y realizaciones políticas, económicas y sociales, no consta que esta temática haya estado presente en alguna agenda de labor institucional, del sector público, del sector empresario y de las organizaciones de la sociedad civil. Aún con estas consideraciones, existen otras, que pueden impedir la instalación y el sostenimiento del sistema retributivo por productividad sectorial, como sería el aceptar por parte de los empresarios, el salto cualitativo y cuantitativo de disminuir la brecha entre el tercil superior a favor de los terciles 2 y 3, proporcionando de manera más equitativa la distribución del ingreso. Otro factor de no menor incidencia, es la posibilidad de existir antecedentes y experiencias en otros sectores de la actividad económica (metalúrgica, automotriz, alimentos, construcción), acerca de hacerse notar la excedencia de puestos de trabajo en razón de la productividad alcanzada, induciendo la aparición de probables conflictos sindicales. De acuerdo a las respuestas obtenidas, como se presenta en la Tabla 1, y la síntesis informativa que emerge de la interpretación de los Gráficos 1 y 2, se puede concluir que, el capital humano que se desempeña en cada uno de los tres niveles estudiados, necesita ser capacitado y entrenado para alcanzar objetivos de productividad y considerado en los hechos, el activo más importante de la organización empresaria.

Con este enfoque, empleados, operarios, mandos intermedios y empresarios podrán asumir diferentes responsabilidades al estar capacitados para desempeñar un mayor y más exigente número de operaciones. Podría así basarse la retribución en la productividad individual y grupal por participación, conocimientos, habilidades, capacidad de resolver problemas y disposición para trabajar en equipo, como uno de los caminos a seguir para otorgar un mejor y más racional enfoque de la Economía Laboral y asegurar sustentabilidad humana, organizacional, socioeconómica y ambiental al sector en estudio. El Gráfico N° 1 (respecto a la condición actual de formación básica) revela insuficiencias de alfabetización elemental y organizacional en el nivel empresario y gerencial, y carencias a nivel de empleado y operarios. Ello permite suponer que, en este aspecto, actualmente no están dadas las condiciones para poner en práctica y sustentar un sistema de productividad que priorice los recursos humanos, como así calificar para certificar indicadores de conocimientos en tecnologías de gestión, manifestados por la existencia de un desfavorable nivel de alfabetización básica general (dado por la escuela pública) y empresaria (capacitación organizacional y tecnológica) en particular. Se evidencia también la escasa actitud institucional de pretender conocer y viabilizar el sistema de productividad económica de sus recursos humanos, en principio a escala piloto y no sólo limitado a las tecnologías de la información y la comunicación.

Los aportes con enfoque cuantitativo que se presentan (dado el estado del arte y la cultura salarial instalada en materia de retribución al recurso humano del sector foresto-industrial) hacen referencia a que no se trata de hacer una reingeniería del procedimiento de liquidación de haberes sino de instalar en paralelo una experiencia técnica gradual a nivel interno, con el régimen vigente y, estar en condiciones de confrontar las fortalezas y debilidades de cada uno de los sistemas. Como así entender que a la eventual mejora de las remuneraciones, se agregarían ciertas ventajas como el compromiso del elemento mano de obra en el destino de la empresa y se produciría un círculo virtuoso porque el trabajador se vería incentivado a optimizar su rendimiento (al estar relacionado el nivel de retribuciones con la productividad), lo que redundaría en beneficios para él y la empresa. Por su parte, en el ámbito de lo colectivo, las relaciones tradicionalmente conflictivas entre trabajadores y empleadores, se trocarían por relaciones de colaboración como consecuencia de compartir ambos un interés común en el resultado de la gestión empresarial.

BIBLIOGRAFÍA

BRAIER, G., 2004, *Tendencias y perspectivas del sector forestal argentino 2020*, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, Secretaría de Agricultura de la Nación, FAO, Bs. As.

FAO, CEPAL, OIT. 2010, *Mercado de trabajo y pobreza rural: El trabajo decente es clave para derrotar la pobreza rural*. Santiago de Chile.

GÁLVEZ PEIRANO, R. 2010, *Gestión del capital humano*, Universidad Mayor, Santiago de Chile.

MARTIN FERNÁNDEZ, M. 2004, *¿Cómo medir el progreso de una economía basada en el conocimiento?*, Trabajo de Diplomatura, Universidad de la Habana.

CRECIMIENTO DE PLANTACIONES FORESTALES DE TRES ESPECIES NATIVAS DEL CHACO SEMIÁRIDO DE JUJUY, ARGENTINA

GROWTH OF FOREST PLANTATIONS OF THREE NATIVE SPECIES OF SEMIARID CHACO IN JUJUY, ARGENTINA

Fecha de recepción: 10/08/2014 // Fecha de aceptación: 19/10/2014

Humano Cristian Ariel

Mg. Ing. Agr. Servicio Forestal.
Universidad Nacional de
Jujuy. Alberdi 47. Jujuy. CP
4600.
cahumano@yahoo.com

RESUMEN

En este trabajo, se presentan datos estadísticos y dasométricos de crecimiento obtenidos de plantaciones de tres especies nativas *Pterogyne nitens*, *Anadenanthera colubrina* y *Tipuana tipu*, propias del Bosque Chaqueño Semiárido de la provincia de Jujuy. Se observó que las especies estudiadas no poseen diferencias significativas con respecto al IMA según test de Kruskal Wallis ($\alpha=0,05$). A través de los datos promedios de la altura total se calculó que las especies superan la altura de ramoneo en un periodo mayor a 6 años. Con la proyección de su crecimiento a partir de modelos no lineales se estimó que lograrán los 10 cm de diámetro altura al pecho en 22, 14 y 15 años, respectivamente. A pesar de ser especies de lento a mediano crecimiento pueden conformar una unidad de domesticación destinada a madera de calidad y leña, y crear forestaciones productivas en condiciones de semiárididad en donde especies exóticas de rápido crecimiento (*Pinus sp*, *Eucalyptus sp.*, *Populus sp.*, etc.) no podrían prosperar.

Palabras claves: Semiárido, Unidad de domesticación, forestaciones.

SUMMARY

This paper presents statistical data and mensuration of growth derived from plantations of three native species: *Pterogyne nitens*, *Anadenanthera colubrina* and *Tipuana tipu*, typical of semiarid Chaco forest in the province of Jujuy. It was observed that the species studied have no significant differences with respect to the AMI IMA according to Kruskal Wallis test ($\alpha = 0.05$). Through the average data of the total height, it was calculated that the species exceed the grazing height in a period greater than six years. With the projected growth from non-linear models it was estimated that they will achieve 10 cm diameter at breast height in 22, 14 and 15 years, respectively. Despite being species of slow to medium growth they may constitute a unit of domestication destined to quality timber and firewood, and to create productive forest plantations in semi-arid conditions where exotic species (*Pinus sp*, *Eucalyptus sp.*, *Populus sp.*, etc.) of fast growth could not succeed.

Key words: Semiarid, unit of domestication, forestation.

INTRODUCCIÓN

La irreversible situación de sobrexplotación forestal a la que están expuestos los bosques subtropicales, sumado a su fragilidad y baja resiliencia llevan a la generación de nuevas alternativas viables de producción forestal (BROWN *et al.* 2005; BALDUCCI *et al.* 2009), entre ellas está la domesticación de especies nativas de valor forestal promisorias por su adaptabilidad a la plantación en macizo, por la calidad de su madera y por su rápido crecimiento (DEL CASTILLO *et al.* 2001; VARELA *et al.* 2008). A través de estudios ecofisiológicos de las especies nativas se pueden generar procesos de domesticación creando un recurso biológico, desarrollado a partir de una especie silvestre y destinado a satisfacer requerimientos humanos (VARELA *et al.* 2008). Una medida importante para contribuir a salvaguardar el futuro del recurso forestal de los bosques es la reforestación a través de enriquecimientos o macizos con fines comerciales con especies nativas de valor comercial, aliviando la presión sobre las formaciones nativas (LAMPRECHT, 1990; MÁRMOL, 1995; DEL CASTILLO, 2005; MINETTI, 2006). En ese sentido una serie de experiencias se han desarrollado durante la última década, combinando distintas especies, densidades y tareas de mantenimiento (HORLENT Y MONTEVERDE, 2006; DEL CASTILLO *et al.* 2006). Estas experiencias generan la opción de que las plantaciones forestales con especies nativas sean una alternativa productiva frente a plantaciones con especies exóticas de rápido crecimiento e incluso frente a cultivos agrícolas como la soja. Adicionalmente estas podrían cumplir la función de restaurar antiguas áreas de bosque en sitios ambientalmente estratégicos, como márgenes de ríos o corredores para la fauna, que permitan reconectar áreas actualmente disjuntas. El desarrollo de Plantaciones MDL (Mecanismo de Desarrollo Limpio) que generan recursos adicionales a partir de la comercialización de bonos de carbono, podría ser asimismo una herramienta financiera importante para generar un cambio de paradigma productivo en el desarrollo económico de la región (Brown y Pacheco, 2006). De la investigación surgen especies propicias para ecosistemas semiáridos como por ej. *Pterogyne nitens* (tipa colorada), *Tipuana tipu* (tipa blanca) y *Anadenanthera colubrina* (cebil colorado) (VALDORA Y SORIA, 1999; DEL CASTILLO, 2005; BALDUCCI *et al.* 2009); las que fueron practicadas en condiciones de cultivo en parcelas donde los crecimientos y comportamien-

tos difieren notablemente con los datos que podemos hoy inferir del monte nativo o de unos pocos ejemplares cultivados (BALDUCCI *et al.* 2009).

P. nitens es una especie con madera de buena calidad, semipesada, durable y resistente a la intemperie. Duramen de color rosado castaño y vetado similar a la caoba. Se usa en carpintería de obra (tirantes, vigas, linteles, marcos, etc.), mueblería, pisos; sirve para debobinado, enchapado, terciado y machimbre. Es adecuada para la implantación en pequeños bosque con destino maderable (VALDORA Y SORIA, 1999; MARTÍNEZ Y ANDRADE, 2006). *A. colubrina* especie de rápido crecimiento diamétrico (HUMANO, 2013), con madera dura y pesada, usada en carpintería rural (trabillas, tranqueras, etc.) y de obra (tirantes, vigas, pisos, etc.). Propicia para su implantación en bosque de alta densidad destinada a leña (VALDORA Y SORIA, 1999; MARTÍNEZ Y ANDRADE, 2006; PACHECO Y BROWN, 2006). *T. tipu* madera de alta resistencia, semipesada y muy fácil de trabajar con múltiples aplicaciones en carpintería, mueblería, artículos de deporte (VALDORA Y SORIA, 1999; MARTÍNEZ Y ANDRADE, 2006).

Por ello el objetivo de este trabajo fue estimar las tasas de crecimiento diamétrico, de crecimiento basimétrica y crecimiento volumétrico; y a partir de estos datos calcular un primer aprovechamiento (raleo) de las especies implantadas en rodales coetáneos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El trabajo se realizó en un predio de aproximadamente 110 ha correspondiente del Campo Experimental "Dr. Emilio Navea" (24° 21' 8" S 65° 11' 28" O); perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias-Universidad Nacional de Jujuy. Distante a 25 km de la ciudad de S.S. de Jujuy, a 900 msnm. El clima subtropical serrano, con estación seca, con una temperatura promedio anual de 18 °C y un régimen de precipitaciones orográficas monzónico con 650 mm anuales, con déficit hídrico desde el mes de Abril hasta el mes de Noviembre (BUITRAGO, 2002). Condiciones que caracterizan al lugar con un clima semiárido (BRAUN WILKE, 2001).

El suelo es un Argiustol vértico con fuerte desarrollo, drenaje imperfecto; caracterizado por horizonte argílico B2t, fuertemente estructurado –hasta 50 cm –con textura arcillosa a arcillo limo-

sa (50-60%); concreciones ferromagnéticas y caláreas en subsuelo. CIC alta a mediana, Contenido de materia orgánica variable, al igual que N (de muy bajo a moderadamente alto). Contenido de P con valores elevados, valores altos de K (NADIR Y CHAFATINOS, 1990).

El relieve son valles abiertos (depresión colmatada, en forma de abanico achatado), la zona pedemontana, dominada por un extenso abanico aluvial con pendientes entre 1 y 5%, es el escenario de los principales poblados y actividades humanas de la cuenca (BRAUN WILKE, 2000). La vegetación característica es el Bosque transicional, dominada por elementos xerofíticos (BRAUN WILKE, 2000), donde las especies arbóreas predominantes son *Aspidosperma quebracho blanco*, *Caesalpinia paraguayensis*, *Anadenanthera colubrina*, *Parapiptadenia excelsa* y *Schinopsis lorentzii* (CABRERA, 1976, BROWN *et al.* 2002, HUMANO *et al.* 2014).

Establecimiento del ensayo

En Marzo del año 2007, se instalaron en el campo experimental FCA-UNJu, parcelas permanentes de medición de 3 especies nativas de valor forestal, pertenecientes a la Transición Yungas-Bosque Chaqueño. Ellas son *P. nitens*, *A. colubrina* y *T. tipu*. Cada parcela consta de 40 individuos con un marco de plantación de 3x3m. Los individuos plantados provenían de vivero y poseían una altura total superior a los 40 cm. Al 1º año se restituyeron los individuos muertos por otros de igual edad. Durante los 3 primeros años se realizaron tareas de desmalezamiento de los individuos para evitar la competencia con las malezas. Se realizaron tratamientos de conducción durante el 1º al 6º año, a partir de escamondos (poda de brotes laterales) para lograr una altura de fuste, recto libre de nudos y ramas, superior a los 2,5 m.

Toma y análisis de los datos

Al inicio del ensayo y durante los primeros años se midió el diámetro altura al cuello (Dac) expresado en cm, y a medida que los individuos crecieron, posteriormente se midió el diámetro altura al pecho (Dap) expresado en cm. En todos los casos además se midió a cada individuo la altura total (AT) expresada en m; se estimó la sanidad y la calidad de fuste.

Para estimar las tasas de crecimiento de cada individuo y poder obtener el Incremento medio anual (IMA) para cada especie, la variable Dap fue medida en varios años consecutivos y el IMA se calculó

con la siguiente ecuación (ARAUJO, 2005; MARÍN *et al.* 2005 citado por CARVAJAL Y CALVO, 2013):

$$IMA_i = \frac{Dap2_i - Dap1_i}{p}$$

En que:

IMA_i = Crecimiento promedio por árbol;

Dap₁ = Diámetro del individuo i a 1,30 m del primer año de medición;

Dap₂ = Diámetro del individuo i a 1,30 m del último año de medición;

P = Período de tiempo entre las mediciones.

En idéntico sentido se obtuvo el incremento medio anual en altura total (IMAAAT). Con los datos se IMAAT se estimó el tiempo que demoran las plantaciones en superar la altura de ramoneo (2 m) del ganado vacuno (BRASSIOLO, 2000).

A partir de los IMA's acumulados se ajustaron a la dispersión de los pares de valores (y: años e X: Dap) ecuaciones no lineales para las especies (ARAUJO, 2005; HUMANO *et al.* 2012; HUMANO, 2013). Con las ecuaciones se estimó, para cada especie, el tiempo necesario para lograr los 10 cm de Dap e ingresar a la primera clase diamétrica. Los parámetros de productividad obtenidos son Área basal por hectárea (AB-m²/ha); el incremento medio anual para el AB (IMAAAB), volumen por hectárea (m³/ha) e incrementos medios anuales para volumen (IMAVOL) (FLORES, 2004).

Para determinar si existen diferencias significativas entre los incrementos de las distintas especies se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis (α=0,05) (KRUSKAL Y WALLIS, 1952), ya que los valores incrementales no poseen una distribución normal.

Se calculó la tasa de crecimiento relativo (TCR) del AB de las especies con la siguiente fórmula:

$$TCR = (V_f - V_i) / V_i * 100$$

En donde:

V_i: valor de la variable evaluada al inicio del periodo

V_f: valor de la variable evaluada al final del periodo.

Al homologar el crecimiento arbóreo con el crecimiento del capital, la TCR actúa como una tasa de interés nominal anual, a partir de esta se puede calcular la acumulación del crecimiento a partir de la tasa de interés compuesto (Tic), cuya fórmula es:

$$Tic = (1+r)^n - 1$$

En donde:

r: tasa de interés nominal anual, que es TCR.

n: números de periodos.

Con los datos de TRC y Tic, se calculó para cada especie el crecimiento acumulado del AB (variable respuesta) a partir del tiempo o periodos (variable predic-

tora) para lograr un AB entre 22 a 25 m²/ha, estimándose la edad de las especies para el primer raleo.

RESULTADOS

Desde la implantación del ensayo (2007) no se observan diferencias significativas entre el Dap y AT de las especies; siendo la especie que manifestó el mayor Dap es *T. tipu* y la de mayor AT fue *A. colubrina* (Tabla 1).

Tabla 1. Comparación del Dap (valor de media aritmética ± la desviación estándar) y AT (valor de media aritmética ± la desviación estándar) entre las especies.

Table 1. Comparison of DBH (arithmetic mean value ± standard deviation) and TH (arithmetic mean value ± standard deviation) between species.

Especie	Dap (cm)	AT (m)
<i>P nitens</i>	1,32±0,37 a	2,09±2,34 a
<i>A. colubrina</i>	1,88±0,81 a	2,27±2,56 a
<i>T. tipu</i>	2,17±1,28 a	2,28±6,05 a
H	1,30	1,19
p	0,54	0,58

Prueba no paramétrica de comparaciones múltiples de Kruskal-Wallis (p<0,05). **H:** estadístico calculado, **p:** grado de significación estadística (p < 0,05), letras distintas indica diferencias estadísticamente significativas

Con los datos obtenidos se estima, que en plantación, el tiempo en superar la altura de ramoneo (2 m) para *P. nitens*, *A. colubrina* y *T. tipu*, es de 6, 4 y 5 años respectivamente.

Las tasas o incrementos medios anuales (IMA) de Dap y AT se observan en la **Tabla 2**. En ninguno de los casos existen diferencias entre los incrementos de las especies. Siendo destacable el IMA de 6 mm/año de *T. tipu*.

Tabla 2. Incrementos en Dap (mm/año) y AT (cm/año) de las especies.

Table 2. Increases in DBH (mm / year) and TH (cm / year) of the species.

Especie	IMA	
	Dap (mm/año)	AT (cm/año)
<i>P nitens</i>	2,2 a	13,6 a
<i>A. colubrina</i>	4,3 a	12,6 a
<i>T. tipu</i>	6,0 a	18,5 a
H	0,48	1,57
p	0,81	0,51

Prueba no paramétrica de comparaciones múltiples de Kruskal-Wallis (p<0,05). **H:** estadístico

calculado, **p:** grado de significación estadística (p < 0,05), letras distintas indica diferencias estadísticamente significativas.

En la **Figura 1**, se observa la dispersión de los IMAS acumulados para cada especie, donde se estima una etapa de crecimiento exponencial de los individuos.

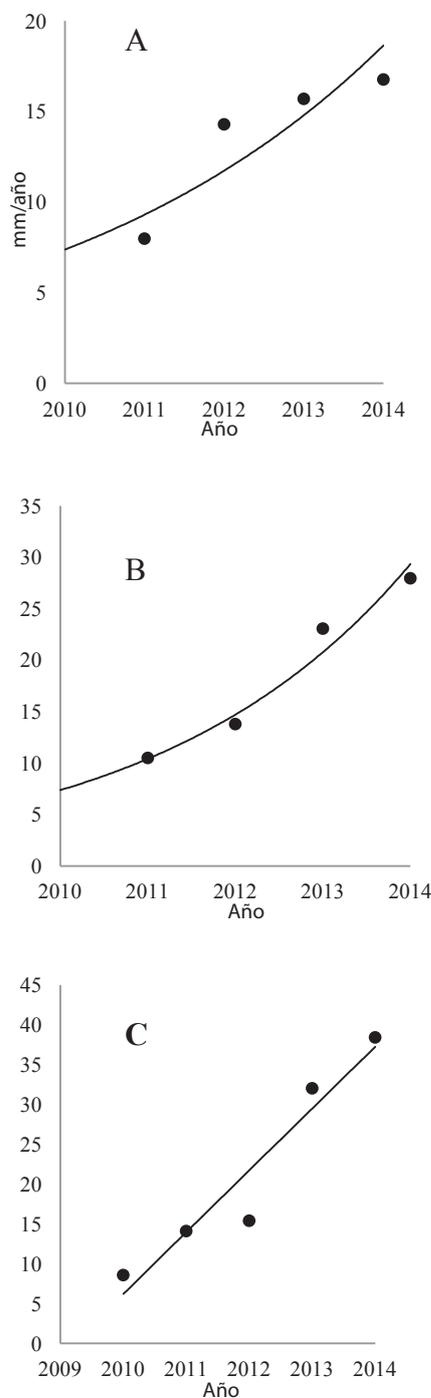


Figura 1. Dispersión de los IMAS acumulados por especie. A.- *P. nitens*. B.- *A. colubrina* y C.- *T. tipu*.

Figure 1. Dispersion of the AMI accumulated per species. A.- *P. nitens*. B.- *A. colubrina* y C.- *T. tipu*.

Los modelos no lineales que ajustan a la dispersión de los IMAS acumulados por cada especie, se describen en la **Tabla 3**.

Tabla 3. Modelos no lineales para el ajuste de la dispersión de los IMAS acumulados por especie.

Table 3. Nonlinear models for adjusting the accumulated dispersion of the AMI per species.

Especie	Modelo	Ecuación	R ²
<i>P. nitens</i>	Logaritmico	$y=7,9209*\ln(x)+4,3766$	0,88
<i>A. colubrina</i>	Gompertz	$y=11,14*\exp^{-2,48*\exp^{-0,04*x}}$	0,92
<i>T. tipu</i>	Hiperbólico	$y=16,71*x/(93,52+x)$	0,90

Donde Y es años y X es el DAP (cm)

A partir de los modelos lineales se estima que para las especies logren alcanzar los 10 cm de Dap faltan 15, 7 y 9 años para *P. nitens*, *A. colubrina* y *T. tipu*, respectivamente.

Las tasas de crecimiento anual en AB (m²/ha) y VOL (m³/ha), se muestran en **Tabla 4**, no observándose diferencias de los incrementos entre las especies.

Tabla 4. Incrementos en AB (m²/ha) y VOL (m³/ha) de las especies.

Table 4. Increase in BA (m² / ha) and VOL (m³ / ha) of species.

Especie	IMA	
	AB (m ² /ha)	VOL (m ³ /ha)
<i>P. nitens</i>	0,20±0,08 a	2,79±1,26 a
<i>A. colubrina</i>	0,66±0,27 a	11,08±4,68 a
<i>T. tipu</i>	1,28±0,54 a	23,57±9,94 a
H	0,47	0,74
p	0,81	0,72

Prueba no paramétrica de comparaciones múltiples de Kruskal-Wallis (p<0,05). **H:** estadístico calculado, **p:** grado de significación estadística (p < 0,05), letras distintas indica diferencias estadísticamente significativas.

De acuerdo a las TCR y Tic obtenidas para cada una de las especies, para lograr un AB entre 22 a 25 m²/ha, les demandará 40, 13 y 11 años a *P. nitens*, *A. colubrina* y *T. tipu* respectivamente; a partir del año 2014. Es decir el primer raleo en *P. nitens* será en el año 2054, en *A. colubrina* en 2027 y en *T. tipu* en 2025 (**Tabla 5**).

Tabla 5. Años restantes en lograr un AB objetivo (m²/ha), según el TRC y Tic de las especies.

Table 5. The remaining Years to achieve a target BA (m² / ha) , according to the RGR and CIR species.

	Especies		
	<i>P. nitens</i>	<i>A. colubrina</i>	<i>T. tipu</i>
TCR (%)	12,33	31,92	30,50
Tic para logra AB objetivo	92,05	35,94	16,92
AB obtenida	22,87	25,21	23,12
Años necesarios	40	13	11

DISCUSIÓN

Existen experiencias de domesticación de especies nativas en Valle Morado (Orán-Salta) (BALDUCCI *et al.* 2009) y las del INTA-Yuto-Jujuy (DEL CASTILLO *et al.* 2001; DEL CASTILLO, 2005a; DEL CASTILLO, 2005b), en donde se experimenta el cultivo de especies nativas de valor forestal en especial de la Yungas Jujeñas. BALDUCCI *et al.* (2009) manifiestan en ensayos de restauración de bosque en la zona de Yungas (Orán-Salta) con una edad de 6 años, un Dap promedio de 11,6 cm, 26,1 y 10,6; y una AT promedio de 7,1 m, 15,7 m y 7,8 m para *A. colubrina*, *T. tipu* y *P. nitens* respectivamente; y con respecto al IMA de las mismas especies 35 mm/año, 25 mm/año y 14 mm/año; datos muy superiores a los propuestos en este trabajo. Esta diferencia se debe a las mayores precipitaciones promedio que se dan el lugar (Orán) que son superiores a los 1200 mm. Las precipitaciones juegan un papel importante en el crecimiento de estas especies, datos de *A. colubrina* en bosque maduros de la Selva pedemonte de Yungas muestran un IMA de 4,7 mm/año (HUMANO, 2013). Además en datos de anillos de crecimiento de *A. colubrina* se estima que en las Yungas le demanda 10 años en lograr los 10 cm de Dap (HUMANO, 2013) siendo en este trabajo de 14 años para obtener igual tamaño de Dap. Las especies necesitan menos de 6 años en superar los 2 m de AT, BRASSIOLO Y POKORNY (2000) proponen para un ambiente similar 8 años, en regeneración de *Schinopsis quebracho colorado* para superar la altura de ramoneo. Debido a la excelente calidad de la madera de *P. nitens* pero debido a sus bajos incrementos anuales, y la proyección de su crecimiento demuestran un plazo prolongado para obtener madera de un primer raleo, ya existen propuesta de producción con riego presurizado (DEL CASTILLO, 2005b; HUMANO, 2014) y

con fertilización nitrogenada (HUMANO, 2014). Con respecto al IMA diamétrico de las especies y considerando la clasificación propuesta de GMSJ (2010), *T. tipu* es una especie de crecimiento medio (10-5 mm/año), en tanto *P. nitens* y *A. colubrina* son de crecimiento lento (< 5 mm/año). Entre las especies la más promisoría esta *T. tipu*, debido a la buena calidad maderable y principalmente al IMAVOL obtenido el cual es comparable a los que se determinaron en la zona de Metán (Salta) para cultivo de *Eucaliptus grandis* de 34 m³/ha/año (MINETTI *et al.* 2007) o a los 27 m³/ha/año propuesto por PICHI Y CHOCOVAR (2005) para el cultivo de *Populus sp.* en Jujuy. En el caso de una especie exótica de un crecimiento menor como las especies de *Pinus sp.* en donde se comunican para la región incrementos volumétricos de 25 m³/ha/año (PICCHI, 1984), aún son muy superiores para el caso de *P. nitens*, la especie de menor crecimiento diamétrico. En relación al tiempo de un primer raleo en la zona se estima para plantaciones de *Cedrela balsanae* es de 25 años (DEL CASTILLO, 2005 a) comparables con los de *A. colubrina* (20 años) y *T. tipu* (17 años). En tanto que el propuesto para *Eucaliptus grandis* (Minetti *et al.* 2007) es de 4 años y para el género *Pinus* entre 10 a 15 años (PICCHI, 1994), datos menores en comparación de las especies trabajadas. Las especies fueron propuestas por VALDORA Y SORIA (1999) para forestaciones a pequeña escala para obtener madera de calidad son *P. nitens* y *T. tipu*, y en el caso de *A. colubrina* destinada a forestaciones de alta densidad a pequeña escala para la obtención de varillas y tutores de uso rural. Se considera que este trabajo aporta datos estadísticos que pueden orientar el manejo forestal de estas especies ya conocidas y propuestas para ser usadas en forestaciones.

CONCLUSIONES

Las especies debido a su adaptabilidad a condiciones de Chaco semiárido y a la forestación a cielo abierto, a pesar de sus bajos incrementos diamétricos son recomendables para forestaciones a mayor escala (5 a 10 ha).

A partir de los resultados expuestos se sugiere una unidad de domesticación constituida por *P. nitens* destinada a forestación para madera de calidad, *A. colubrina* destinada a forestaciones de alta densidad para obtención de madera para carpintería rural y leña y *T. tipu* destinada a forestaciones doble propósito, los raleos destinados a leña y la corta final destinada a madera de calidad.

BIBLIOGRAFÍA

BALDUCCI, E.D., Arturi, M. F., Goya, J. F. y Brown, A. D. 2009. Potencial De Plantaciones Forestales en el Pedemontana de las Yungas. Fundación ProYungas. Ediciones del Subtrópico. Argentina.

FLORES B, Y. 2004. Crecimiento y productividad de seis especies forestales nativas de 20 años de edad en el bosque Alexander von Humboldt, Amazonia Peruana. Revista Recursos Naturales y Medio Ambiente 41: 111-120.

BRAUN WILKE, R. H. 2001. Carta de Aptitud ambiental de la Provincia de Jujuy. Colección: Arte y Ciencia. Red de Editoriales Universitarias Nacionales. Jujuy, Argentina.

BRASSIOLO, M. M. y Pokorny, B. (2000) Crecimiento de plantas jóvenes de quebracho colorado santiagueño (*Schinopsis quebracho-colorado*). Revista Quebracho, 8: 64 – 69.

BROWN, A. D., Grau, A.; Lomáscolo, T. y Gasparri, N. I. 2002. Una estrategia de conservación para las Selvas subtropicales de montaña (Yungas) de Argentina. Revista Ecotropicos, 15: 147-159.

BROWN A. D., Pacheco, S., Lomáscolo, T. y Malizia, L. 2005. Situación Ambiental en los Bosques Andinos Yungueños. 21 p. Inédito.

BROWN, A. D. y Pacheco, S. E. 2006. Importancia del género *Cedrela* en la conservación y desarrollo sustentable de las Yungas australes. Pp: 9-18 en Pacheco, S. y Brown, A (eds.) Ecología y producción de cedro (género *Cedrela*) en las Yungas australes. Ediciones del Subtrópico. Argentina.

CABRERA, A. L. 1976. Enciclopedia Argentina de agricultura y jardinería. Regiones fitogeográficas Argentinas. Fascículo 1. Editorial Acme. Bs. As, Argentina.

CARVAJAL V. D. y J. C. Calvo A. 2013. Tasas de crecimiento, mortalidad y reclutamiento de vegetación en tres estadios sucesionales del bosque seco tropical, Parque Nacional Santa Rosa, Costa Rica. Revista Forestal Mesoamericana Kurú (Costa Rica) Volumen (10) 25:1-12 .

DEL CASTILLO E. M., M. A. Zapater, M. N. Gil y J. Saravia Toledo. 2001. Estudio autoecológico en

- especies de maderas preciosas de la Selva subtropical del noroeste argentino. Actas V Congreso Latinoamericano de Ecología. Facultad de Ciencias Agrarias. UNJU. Jujuy, Argentina.
- DEL CASTILLO, E. M. 2005 a. Selva de Yungas del NOA (Jujuy, Salta, Tucumán). Recuperación ambiental y productiva. 1º Ed. INTA. Jujuy, Argentina.
- DEL CASTILLO, E. M. 2005 b. Arboricultura de Especies Forestales de Alto Valor- con riego presurizado. Revista IDIA XXI 8: 122-125.
- Guía para la formulación de Planes de Manejo Forestales Sostenible de los Bosques Nativos en la Provincia de Jujuy (GMSJ). 2010. Proyecto Piloto: Ley 26.331. Secretaría de Recursos Naturales. Ministerio de Producción y Medio Ambiente. Cartilla de Divulgación. Jujuy, Argentina.
- HORLENT, M. y D. Monteverde. 2006. Crecimiento de *Cedrela balansae* en la plantación experimental de Valle Morado. Pp. 171-178 en Pacheco, S. y Brown, A. (eds.) Ecología y producción de Cedro (género *Cedrela*). Argentina.
- HUMANO, C; Giulianotti, C.G.; Duran, A. y Gaspar, S. 2012. Composición, Estructura y Diversidad arbórea de un rodal disetáneo característico del ecotono Yungas-Bosque Chaqueño semiárido, de la provincia en Jujuy-Argentina. Revista Agraria. VI (13): 84-90.
- HUMANO C. A. 2013. Modelado de la dinámica y producción forestal de la Selva Pedemontana de Yungas, Argentina. Tesis Maestría Recursos Naturales. UBA. Argentina. 159 p.
- HUMANO, C. A. 2014. Innovación y transferencia de Tecnología aplicada en plantaciones forestales en macizo de *Pterogyne nitens* (tipa colorada) destinada a madera de calidad. Revista Agraria. En evaluación.
- KRUSKAL, W.H. y W. A.Wallis.. 1952. Use of ranks in one-criterion variable analysis. Journal of the American Statistical Association 47 (260):583-621.
- LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas. GTZ. Alemania.
- MARIN, G.S., Nygard, R, Rivas, B.G. y P. C: Oden. 2005. Stand dynamics and basal area change in a tropical dry forest reserve in Nicaragua. Forest Ecology & Management 208:63-75.
- MÁRMOL, L.A. 1995. Enriquecimiento forestal de Selva degradada en las Yungas de Yuto (Prov. De Jujuy). Pp. 85-92 en Brown, D. A. y Grau, H. R. (eds.) Investigación, conservación y desarrollo en Selvas Subtropicales de Montaña. Tucumán, Argentina.
- MARTÍNEZ, S. M. y D. J. Andrade. 2006. Guía de Árboles nativos de la Provincia de Salta. Secretaría de cultura de la Provincia de Salta. CFI. Salta. Argentina.
- MINETTI, J. M., Mangialavori A. y S. Bessornat. 2007. Comportamiento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden en cuatro sitios de las provincia de Salta, Argentina. Actas 2º Jornadas Forestales del NOA. Salta. Argentina.
- MINETTI, J.M. 2006. Aprovechamiento forestal de cedro en las Yungas de Argentina. pp. 143-154 Pacheco, S. y Brown, A. (eds.) Ecología y producción de cedro (género *Cedrela*) en las Yungas australes. Ediciones del Subtropico, Argentina.
- NADIR, A. y Chafatinos, T. 1990. Los suelos del NOA (Salta y Jujuy). Tomo 1. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta. Salta, Argentina.
- PACHECO, S. y Brown, A. 2006. Ecología y producción de cedro (género *Cedrela*) en las Yungas australes. Ediciones del Subtrópico. Argentina.
- PICCHI, C. G. 1984. Introducción de Especies y Orígenes de Pinos en la Estación Forestal "San Pablo", Provincia de Jujuy, Argentina. www.minagri.gob.ar/forestacion/resumenes. Inédito.
- PICCHI, C. G. y A. N. Chocovar. 2005. Comparación de rendimientos de dos ensayos de álamos con y sin riego en "El Fuerte" y Estación Forestal "San Pablo". Actas V Jornadas Científico Técnicas de la Facultad de Ciencias Agrarias. Unju. Jujuy. Argentina. Pp: 60-63.
- VALDORA, E. E. y Soria, M. B. 1999. Árboles de interés forestal y ornamental para el noroeste argentino. Laboratorio de Investigaciones Ecológicas de las Yungas. Tucumán, Argentina.
- VARELA S., Gyenge J.; Fernández M. E. y T. Schlichter. 2008. Hacia la domesticación de especies forestales nativas y la importancia de los estudios en ecofisiología. Patagonia Forestal XIV 2: 18-19.

MULTIPLICACIÓN IN VITRO DE *Myrocarpus frondosus* Allemão “incienso” A PARTIR DEL ESTABLECIMIENTO DE SEMILLAS

MULTIPLICATION IN VITRO OF *Myrocarpus frondosus* Allemão “incienso” FROM SEEDS ESTABLISHMENT

Fecha de recepción: 26/03/2014 // Fecha de aceptación: 07/10/2014

Ana María Noguera

Mgter en Biotecnología, Lic. en Genética, docente investigador Facultad de Ciencias Forestales, Bertoni 124 Eldorado. amnogue@arnet.com.ar

Micaela Evelin Martinez

Mgter en Biotecnología, Ing. Ftal, docente investigador Facultad de Ciencias Forestales, Bertoni 124 Eldorado. micaevelin@yahoo.com.ar

Cristina Raquel Padilla

Mgter en Biotecnología, Ing. Ftal. cristinapadilla.ing@gmail.com

Paola Duarte

Prof. en Biología, FCF

RESUMEN

Myrocarpus frondosus Allemão “incienso” es una especie leñosa con aptitudes maderables, la tala selectiva y la reducción de la superficie boscosa ha llevado a su disminución y consecuen- te pérdida de variabilidad genética. La propagación *in vitro* es una herramien- ta para la conservación de germoplas- ma y la propagación de árboles selectos. El presente trabajo tuvo como objetivo desarrollar la fase de establecimiento y multiplicación *in vitro* de *M. frondo- sus*. Se ensayaron tratamientos de des- infección en semillas para su estableci- miento utilizando, hipoclorito de sodio en distintas concentraciones y tiempo de exposición. En la multiplicación de ápices y segmentos nodales de plán- tulas *in vitro* se estudiaron diferentes concentraciones de 6-Bencilaminopu- rina (6-BAP, 0,1; 0,25; 0,5 y 1 mg/L) y ácido naftalenacético (ANA, 0,1 mg/L). Se obtuvo en el establecimiento de se- millas un 6,5% de germinación al tra- tarlas con solución de hipoclorito de sodio al 3%. La mejor respuesta en la multiplicación se logró con la concen- tración ensayada de 1 mg/L de 6-BAP y 0,1 mg/L de ANA.

Palabras Clave: Micropropaga- ción, Fabaceae.

SUMMARY

Myrocarpus frondosus Allemão “incienso” is a species with excellent qualities for timber. Its selective felling combined with the loss of woodland as a result of advancing agriculture areas has reduced its presence and as a conse- quence the loss of genetic variability. The micropropagation of vegetal spe- cies offers an important tool for con- serving germoplasm and for propagat- ing selected trees. The objective of the present research work consisted in de- veloping a protocol for establishment and multiplication of *M. frondosus*. Different disinfection treatments for seeds were tested with sodium hypo- chlorite solution at different concen- trations and exposition times.

In the multiplication phase, dif- ferent treatments were tested with 6-Bencilaminopurina (6-BAP at 0,1; 0,25; 0,5 y 1 mg/L) y Naftalenacetic acid (ANA at 0,1 mg/L). For estab- lishment a 6,5 % of germination was obtained in the treatment with a so- dium hypochlorite solution at 3%. The best answer in the multiplication was obtained with 1 mg/L 6-BAP and 0,1 mg/L ANA concentrations.

Key words: micropropagation, Fabaceae.

INTRODUCCIÓN

M*yrocarpus frondosus* Allemão (Fabaceae) conocida como “incienso”, especie leñosa de gran porte, habita bosques semihúmedos y franjas de transición entre bosques altos y bosques bajos. La caracteriza la presencia de resina aromática (bálsamo). Posee flores pequeñas agrupadas en racimo; su fruto es una sámara que lleva una a dos semillas.

Posee una madera de alto valor económico tanto en el mercado nacional como internacional. Es utilizada en mueblería, la madera es dura, pesada, con diseño vetado suave, brillo mediano, textura mediana y de grano derecho u oblicuo, presenta resistencia mecánica con buena durabilidad (GARTLAND et al. 1993). Además es una especie melífera.

El principal problema que presenta *M. frondosus*, es la escasez de semillas aptas para la siembra, además la cantidad de árboles por hectárea es muy baja y limita aún más la disponibilidad de semillas. Por otro lado las mismas son frágiles y preferentemente hay que cosecharlas del árbol, ya que cuando caen los frutos se pudren rápidamente, debido a la humedad del bosque y la cobertura tan delicada que posee la semilla no la protege, así mismo, las semillas de “incienso” son recalcitrantes y de baja viabilidad (CORVALHO 1982, EIBL et al. 2002) por lo tanto la conservación de los frutos, no debe exceder los tres meses para garantizar una cierta viabilidad (LORENZI 1999). Es también frecuente la presencia de contaminantes endógenos (TEIXEIRA 1993).

Desde esta problemática, se plantea que las técnicas biotecnológicas son una de las herramientas para la conservación y multiplicación de esta especie.

El cultivo *in vitro* de tejidos vegetales tiene una aplicación práctica en la clonación, conservación, y manipulación del material vegetal (JIMÉNEZ GONZÁLES 1998). Esta técnica permite la propagación de árboles y proporciona una ventaja económica importante a la industria forestal, permitiendo la propagación masiva de plantas iguales (clones) provenientes de árboles selectos, garantizando de esta manera la genética del material vegetal. Además permite reducir las dificultades presentes, tales como los largos períodos de maduración, la baja viabilidad de las semillas y la dificultad que presentan algunos individuos de propagarse por métodos tradicionales.

Según investigaciones en especies leñosas un adecuado balance de auxinas y citoquininas es indispensable para el éxito del cultivo *in vitro* y la formación de plantas a partir de los diferentes tipos de explantes (JIMÉNEZ GONZÁLES 1998). Se ha descrito para

muchas especies leñosas la necesidad de suplementar al medio de cultivo MURASHIGE y SKOOG (MS) con 6-BAP (6-Bencilaminopurina) o BA (benciladenina). GUEVARA-BERGER et al. (1992) realizaron investigaciones con yemas apicales y entrenudos de plantas jóvenes de *Cedrela tonduzii* “cedro dulce”, aplicando BA (0,5 mg/L), mientras RODRÍGUEZ et al. (2003) lograron buenos niveles de multiplicación en *C. odorata* “cedro” y *Swietenia macrophylla* X *Swietenia mahogani* “caoba híbrida” con la adición de 6-BAP (0,5 mg/L) en el medio de cultivo.

Es posible la micropropagación *in vitro* de *M. frondosus* utilizando técnicas de la biotecnología, ante la necesidad de rescatar especies forestales nativas de la selva misionera, que pueden estar bajo amenaza de extinción y que presentan dificultades para propagarse y que poseen valor económico.

El objetivo del presente trabajo fue el desarrollo de una metodología para la germinación de semillas *in vitro* de *M. frondosus*, y evaluar medios de cultivo para su multiplicación *in vitro* que permitan generar una técnica para mejorar su producción, rescate y conservación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Propagación Vegetativa de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Eldorado, Misiones, durante el período comprendido entre diciembre de 2009 y abril 2011.

El material vegetal utilizado para el estudio fueron, semillas provenientes de árboles semilleros de “incienso” de origen y procedencia Guaraní, Misiones, cosecha 2009. Las mismas, a la semana de cosechadas, fueron tratadas de la siguiente manera: se realizaron cortes de las alas del fruto, luego se efectuó un enjuague con hipoclorito de sodio al 0,5% (en condiciones de laboratorio) y en cabina de flujo laminar se realizó la escarificación y desinfección de las mismas, con alcohol al 70% durante 60 segundos, seguido del tratamiento con una solución de hipoclorito de sodio al 1% y otro tratamiento al 3% durante 15 min en agitación, realizando luego un triple enjuague con agua destilada estéril. Posteriormente se extrajeron las cubiertas seminales y se procedió a una segunda desinfección con alcohol al 70% por 30 s seguido de una solución de hipoclorito de sodio al 1% durante 10 min, con triple enjuague en agua destilada estéril.

En la fase de multiplicación los explantes evalua-

dos fueron, ápices caulinares y segmentos uninodales de 1 cm conteniendo al menos una yema, provenientes de plántulas germinadas *in vitro*.

El medio de cultivo basal empleado fue MURASHIGE y SKOOG (1962) (MS), suplementado con sacarosa al 2%, en estado semisólido gelificado con 0,8% de agar. El pH del medio de cultivo fue de 5,8 y se esterilizó en autoclave a 121°C de temperatura y 1,2 kg/cm² de presión durante 20 min.

Las condiciones de cultivo fueron 27 °C +/- 2 °C, empleando un fotoperíodo de 16 horas luz fría.

Durante la multiplicación se evaluaron los siguientes reguladores de crecimiento: Ácido naftalenacético (ANA), 6-bencilaminopurina (6-BAP) y se realizaron subcultivos cada 45 días para determinar el coeficiente de multiplicación.

En los subcultivos 1, 2 y 3 los explantes se multiplicaron en medio MS completo y suplementado con 1 mg/L de 6-BAP y 0,1 mg/L ANA, 2% sacarosa y 0,8% agar.

A partir del cuarto subcultivo se evaluaron los siguientes tratamientos: (1) 0,1 mg/L de 6-BAP y 0,1 mg/L de ANA; (2) 0,25 mg/L de 6-BAP y 0,1 mg/L de ANA; (3) 0,5 mg/L de 6-BAP y 0,1 mg/L de ANA; y (4) 1 mg/L de 6-BAP y 0,1 mg/L de ANA.

El diseño experimental utilizado fue completamente aleatorizado, con una distribución factorial de los tratamientos. La unidad experimental estuvo constituida por cada uno de los explantes evaluados. La variación entre los tratamientos fue analizada aplicando análisis de varianza (ANOVA). Cuando el ANOVA indicó diferencias entre las medias de los tratamientos, se aplicó el Test Duncan para determinar si los tratamientos presentaron diferencias significativas, con $\alpha = 0.05$, para las variables evaluadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Establecimiento a partir de semillas de *M. frondosus*

En el tratamiento de desinfección de semillas con hipoclorito de sodio al 1%, el porcentaje de desinfección fue del 36% de las semillas tratadas y el 64% restante se contaminaron con hongos. En las semillas tratadas con hipoclorito de sodio al 3%, se logró un 6,5% de semillas germinadas *in vitro* (**Figura 1**); si bien un 12,4% de las mismas presentaron contaminación con hongos (porcentaje menor al que mostró el tratamiento con hipoclorito al 1%); el 80,4% de las semillas de este tratamiento mostraron contaminación con bacterias endógenas (**Gráfico 1**), las cuales no se observaron en el tratamiento con hipoclorito de sodio al 1%, debido a la alta tasa de contaminación úngica que presentó.



Figura 1. Plántulas de *M. frondosus* germinadas *in vitro*, a los 60 días de establecidas.

Figure 1. Young plants of *M. frondosus* developed *in vitro*, after 60 days of the establishment.

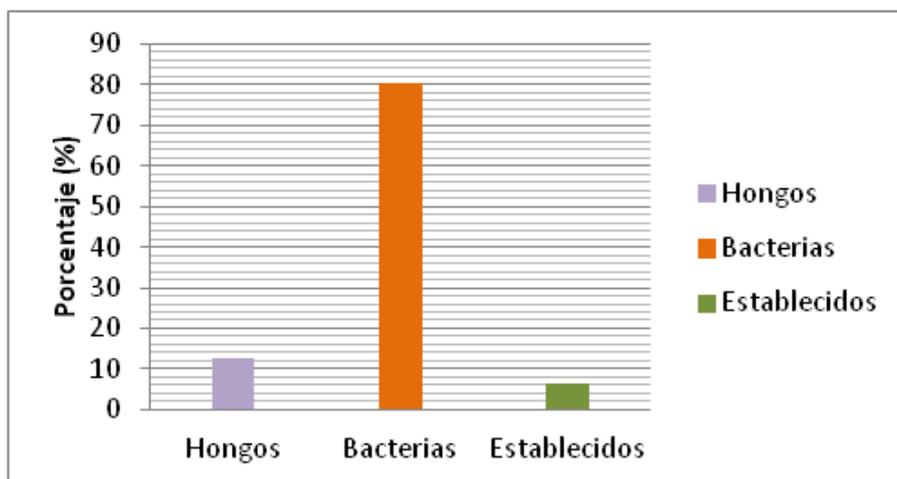
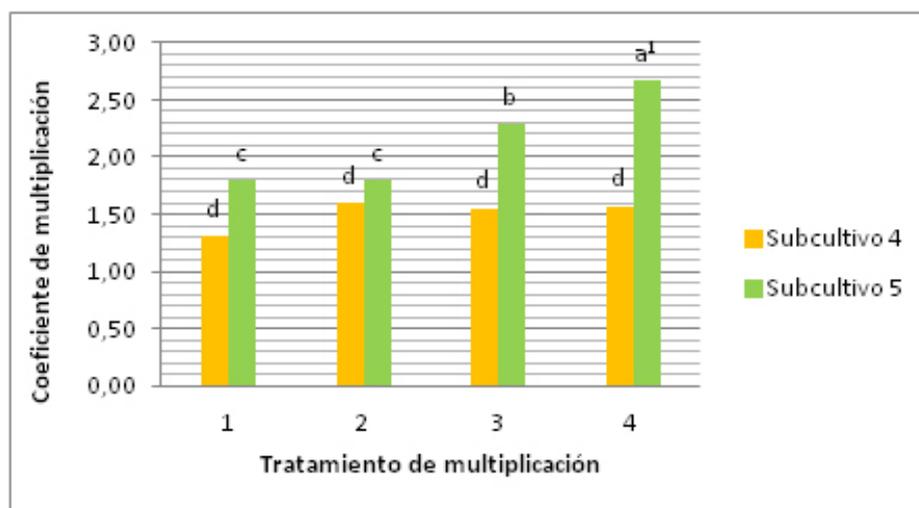


Gráfico 1. Resultados del establecimiento de semillas de *M. frondosus* tratadas con una solución de hipoclorito de sodio al 3%.

Graphic 1. Results of *M. frondosus* seeds establishment treated with 3 % sodium hypochlorite solution.



¹Tratamientos identificados con letras iguales, en el mismo subcultivo, indican que no son significativamente distintos dado $\alpha=0.05$ según comparación múltiple de medias de Duncan, para la variable Coeficiente de multiplicación.

Gráfico 2. Coeficiente de multiplicación de brotes de *M. frondosus* desarrollados a partir de ápices y segmentos nodales, con distintas concentraciones y combinaciones de reguladores de crecimiento durante el cuarto y quinto subcultivo, a los 45 días de cultivo.

Graphic 2. *M. frondosus* nodal segment multiplication rate using different growth regulator concentration and combination during the fourth and fifth subculture.

Multiplicación a partir de plántulas *in vitro* de *M. frondosus*

Tras efectuar el análisis de varianza (ANOVA) para la variable coeficiente de multiplicación, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en el subcultivo 4. En cambio, en el subcultivo 5 se observaron diferencias significativas entre los tratamientos; los mejores resultados se obtuvieron con el tratamiento 4 (1 mg/L de 6-BAP y 0,1 mg/L de ANA) con un coeficiente de multiplicación de 2,66, seguido del tratamiento 3 (0,5 mg/L de 6-BAP y 0,1 mg/L de ANA) con coeficientes de 2,29 (**Gráfico 2**).



Figura 2. Brotes de *M. frondosus* desarrollados a partir de un segmento nodal durante el tercer subcultivo, con 40 días.
Figure 2. Buds of *M. frondosus* developed from a nodal segment during the third subculture.

Como se ha descrito en la bibliografía para muchas especies leñosas y como refiere MROGINSKI *et al.* (2004), se observó que el regulador de crecimiento 6-BAP promueve significativamente la proliferación y diferenciación de brotes (**Figura 2**). Además, se observó que los brotes obtenidos en los medios suplementados con las mayores dosis de 6-BAP (tratamiento 3 y 4) presentaban mejores condiciones en cuanto a color de hojas y desarrollo de los entrenudos.

CONCLUSIÓN

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se arribaron a las siguientes conclusiones: (1) el mayor porcentaje de explantes de “incienso” se logra a partir de la germinación de semillas desinfectadas con una solución de hipoclorito de sodio al 3% durante 15 minutos; (2) el mayor número de brotes en la fase de multiplicación *in vitro* se obtiene con medio de cultivo MS completo suplementado con las concentraciones de 1 mg/L de 6-BAP y 0,1 mg/L de ANA. Sobre la base de los datos obtenidos se plantean los siguientes propósitos: (1) realizar ensayos con semillas de 1 a 15 días de cosechadas; (2) repetir los tratamientos que dieron los resultados más promisorios y (3) continuar con ensayos de enraizamiento de la especie.

BIBLIOGRAFÍA

CORVALHO P.E.R., 1982. Resultados experimentais de especies madeireiras nativas no Estado do Parana. En Anais do Congresso Nacional sobre essencias nativas. Silvicultura en Sao Paulo. Editorial especial Revista Do Instituto Forestal Sao Paulo Brasil. 16(2): 747-765.

EIBL, B.; Bohren A.; Mendez R.; Sosa G.; Di Stasi M. 2002. Pecom Forestal SA/FCF, UNaM. Especies forestales nativas de la selva paranaense, Fichas de divulgación: Ficha 19 de 30 y anexos.

GARTLAND, H. M.; Bohren, A. V.; Grance L. A. 1993. Ficha técnica Árboles de Misiones: *Myrcarpus frondosus* Allem. Fr. Revista Yvyrareta 4(4): 24-25.

GUEVARA-BERGER, E.; Hidalgo-Dittel, N.; Murillo-Gamboa, O. 1992. Cultivo *in vitro* de cedro dulce (*Cedrela tonduzii*); Organization for Tropical Studies; Revista Tecnología en Marcha 11(3): 10-16.

JIMÉNEZ GONZÁLES, E. 1998. Generalidades del Cultivo *in vitro*; Propagación y mejora de plantas por Biotecnología; Pérez Ponce J. (ed.); pp. 13-24.

LORENZI, H. 1999. *Árvoreis Brasileiras*, Manual de identificación y cultivo de plantas arbóreas del Brasil, Vol.1, 2º Edición; Instituto Plantarum De Estudos Da Flora LTDA.

MROGINSKI, L.; Sansberro, P.; Flaschland, E. 2004. Establecimiento de cultivos de tejidos vegetales. Biotecnología y Mejoramiento Vegetal. Echenique, V.; Rubinstein, C. y Mroginski L. (eds.); Ediciones INTA, RA.; 2 (2): 35-42.

MURASHIGE, T.; Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue. Phys Plant. 15: 473-493.

RODRÍGUEZ, R.; Daquinta, M.; Capote, I.; Pina, D.; Lezcano, Y.; González-Olmedo, J.L. 2003. Nuevos aportes a la micropropagación de *Swietenia macrophylla* X *Swietenia mahogany* (caoba híbrida) y *Cedrela odorata* (cedro). Cultivos Tropicales 24: pp 23-27

TEXEIRA J.B. 1993. Limitações ao proessesos de cultivo *in vitro* de especies lenhosas EMBRAPA. Recursos genéticos e Biotecnología. Brasilia, Brasil.

CARACTERISTICAS DE LA PRECIPITACION DURANTE 1981-2012 EN ELDORADO MISIONES

PRECIPITATION CHARACTERISTICS DURING THE YEARS 1981-2012 IN ELDORADO MISIONES

Fecha de recepción: 20/08/2014 // Fecha de aceptación: 07/10/2014

Fidelina Silva

M. Sc. en Meteorología Agrícola. Jefe de Trabajos Prácticos de Agrometeorología. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM. Bertoni 124 (3380) Eldorado, Misiones. fidelina16@gmail.com

Beatriz I. Eibl

M. Sc. en Semillas. Prof. Titular de Agrometeorología. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM. Bertoni 124 (3380) Eldorado, Misiones. beibl@facfor.unam.edu.ar

Elisa A. Bobadilla

M. Sc. en Tecnología de la Madera. Prof. Adjunto de Agrometeorología. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM. Bertoni 124 (3380) Eldorado, Misiones. elisa@facfor.unam.edu.ar

RESUMEN

En este artículo se presenta un análisis de los registros de precipitación en el periodo 1981-2012 en la localidad de Eldorado, Misiones. Se brindan los valores climáticos de precipitación y número de días con precipitación. A través de las técnicas estadísticas de análisis de variancia se compararon los valores para cada estación del año. Se obtuvo como valor de precipitación media anual de 2001 milímetros. La precipitación media acumulada durante el invierno difiere significativamente del otoño y la primavera y no así del valor medio para el verano. Se incluyen además los resultados parciales del estudio de probabilidad de eventos de sequías a través del Índice de Precipitación Estandarizado.

Palabras clave: estadística climática, precipitación, Índice de Precipitación Estandarizado.

SUMMARY

An analysis of the precipitation recorded of the period 1981- 2012 in Eldorado, Misiones is presented in this article. Climatic values of precipitation and number of days with precipitation are provided. Through statistical technique of analysis of variance, values for each station were compared. 2001 mm was obtained as the average annual precipitation value. The average precipitation accumulated during winter differs significantly from autumn's and spring's values while it does not differ from summer's average precipitation. Partial results of drought probability events through the Standardized Precipitation Index are also included.

Keywords: climate statistic, rainfall, Standardized Precipitation Index.

INTRODUCCIÓN

Las precipitaciones en la provincia de Misiones se deben a la influencia del anticiclón del Atlántico sur el cual emite viento húmedos que generan lluvias de tipo orográfica, llegando su influencia a toda la zona noreste del país (BARROS, 2008). El encuentro de las masas de aire cálidas del norte y nordeste con las masas de aire frío provenientes del sur y sudeste de la Argentina también tiene una marcada influencia en la generación de precipitaciones de tipo frontal a lo largo del año (BARROS, 2008). Las isolíneas de precipitación en Misiones abarcan un rango entre 1700 a 2000 mm, decreciendo de Este a Oeste. En el sector Noroeste de la provincia (margen del Río Paraná), se cita una media de 1800 mm como valor climático (BURGOS, 1970, CABRERA, 1976, SMN, 2014). Este valor climático es brindado por Servicio Meteorológico Nacional, teniendo los datos de Posadas e Iguazú el mayor peso en la determinación de dicha normal climática. Cuando se utilizan los registros de estaciones locales (ubicadas dentro de la zona altoparanaense de Misiones) las diferencias con aquella media climática se hacen evidentes ya sea según el periodo de años considerados, así como la posición geográfica de la estación (SILVA et al., 2008). De esta manera, siendo la precipitación un fenómeno localizado que depende de la geografía de la región se torna muy importante contar con registros de estaciones con la menor distancia posible al sitio que se desee describir climáticamente (CASTILLO y CASTELVÍ SENTIS, 2001). Los registros meteorológicos que hasta el momento cuenta el proyecto Base de Datos Meteorológicos Regional se consideraron con la longitud y homogeneidad adecuada para poder brindar valores climáticos apropiados para la zona de Eldorado.

Haciendo uso de esta serie meteorológica de más de 30 años, se tuvo oportunidad de evaluar los eventos de sequía ocurridos principalmente en las décadas 2000 y 2010, incorporando el Índice de Precipitación Estandarizado (IPE).

Una definición general del término sequía podría ser la escasez de agua dulce durante un periodo largo en una región (GARRIDO DEL POZO *et al.*, 2006). Debido a la variedad de las definiciones del término sequía, GARRIDO DEL POZO *et al.* (2006) presentan en su artículo tres tipos: sequía climática, sequía agrícola, sequía económica-social, contemplando de esta manera los niveles de impacto que produce este fenómeno meteorológico. Aunque la necesidad de cuantificar la intensidad

de una sequía ha llevado a crear esas definiciones, cuando esta afecta la disponibilidad de agua para el consumo y la producción se torna más eficiente encontrar indicadores para prevenir, planificar y reducir los graves efectos de las mismas. Distintos índices se han utilizado desde muy simples hasta muy complejos como el Índice de Sequía de Palmer (PALMER, 1965). Entre los muy simples se encuentran la clasificación en clases de sequía según los valores de precipitación obtenidos a través del ajuste de largas series climáticas a distribuciones de probabilidad (método de los cuantiles). Sin embargo, estos índices poseen la desventajas de que son sólo útiles para comparar zonas de características climáticas similares (WMO, 2012). Considerando esa dificultad MCKEE y colaboradores presentaron en el año 1993 el Índice de Precipitación Estandarizado (SPI, por sus siglas en inglés), (MCKEE *et al.*, 1993, 1995).

Según la Organización Meteorológica Mundial (WMO, 2012) entre las principales ventajas del IPE figuran el hecho de que su flexibilidad permite el cálculo para múltiples escalas de tiempo, así como la comparación entre lugares de diferentes tipos de climas, y además, su base estadística lo convierte en una herramienta adecuada para la toma de decisiones. La misma documentación destaca como desventajas el hecho de requerir solo a la precipitación como variable, dejando sin poder evaluar la condición del suelo durante el mismo periodo.

En base a la información disponible de precipitaciones registradas durante 32 años en la localidad de Eldorado, Misiones, este artículo tuvo como objetivo principal difundir la información recopilada por la Cátedra de Agrometeorología de la Facultad de Ciencias Forestales (Proyecto Base de Datos Meteorológicos Regional) y como objetivos particulares : a) analizar las características más destacadas de la precipitación en escala mensual, estacional y anual; b) evaluar el Índice de Precipitación Estandarizado como una herramienta para estimar los riesgos de sequía en la región.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos utilizados corresponden a las observaciones realizadas en 2 sitios de la ciudad de Eldorado, provincia de Misiones en el marco del proyecto Bases de Datos Meteorológicos Regional (EIBL *et al.*, 2013). Los registros del periodo 1981 hasta

1998 provienen de la estación meteorológica ubicada en el aeródromo Eldorado (26° 23' 34.6 S, 54° 34' 34.2 O); mientras que los registros del período 2001-2012 corresponden a la estación meteorológica auxiliar ubicada a la altura del kilómetro 8 de la ciudad (26° 25' 5.2 S, 54° 37' 14.3 O). El período de datos faltantes 1999-2000 se completó con los registros de la localidad de Montecarlo, brindados por el área de Agrometeorología de la EEA del INTA Cerro Azul. El proceso de llenado de la serie de Eldorado se realizó siguiendo el método de correlación, descrito en SILVA *et al.*, 2008.

La localidad del Eldorado pertenece al clima tipo **Cfa** según la clasificación de Köppen, y **B4r B'4** según la clasificación de Thornthwaite (SILVA *et al.*, 2008). La zona de influencia de los registros meteorológicos se encuentra en el sector noroeste de la provincia de Misiones. El paisaje corresponde al pediplano paranaense con una pendiente promedio de 5% y altura media sobre el nivel del mar desde los 100 m en el sector oeste hasta 120 msnm en su sector este, (LIGIER *et al.*, 1990). El tipo de suelo predominante corresponde al orden Ultisol con erosión hídrica potencial moderada a alta (INTA, 2014).

Obtención de los valores del Índice de Precipitación Estandarizado (IPE)

Siguiendo la metodología MCKEE *et al.* (1993, 1995) los valores de IPE se calcularon para cada mes en la serie de 30 años (como mínimo) utilizando el software SP_SL_6 (UNL, 2013). Las series IPE para cada mes corresponden a los valores acumulados desde un determinado número de meses anteriores al mes particular. Este período puede ser de 3, 4, 6, 12 ó 24 meses. Posteriormente estas series mensuales son ajustadas a una distribución Gamma, de la cual se toman los parámetros alfa y beta que servirán para obtener los valores estandarizados de la serie de interés. Una explicación detallada del método puede encontrarse en las publicaciones de los autores MCKEE *et al.* (1993 y 1995); en español pueden consultarse los trabajos de GARRIDO DEL POZO *et al.* (2006) y MERG *et al.* (2011). El IPE se obtiene a partir de la fórmula de la distribución nor-

mal estandarizada: $z = (x - \mu)/\sigma$, donde x es la precipitación acumulada en el período seleccionado, μ y σ son la media aritmética y desvío estándar de la serie de datos histórica. Las categorías de las intensidades de una época seca o húmeda pueden definirse arbitrariamente como se muestra en la siguiente **tabla n° 1** (MCKEE *et al.*, 1993; GARRIDO DEL POZO *et al.*, 2006; MERG *et al.*, 2011).

Tabla N° 1. Intensidad de los períodos secos y húmedos basados en el IPE.

Table N° 1. Dry and wet period intensities based on SPI values.

IPE	Periodo	Frecuencia teórica
$\leq a - 2$	Extremadamente seco	1 en 50 años
-1.99 a -1.5	Severamente seco	1 en 20 años
-1.49 a -1.0	Moderadamente seco	1 en 10 años
-0.99 a 0.99	Normal	1 en 3 años
1.00 a 1.49	Moderadamente húmedo	1 en 10 años
1.5 a 1.99	Muy húmedo	1 en 20 años
$2.00 \leq \text{IPE}$	Extremadamente húmedo	1 en 50 años

Fuente: MCKEE, 1993, GARRIDO DEL POZO *et al.*, 2006, MERG *et al.*, 2011.

Procesamiento estadístico

En el cálculo de los promedios mensuales se incluyeron los valores extremos producidos en el período. Se consideraron días con lluvias, a las precipitaciones mayores o iguales a 0.5 mm.

Las estaciones del año comprenden: desde Diciembre a Febrero, verano; desde Marzo a Mayo, otoño; desde Junio a Agosto, invierno; desde Septiembre a Noviembre, primavera (DURRE *et al.*, 2011).

Para el cálculo de los valores de IPE se utilizó el software libre SPI-SL versión 6 (MCKEE *et al.*, 1993; UNL, 2013). El programa requiere como dato de ingreso la serie de precipitación mensual de al menos 30 años, y la definición de los meses a acumular (dicha versión solo permite 6 opciones al mismo tiempo). El programa ejecuta todo el procesamiento estadís-

tico necesario brindando una salida similar a la presentada en la **tabla n° 2**. Los valores negativos y positivos corresponden a la distribución normal estandarizada (media aritmética = 0, desvío estándar = 1), indicando los mismos períodos de déficit y excesos de precipitación, respectivamente.

Tabla N° 2. Vista parcial de la salida del software SPI-SL para obtener los valores de IPE.

Table N° 2. SPI value outputs from the SPI-SL software (partial view).

AÑO	Mes	Cantidad de meses considerados					
		1	3	4	6	12	24
1981	Ene	-0.70	0.24	-0.24	-0.42	-1.18	-0.70
1981	Feb	0.62	0.54	0.42	-0.21	-1.05	0.62
...
2012	Nov	-1.51	-1.31	-1.51	-0.79	-1.9	-0.62
2012	Dic	1.09	-0.07	-0.5	-0.35	-1.3	-0.49

Para este estudio se utilizaron las series de valores acumulados 3, 4 y 6 meses anteriores al mes en cuestión. Se analizó la bondad de ajuste a la distribución gamma para todas las acumuladas series obtenidas, antes del cálculo de IPE.

Aquellos procesamientos estadísticos no incluidos en el software SPI_SL_6 (MCKEE, 1995, UNL, 2013) se realizaron con el software *Infostat*® (DI RIENZO *et al.*, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Precipitación anual

Los resultados de la prueba de Kolmogorov-Smirnov (valor $p= 0.6216$ para el estadístico de prueba) mostraron que la serie de precipitaciones anuales para el periodo de años analizados (32 años) posee distribución normal. El valor de precipitación media anual = 2001.1 mm calculado, puede ser considerado como valor climático para la región de Eldorado (WMO, 2012). Este valor es superior a los generalmente citados endescrpciones climáticas para esta región. BURGOS (1970) e IPEC (2012) citan un valor de 1800 mm para la región geográfica en la que se encuentra Eldorado. La **tabla n° 1** presenta los estadísticos descriptivos para las series de volumen de precipitación y número de días con precipitación.

La serie de Eldorado presenta un valor extraordinariamente alto para el año 1983, de 3005 mm (**Tabla n° 4**), superior al valor registrado en Montecarlo (localidad situada a 25 km al Norte de Eldorado) de 2714 mm, siendo los meses de mayo y julio en ambas localidades con valores extremos superiores a los 400 mm. En este año se produjeron inundaciones en toda la provincia de Misiones, generadas por influencia del intenso fenómeno Niño ocurrido entre 1982 y 1983 (BARROS y CAMILLONI, 2004).

El menor valor de precipitación anual se produjo en el año 2005, coincidiendo con un período de escasas lluvias que abarcó los meses de noviembre de 2004 hasta marzo de 2005, afectando de diferentes maneras las actividades productivas de la provincia (MISIONES ONLINE, abril de 2005).

Tabla N° 3. Estadísticos de las series anuales de precipitación (Pa, en mm) y días con precipitación anuales (nP, en número de días) para el 1981-2012, Eldorado, Misiones. Fuente: Base de Datos Meteorológicos Regional, ISIF, FCF.

Table N° 3. Statistics from the annual precipitation (Pa, in mm) and days with precipitation (nP, number of days) recorded for the period 1981-2012 in Eldorado, Misiones. Data source: Regional Meteorological Database, ISIF, FCF-UNaM.

Variable	n	Media	DE	Mediana	Asimetría	Kurtosis	Percentil					
							5	10	25	75	90	95
Pa	32	2001.1	454.25	1971.3	0.22	-0.89	1353.0	1401.0	1604.7	2301.7	2570.1	2726.1
nP	32	95.8	14.65	95.5	0.54	-0.05	76.0	77.0	85.0	103.0	116.0	127.0

Tabla N° 4. Precipitaciones anuales (Pa, mm) y número de días con precipitaciones (nP), en el período 1981-2012, Eldorado, Misiones. Fuente: Base de Datos Meteorológicos Regional, ISIF, FCF.

Table N° 4. Annual precipitation (Pa, mm) and number of days with precipitation (nP, number of days) for the period 1981-2012, in Eldorado, Misiones. Data source: Regional Meteorological Database, ISIF, FCF-UNaM.

Año	Pa (mm)	nP	Año	Pa (mm)	nP	Año	Pa (mm)	nP
1981	1542.5	69	1992	2179.8	96	2003	1528.2	100
1982	2570.1	91	1993	1635.7	84	2004	1377.5	95
1983	3005.3	103	1994	2267.1	99	2005	1325.3	85
1984	1952.1	90	1995	1604.7	76	2006	1773.3	104
1985	1620.5	76	1996	2677.2	96	2007	2373.6	128
1986	1990.5	90	1997	2440.6	90	2008	1607.3	96
1987	1881.5	78	1998	2108.4	91	2009	2274.4	116
1988	1401.0	77	1999	1353.0	102	2010	1927.3	87
1989	2157.2	103	2000	2301.7	125	2011	2245.7	109
1990	2726.1	108	2001	2445.8	100	2012	1446.2	85
1991	1909.7	85	2002	2385.7	127			

Precipitación mensual

De acuerdo a las pruebas de normalidad realizadas (pruebas de Shapiro-Wilks no presentadas en esta publicación) las series mensuales de precipitación no se ajustan a la distribución normal. Esta característica es muy común cuando se estudian series de valores mensuales de precipitación (CASTILLO y CASTELVÍ SENTIS, 2001), por lo cual la mediana es considerada como un mejor descriptor de las mismas. En la **tabla n° 5** puede observar-

se que la distribución de la precipitación a lo largo del año presenta sus mayores valores medios en los meses de abril y octubre, lo que es una característica común para la provincia de Misiones. También se observa que la ocurrencia de valores extremos superiores a 300 mm se produjo en todos los meses del año. El valor mínimo registrado fue de 0.1 mm para el mes de marzo. Se destacan los valores mínimos de febrero, marzo y abril para el mismo año 2005. En el año 1988, los valores de precipitación más bajos se registraron en los tres meses consecutivos de invierno.

Tabla N° 5. Precipitaciones medias normales y valores extremos mensuales en el período 1981-2012, Eldorado, Misiones. Las cifras entre paréntesis corresponden a los años en que ocurrieron los valores extremos mensuales. Fuente: Base de Datos Meteorológicos Regional, ISIF, FCF.

Table N° 5. Mean normal precipitation and extreme monthly values for the period 1981-2012, in Eldorado, Misiones. The numbers between parentheses are the years in which the monthly extreme values occurred. Data source: Regional Meteorological Database, ISIF, FCF-UNaM.

Precipitación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Promedio (mm)	170,4	174,5	146,2	206,8	177,7	163,3	115,8	114,8	155,6	221,1	193,4	161,5
Mediana (mm)	160,6	157,9	125,1	224,9	167,0	158,2	86,5	98,0	150,5	196,3	157,3	133,8
Máximo (mm)	382,0	400,5	335,3	600,0	508,7	340,5	559,7	338,3	427,5	496,6	623,9	424,0
	(2002)	(1994)	(1998)	(1990)	(1983)	(1982)	(1983)	(1989)	(1990)	(1996)	(1982)	(1996)
Mínimo (mm)	4,8	3,0	0,1	30,7	10,0	11,0	2,0	14,0	16,5	71,5	39,0	29,7
	(1992)	(2005)	(2005)	(2005)	(1981)	(2003)	(1988)	(1988)	(1988)	(2002)	(1985)	(2008)

Precipitación estacional

La diferencia de precipitación acumulada durante las estaciones del año se evaluaron a través de ANOVA para un diseño unifactorial, con la estación como factor y los años como las repeticiones. Los resultados se presentan en la **tabla n° 6**. Se encontraron diferencias significativas al nivel del 5% entre la precipitación media del invierno y las respectivas medias de otoño y primavera, siendo la precipitación media de la época invernal el de menor valor. Estos resultados son equivalentes a los observados en la serie de precipitación acumulada estacional (**Tabla n° 7**). Estos valores se presentan aquí al sólo efecto de mostrar la magnitud de los volúmenes medios acumulados en cada estación y su relación con el valor de la precipitación medio anual (2001 mm).

Tanto la serie de precipitación mensual, como la de acumulación estacional presentaron un buen ajuste a la distribución normal ($p= 0.66$, para un nivel de significancia de 5%).

Tabla N° 6. Estadísticos para la serie de precipitación estacional (mm) en el período 1981-2012, Eldorado, Misiones. Las letras diferentes indican diferencias entre las medias a nivel de confianza del 5% (Test de Tukey).

Table N° 6. Statistics for seasonal precipitation (mm) during the period 1981-2012 in Eldorado, Misiones. Different letters indicate differences between the means at 5% level of significance (Tukey test).

Estación	n	Media	DE	Mín	Máx	Mediana
Invierno	32	131,3 a	61,6	35,2	286,1	114,4
Verano	31	168,5 ab	55,7	60,1	322,2	170,5
Otoño	32	176,2 b	69,0	78,0	359,0	157,5
Primavera	32	186,3 b	63,6	72,4	314,3	179,3

Tabla N°7. Estadísticos para la serie de precipitación acumulada estacional (mm) en el período 1981-2012, Eldorado, Misiones. Las letras diferentes indican diferencias entre las medias a nivel de significancia del 5% (Test de Tukey).

Table N° 7. Statistics for accumulated seasonal precipitation (mm) for the period 1981-2012 in Eldorado, Misiones. Different letters indicate differences between the means at 5% level of significance (Tukey test).

Estación	n	Media	DE	Mín	Máx	Mediana
Invierno	32	393,8 a	184,9	105,5	858,3	343,1
Verano	31	505,6 ab	167,0	180,2	966,5	511,5
Otoño	32	528,7 b	206,7	232,9	1077,1	472,6
Primavera	32	558,9 b	190,8	217,1	943,0	537,9

Índice de Precipitación Estandarizada

Se calcularon los valores de IPE para los períodos de 3, 4 y 6 meses anteriores a cada mes. Los gráficos a y b del **gráfico n° 1** representan los valores para los años 2004 y 2005 (IPE3, IPE4, e IPE6 expresan la cantidad de meses considerados para la acumulación de la precipitación). Se tomaron estos años con el propósito de mostrar la evolución del IPE desde noviembre de 2004 hasta abril 2005, período en que ocurrió un marcado déficit de precipitación en la región (SILVA *et al.*, 2008). Los valores de IPE muestran como el fenómeno de déficit comienza a ser evidente desde noviembre donde los valores de IPE comienzan a declinar continuamente hasta abril de 2005, mes en el cual cambia la curvatura, reflejando un cambio en las condiciones de precipitación.

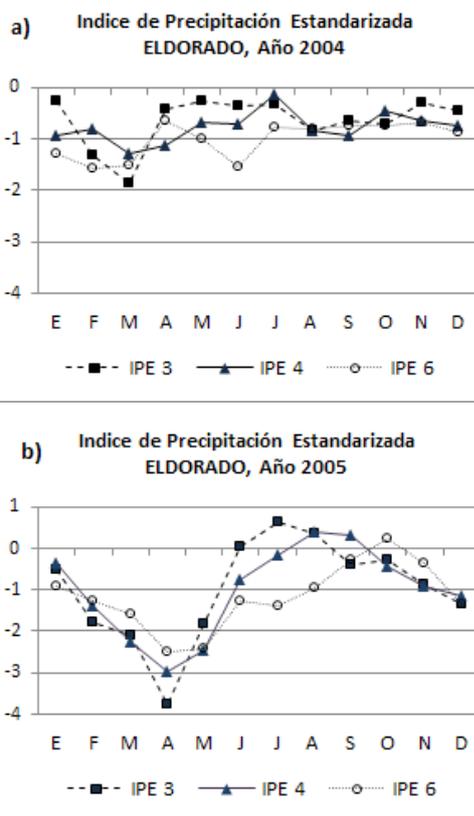


Gráfico N° 1. Valores de Índice de Precipitación Estandarizado mensual calculados para 3, 4 y 6 meses previos a cada mes particular (IPE3, IPE4, e IPE6, respectivamente) y a partir de registros del período 1981-2012 de la localidad de Eldorado, Misiones.

Figure N° 1. Monthly Standardized Precipitation Index values calculated for 3, 4 and 6 months previous to each particular month (SPI3, SPI4, and SPI6, respectively) from the records of the period 1981-2012 in Eldorado, Misiones.

El IPE de 3 meses es en general el más apropiado para caracterizar las sequías agrícolas (MERG *et al.*, 2011; GARRIDO DEL POZO *et al.*, 2006). Analizando la evolución desde noviembre hasta abril (Gráfico 1) y asociándolos con la intensidad de la sequía según la clasificación presentada en la tabla n° 1, se observa que en los meses de noviembre, diciembre y enero, el periodo se considera Normal. Sin embargo para febrero la sequía se intensificó pasando a la categoría de Moderadamente seco, llegando a abril a la categoría de Extremadamente seco. La probabilidad de ocurrencia de estos dos últimos eventos es de 1 cada 20 años, y 1 cada 50 años respectivamente.

El gráfico n° 2 presenta los valores de IPE de tres meses para el mes de abril en el periodo 1981-2012. Los eventos más intensos se encuentran destacados en el **gráfico n° 2** (puntos cuadrados). El impacto en el sector socio-económico y la magnitud de estas sequías han sido registrados por los medios informativos locales y también nacionales (MISIONES ONLINE, 2005; LA NACIÓN, 2009).

Los valores positivos de IPE para el mes de abril se relacionan con los eventos húmedos destacados durante el periodo de estudio. En el gráfico n° 2 se destaca el año 1983, año en que la región sufrió inundaciones debido a la influencia del evento Niño definido como el más intenso de los últimos años (BARROS y CAMILLONI, 2004).

Los valores de IPE (negativos y positivos) y su relación con la ocurrencia de periodos secos y húmedos en la región de Misiones indican que es una herramienta útil que debería incluirse dentro de los informes meteorológicos locales.

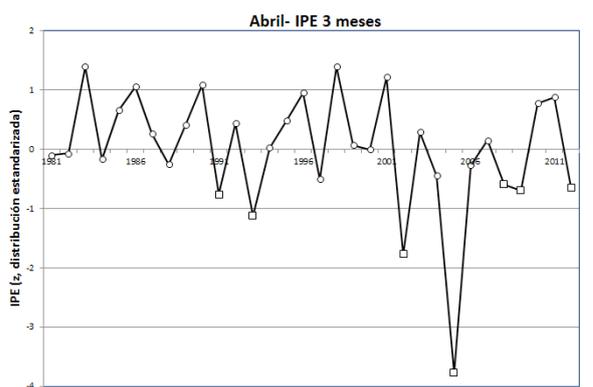


Gráfico N° 2. Valores de IPE de tres meses (IPE3) para el mes de abril en el periodo 1981-2012, localidad de Eldorado, Misiones. Los puntos cuadrados destacan los eventos de sequía más intensos.

Figure N° 2. Three months SPI values (SPI3) for April in the period 1981 to 2012, registered in Eldorado, Misiones. Square dots highlight the most drought events.

CONCLUSIONES

El valor 2001 mm obtenido para la precipitación media anual puede ser considerado como un valor climático para la región de Eldorado ya que se basa en registros de más de 30 años. Este valor es superior a los citados en las descripciones climáticas para esta región.

El menor valor de precipitación anual se produjo en el año 2005, coincidiendo con un período de escasas lluvias que abarcó los meses de noviembre de 2004 hasta marzo de 2005.

Respecto a los valores mensuales, se observó que los valores extremos superiores a 300 mm ocurrieron en todos los meses del año.

La precipitación media del invierno es menor al promedio del resto de las estaciones, siendo significativamente diferentes a las medias de lluvias de la primavera y del otoño, no así del verano.

Los valores del Índice de Precipitación Estandarizado para el mes de abril y su asociación tanto con los eventos de sequía y de humedad ocurridos, permiten concluir que dicho índice es una interesante herramienta para la toma de decisiones que debería ser incluida en los reportes meteorológicos locales. Sin embargo se observa que es necesario ajustar las categorías de intensidad y frecuencia de las sequías para esta región a partir de un análisis más exhaustivo.

AGRADECIMIENTOS

A los estudiantes de la carrera de Ingeniería Forestal que han formado parte del equipo como becarios auxiliares (adscriptos y rentados): Gabriela Acosta, Miguel Matuchaka, Angela Wink, Alejandro Vargas, Viviana Fariñón y Sandra Demonari. Al señor Brizuela quien ha contribuido de manera importante a la continuidad de los registros meteorológicos.

BIBLIOGRAFÍA

BARROS, V. R. 2008. Capítulo 3. El cambio climático en la Argentina. Agro y Ambiente: una agenda compartida para el desarrollo sustentable. Ed. Foro de la Cadena Agroindustrial Argentina. Buenos Aires, 32 p. Version.pdf disponible en <http://www.foroagroindustrial.org.ar>.

BARROS, V. y Camilloni, I. 2004. La temperatura

del atlántico sur y la diferencia de caudales del río Paraná durante los eventos El Niño 1982-83 y 1997-98. *Revista Brasileira de Meteorología*, v.19, n.1, 35-47, 2004.

BURGOS, J. 1970. El clima de la región Noreste de la República Argentina en relación con la vegetación natural y el suelo – *Bol. Soc. Arg. de Botánica (Bs. As.)*, 11, suplemento, 1970.

CABRERA, A.L. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas (Vol. 1). Editorial Acme.

CASTILLO, E. y CastelvísSentis, F. (Coord.). 2001. *Agrometeorología*. 2a ed. Madrid: MundiPrensa. 517 p.

DI RIENZO, J. A.; Casanoves F.; Balzarini M.G.; Gonzalez L.; Tablada, M.; Robledo C.W. 2013. *InfoStat versión 2013*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

DURRE, I.; Squires, M.; Vose, R.; Arguez, A.; Applequist, S. and Xungan g Yin . 2011. *Computational Procedures for the 1981-2010 Normals: Precipitation, Snowfall, and Snow Depth Preliminary Documentation July 1*. National Climatic Data Center (NCDC), USA.

GALVAN ORTÍZ, L.M. 2011. Impacto de la sequía meteorológica en la vegetación en distintas regiones climáticas de México (1982-2006). Tesis. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 65 p.

EIBL, B.; Silva, F.; Bobadilla, E. 2013. Proyecto Bases de Datos Meteorológicos Regional, Secretaría de Ciencia, Técnica y Posgrado de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNaM.

GARRIDO DEL POZO, N.; García, M.; De Galisteo, J.; Alonso, J.; Moya, G. 2006. Las sequías climáticas en la Cuenca del Duero. En *Actas: Congreso Homenaje al Duero y sus Ríos: Memoria, Cultura y Porvenir*. 27 al 29/04/2006. Duero, España. Centro Meteorológico de Castilla y León MMAM.

IPEC (Instituto Provincial de Estadística y Censos). 2012. *Gran Atlas de Misiones*. Posadas. V.1. 420 p. Versión digital disponible en <http://www.ipecmisiones.com>.

INTA. 2014. GeoINTA. Instituto de Clima y Agua. <http://inta.gob.ar/unidades/212000/geointa/view>. Fecha de visita: 06/17/2014.

LA NACIÓN. 2009. Fenómeno atípico. La se-

quía en Misiones afecta la producción. Publicado el 14/04/2008. http://www.lanacion.com.ar/nota.asp?nota_id=1004182.

LIGIER, H.D.; Matteio, H.R.; Polo, H.L. and Rosso, J.R. 1990. *Atlas de suelos de la República Argentina*. Tomo II. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Proyecto PNUD Argentina 85/019. Buenos Aires. 676 p.

MCKEE, T.B.; Doesken, N.J. and Kleist, J. 1993. The relationship of drought frequency and duration of time scales. Eighth Conference on Applied Climatology, American Meteorological Society, Jan17-23, 1993, Anaheim CA, p: 179-186.

MCKEE, T. B.; Doesken, N. J. and Kleist, J. 1995. Drought monitoring with multiple time scales. Proceedings of the Ninth Conference on Applied Climatology. American Meteorological Society, Boston.

MERG, C.; Petri, D.; Bodoira, F.; Nini, M.; Fernández, M.; Schmidt, F.; y Selzer, F. 2011. Mapas digitales regionales de lluvias, Índice Estandarizado de Precipitación e Índice Verde. *Revista Pilquen. Sección Agronomía*. Año XIII. N° 11.

MISIONES ONLINE. 2005. La sequía provocó una sustancial caída en la producción de cítrico. Sección Agro. Publicación digital del 14/04/2005, www.misionesonline.net/agro

PALMER, W. C. 1965. *Meteorological drought*. Research Paper n° 45. Washington, DC, USA: US Department of Commerce, Weather Bureau. 58 p.

SILVA, F.; Eibl, B.; Bobadilla, E. 2008. Características climáticas de la localidad de Eldorado, Misiones, Argentina. En *Actas: 13as. Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales, Eldorado, 6-8 de junio de 2008*. FCF/UNaM- EEA Montecarlo del INTA.

UNL (University of Nebraska, Lincoln).2013. Program to Calculate Standardized Precipitation Index, PI_SL_6. Colorado Climate Center, the Western Regional Climate Center, and the National Drought Mitigation Center. Disponible en <http://drought.unl.edu/MonitoringTools/DownloadableSPIProgram.aspx>.

WMO (World Meteorological Organization). 2012: *Standardized Precipitation Index User Guide* (M. Svoboda, M. Hayes and D. Wood). WMO-No. 1090, Geneva.

PROPAGACIÓN CLONAL DE *Peltophorum dubium* (caña fistola), *Myrocarpus frondosus* (inciense), and *Cordia trichotoma* (peteribi) PARA SU CONSERVACIÓN Y DOMESTICACIÓN¹

Peltophorum dubium (Caña fistola), *Myrocarpus frondosus* (Inciense), and *Cordia trichotoma* (Peteribi) CLONAL PROPAGATION TECHNIQUES FOR THEIR CONSERVATION AND DOMESTICATION

Fecha de recepción: 24/09/2014 // Fecha de aceptación: 03/12/2014

**Niella Fernando
Rocha Patricia
Eibl Beatriz**

Docentes FCF-UNaM
(fernandoniella@gmail.com /
lpv@facfor.unam.edu.ar)

**Schoffen Cristian
Martinez Matias
Conti, Pablo
Franco Marcelo
Ayala Lilian**

Estudiantes FCF-UNaM

¹Trabajo aceptado para su publicación en las 16as Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales 15,16 y 17 de mayo de 2014 FCF – INTA

Yvyrareta
Revista Forestal País de Árboles

RESUMEN

En el presente trabajo se describe la implementación de tecnologías de producción de minicepas y miniestacas, accesibles a pequeños y medianos viveristas, para las siguientes especies leñosas multipropósito: *Peltophorum dubium* (Caña fistola), *Myrocarpus frondosus* (Inciense) y *Cordia trichotoma* (Peteribi). Se evaluó la tasa de rebrote de minicepas, y el posterior enraizamiento de las miniestacas obtenidas para las mencionadas especies. Las minicepas fueron criadas en macetas de 3 litros en invernáculo, y en el enraizamiento de las miniestacas se realizaron aplicaciones de AIB (Acido Indol Butirico) en la base de las miniestacas para favorecer el enraizamiento. Los valores promedios de producción de minicuttings fue de un rango de 770 a 900 estacas/m²/año, considerando solo tres colectas al año. La capacidad de enraizamiento fue del 70%

SUMMARY

The present paper describes the development and implementation methodology of minicutting and minicuttings system, accessible by its low complexity to small and medium nurseries. The studies were developed for the following multipurpose woody species: *Peltophorum dubium* (caña fistola), *Myrocarpus frondosus* (inciense), and *Cordia trichotoma* (Peteribi). Shoot production rate, from minicutting, and subsequent rooting of minicuttings, was assessed. The minicuttings were grown in 3-liter pots in the greenhouse, and the effect of IBA (Indole Butyric Acid) was studied on rooting of minicuttings. The average minicuttings production range was 770 to 900 cuttings/m²/year, considering only three harvests per year. Protocols showed, for the best treatments, survival and rooting capacity greater than 70% in all species stud-

en todas las especies estudiadas. En Caña fistola e Incienso se obtuvieron miniestacas enraizadas sin la utilización de reguladores de crecimiento (AIB). El presente estudio demostró que la técnica de minicepas y miniestacas tiene un gran potencial para la producción masiva de familias de *Peltophorum dubium* (Caña fistola), *Myrocarpus frondosus* (Incienso) y *Cordia trichotoma* (Peteribi), generando brotes de vigorosos, con diámetros mayores a 3 mm, en minicepas, para la producción de miniestacas con alta capacidad de sobrevivencia y enraizamiento.

Palabras claves: minicepas, miniestaca, enraizamiento, planta madre.

ied outstanding caña fistola and incienso, without the need for root induction with IBA, thereby reducing the processing cost. The present study demonstrated that the ministump- minicuttings system has a great potential for mass production of families of *Peltophorum dubium* (Caña fistola), *Myrocarpus frondosus* (Incienso) y *Cordia trichotoma* (Peteribi), generating high quality ministump shoots (vigorous with a shoot diameter greater than 3 mm) for minicutting production of with high survival and rooting capacity.

Key words: ministumps, minicuttings, rooting, stock plants.

INTRODUCCIÓN

La necesidad de utilizar las especies vegetales nativas en forma sostenible, evitando de esta forma su degradación o eventualmente su extinción, es una estrategia de conservación que quedó claramente consensuada en la Convención por la Biodiversidad de Río'92 (CBD) ratificada por 182 países, incluido nuestro país. Este es un tema clave en la sustentabilidad y aprovechamiento racional de los recursos forestales de la región conocida como Selva paranaense o misionera en el nordeste de la Argentina, un ecosistema cada vez más fragmentado y de menor superficie por el avance de la frontera agrícola-ganadera y la continua extracción de madera como ocurre en la mayoría de los bosques subtropicales húmedos a escala global.

En la actualidad, la cosecha de semillas para realizar plantaciones con de especies nativas, como en el caso de especies arbóreas como *Peltophorum dubium* (Caña fistola), *Myrocarpus frondosus* (Incienso), *Cordia trichotoma* (Peteribí) se realiza en general, a partir de una selección meramente fenotípica en bosques nativos, donde existe una enorme variedad de situaciones ambientales y de edad y por la tanto, una baja eficiencia en el proceso selectivo. Una consecuencia directa de este aspecto, es la subutilización del potencial genético de las especies en consideración, lo que implica una gran desventaja para cualquier programa de domesticación que se quiera considerar.

En el corto plazo, la obtención de semillas de poblaciones naturales fue una solución para abastecer la demanda, pero en la actualidad, la cosecha de semillas es cada vez más costosa y escasa, simplemente por la dificultad de encontrar rodales puros con un número de árboles suficientes en edad reproductiva disponibles para realizar la cosecha de semillas viables. El desarrollo de técnicas de propagación vegetativa de baja complejidad y fácil aplicación para pequeños y medianos viveristas, permitirá sin duda facilitar y aumentar la disponibilidad de material de propagación para efectuar plantaciones y por otro lado, facilitar la multiplicación clonal de material genético específicos provenientes de distintas regiones (por ejemplo distintas procedencias de una misma especie).

Es este un factor, que permitirá sin duda involucrar a pequeños y medianos productores y viveristas, en estrategias de conservación de la diversidad genética y aportando una técnica ineludible en los programas de domesticación a futuro (EZEKIEL, A. 2010). Esto es, potenciar la participación de un mayor número de productores en programas de restauración y/o reforestación con un material genético que en forma gradual se puede convertir en poblaciones base para futuros programas de mejoramiento genético.

Con el objetivo de generar una tecnología de bajo costo para la propagación vegetativa de *Peltophorum dubium* (Caña fistola), *Myrocarpus frondosus* (Incienso), *Cordia trichotoma* (Peteribí) sin comprometer la calidad de los propágulos y plantas obtenidas y con una capacidad de enraizamiento

no menor a un 70%, el presente trabajo resume los resultados conducentes a la elaboración de manuales de procedimientos para viveristas. Dichos resultados fueron generados a partir de una serie de experimentos realizados en el manejo de minicepas y enraizamiento de miniestacas para cada una de las especies bajo estudio. (NIELLA y ROCHA, 2007; NIELLA et al., 2013 y ROCHA y NIELLA, 2013).

MATERIALES Y MÉTODOS Enraizamiento

A continuación se describen sólo los experimentos y factores de los cuales se obtuvieron resultados significativos que permiten el desarrollo de una metodología de aplicación operativa para pequeños y medianos viveristas.

Formación de planta madres

Para la producción de plantines de *Cordia trichotoma* (Peteribi o loro negro); *Peltophorum dubium* (Caña fistola) y *Myrocarpus frondosus* (Incienso), se utilizaron semillas de polinización abierta, certificadas por el laboratorio de semillas de la Facultad de Ciencias Forestales. Cultivados en tubetes de 240 cm³ en corteza de pino compostada, con fertilización de liberación lenta PLANTACOTE PLUS 8M®. (15-9-12 NPK + micronutrientes). Cuando los plantines alcanzaron los 15-20 cm de altura, un diámetro altura de cuello de 3 a 5 mm y un rango de edad de 8 a 24 meses según la especie, fueron repicados a macetas de 4 litro para su conversión a minicepas.

Manejo de Minicepas

Los plantines recibieron una aplicación base de fertilizante sólido de liberación lenta PLANTACOTE PLUS 8M®. (15-9-12 NPK + micronutrientes), en una concentración de 3g/maceta.

Las minicepas de las tres especies bajo estudio crecieron, con una densidad de 60 plantas/m², en invernáculo con media sombra del 80 % (Intensidad lumínica promedio: día soleado: 13.000 lux/día, nublado: 2000 lux), en condiciones semi-controladas de humedad (microaspersión) (Promedios periodo Septiembre-Marzo, Temperatura: 29° C – Max: 40° C – Min: 22° C. Humedad Relativa (HR): 73%- Max: 99%- Min: 46%).

Los plantines fueron decapitados a los 15 días de su repique a contenedores, a una altura no inferior a 6 cm, convirtiéndose así en minicepas. Las podas sucesivas se efectuaron cada 45, 60 y

90 días con aplicaciones líquidas, posteriores a cada poda, de 3 g/L⁻¹ de Zineb® como fungicida -. Cada 6 meses se procedió a la re-aplicaciones del fertilizante arriba mencionado, en una concentración de 3g/maceta, realizando dos orificios a ambos lados de la planta, dividiendo la cantidad a aplicar en dos partes iguales. Una vez colocado el fertilizante, en los orificios, los mismos fueron cubiertos con sustrato y apisonados; evitando que queden cavidades con aire.

Del rebrote obtenido de las minicepas, se cosecharon miniestacas uni o binodales, de una longitud promedio de 5 cm y un diámetro no menor a 3mm. Luego de cosechadas, las hojas de las estacas se cortaron a la mitad y se colocaron las bases de las estacas en recipientes con 3 mm de agua destilada, para evitar desecación de las bases. Se utilizó una mezcla de corteza de pino compostada tamizada y perlita (relación 1:1) como sustrato de enraizamiento. El enraizamiento, se realizó en invernáculo, en condiciones semi-controladas de humedad (microaspersión) con promedios de temperatura y humedad relativas descritas en la sección manejo de minicepas, con extensión del fotoperíodo a 16 hs.

Los tratamientos inductivos de las miniestacas para las tres especies mencionadas, consistieron en:

Aplicación de auxinas (Acido indol butírico - AIB): Inmersión de las bases en una solución acuosa de de AIB en una concentración de 400 ppm, pH 5.7, por un periodo de 24 hs,

Sin aplicación de auxinas-inmersión en agua 24 horas (AGUA): Inmersión de las bases de la estaca en agua por 24 hs

Sin aplicación de auxinas-inserción directa (DIRECTA)

Todas las estaquillas de los tres tratamientos fueron colocadas en bandejas HIKO® de 40 cavidades, de 93 cm³ cada una y previamente tratadas con la inmersión de las bases de las estaquillas con (20g/L⁻¹) por 20 minutos en Zineb® como fungicida,

Otros factores estudiados fueron: presencia de hojas en la estaca y posición de la estaca en el brote, factores que han demostrado afectar la capacidad de enraizamiento de las estacas en especies latifoliadas.

Diseño experimental y análisis estadístico

Los ensayos de enraizamiento se realizaron en forma independiente para cada especie y fueron repetidos tres veces. En todos los casos se utilizó un diseño completamente aleatorizado con 30-40 repeticiones (estacas) por tratamiento de enraizamiento, la unidad experimental fue la estaca. Los datos se analizan utilizando el análisis de la varianza (ANOVA) y test de separación de medias (LSD). Para el manejo de minicepas, se utilizaron 30-40 plantas/especie.

Las variables consideradas para evaluar el efecto del manejo de minicepas son: sobrevivencia, y estacas útiles/plantas. En el caso de los tratamientos de enraizamiento, las variables evaluadas fueron: estacas enraizadas, sobrevivencia y raíces primarias (RP).

La evaluación de las minicepas se efectuó cada 60 y 120 días y el enraizamiento de las estacas a los 45-60 días de iniciado el tratamiento inductivo.

RESULTADOS

Cordia trichotoma (Peteribi)

Los resultados indicaron el potencial de rebrote de las minicepas de *Cordia trichotoma*, obteniéndose una sobrevivencia promedio de 70% y

un promedio de 4.3±3.10 estacas/planta, cada 60 días (**Figura 1**), lo que implica una producción promedio anual de aproximadamente 770 estacas/m² considerando solamente 3 cosechas anuales (en octubre, diciembre y febrero).

El análisis estadístico, demostró diferencias significativas en la sobrevivencia, el porcentaje de enraizamiento y número de raíces laterales primarias (RP) para los diferentes tratamientos inductivos utilizados para el enraizamiento de *Cordia trichotoma* (p-value: 0,0001; α=0,05). Las estacas tratadas con 400 ppm de AIB (400 IBA) presentaron los valores más altos de porcentaje de sobrevivencia, enraizamiento y número de raíces laterales primarias (Tabla 1, Figura 2). En las estacas tratadas con agua, sin aplicación de auxinas, se observó respuesta al enraizamiento, no obstante, con valores más bajos que los tratamientos con 400 ppm AIB (**Tabla 1, Figura 2**).

La sobrevivencia y la frecuencia de enraizamiento variaron de un 75±8,9% cuando las estacas fueron tratadas con IBA (400 AIB), a un 25±9.47% en las estacas tratadas con AGUA o DIRECTAS presentaron un 25±9.0% (Tabla 1). El número de raíces laterales primarias (RP) varió de un promedio de 7.6±1.36 raíces primarias en estacas inducidas con 400 ppm AIB (400AIB), a un promedio mínimo de 0,8±0,35 raíces en el tratamiento de inserción DIRECTA (**Tabla 1**).

Tabla 1. Efecto de los tratamientos inductivos para el enraizamiento de miniestacas de *Cordia trichotoma*, promedios y error estándar para las variables porcentaje de sobrevivencia, enraizamiento y raíces laterales primarias (RP).

Table 1. Effect of induction treatments in minicuttings of *Cordia trichotoma*, means and standard errors for survival and rooting rate, and number of primary roots (PR).

Tratamientos	Repeticiones	Variables	Promedio	Error estándar
400 IBA	40	Sobrevivencia (%)	75a	8,90
		Enraizamiento (%)	75a	8,90
		Raíces primarias (nro.)	7,6a	1,36
AGUA	40	Sobrevivencia (%)	25b	9,50
		Enraizamiento (%)	25b	9,94
		Raíces primarias (nro.)	2,0b	0,81
DIRECTA	40	Sobrevivencia (%)	25b	9,93
		Enraizamiento (%)	25b	9,93
		Raíces primarias (nro.)	0,8b	0,35



Figura 1: Rebrote de mincepas de *Cordia trichotoma*
Image 1: *Cordia trichotoma* minicuts sprout

a) AIB 400 ppm b) AGUA

Figura 2. Estacas de *Cordia trichotoma* enraizada con 400 ppm de AIB y con AGUA

Image 2. *Cordia trichotoma* rooted cuttings with IBA 400ppm and water

Peltophorum dubium (Caña Fistola)

Las minicepas de *Peltophorum dubium*, presentaron una sobrevivencia promedio de 85%, y un promedio de 5,148±2,27 estacas/planta, cada 60 días (**Figura 3**), lo que implica una producción promedio anual de aproximadamente 927 estacas/m², considerando solamente 3 cosechas anuales (en octubre, diciembre y febrero).

El análisis de los resultados demostró diferencias significativas en la capacidad de enraizamiento (%ENRAIZ), sobrevivencia (SOBRE) y número de raíces laterales (RP) para los tratamientos induc-

tivos ensayados (p-valor: 0.0001; α=0,05). Las estacas de posición apical y basal, sin aplicación de AIB, con inserción directa en el sustrato de enraizamiento (DIRECTA) presentaron un promedio de un 80±9.80% y un 75±8.24% de enraizamiento, respectivamente, no observándose diferencias significativas entre estacas apicales y basales (**Figura 4, Tabla 2**). Mientras que las estacas tratadas con 400 ppm de AIB, presentaron un 20±4.48% de enraizamiento en estacas apicales y 0% en estacas basales. (**Tabla 2, Figura 4**). El número de raíces primarias (RP) varió de 5.3±0.967 en estacas sin aplicación de AIB-, con inserción directa en el sustrato de enraizamiento (DIRECTA) a 2.0±1.41 en estacas tratadas con 400 ppm de IBA.

Tabla 2. Efecto de los tratamientos de inducción en miniestacas de *Peltophorum dubium* (Caña fistola), promedios y error estándar para las variables porcentaje de sobrevivencia, enraizamiento y número raíces primarias (RP).

Table 2. Effect of induction treatments in minicuttings of *Peltophorum dubium* (caña fistola), means and standard errors for survival and rooting rate, and number of primary roots (PR).

Tratamientos	Repeticiones	Variables (%)	Promedio	Error estándar
Estaca Apical sin AIB-	40	Sobrevivencia	90a	9.65
		Enraizamiento	80a	9.80
		RP	5.3a	0.96
Estaca Apical con AIB-	40	Sobrevivencia	20b	4,48
		Enraizamiento	20b	4.48
		RP	2.0b	1.41
Estaca basal sin AIB-	40	Sobrevivencia	80a	8,24
		Enraizamiento	75a	8.24
		RP	3.3ab	1.13
Estaca Basal con AIB-	40	Sobrevivencia	0	0
		Enraizamiento	0	0
		RP	0	0



Figura 3: manejo de minicepas de *Peltophorum dubium*

Image 3: *Peltophorum dubium* minicutting management

Figura 4: Estacas de *Peltophorum dubium* enraizadas sin AIB-

Image 4: *Peltophorum dubium* rooted cuttings without IBA

Myrocarpus frondosus (Incienso)

Las minicepas de *Myrocarpus frondosus*, presentaron una sobrevivencia promedio de 90%, y un promedio de 5,00±3,61 estacas/planta, cada 60 días (**Figura 5**), lo que implica una producción promedio anual de aproximadamente 900 estacas/m², considerando solamente 3 cosechas (en octubre, diciembre y febrero).

La evaluación de los ensayos de enraizamiento indicó diferencias estadísticamente significativas tanto para la variable sobrevivencia, como enraiza-

miento, demostrando que el mayor porcentaje de enraizamiento se obtiene cuando utilizamos estacas con hojas, sin aplicación de AIB, con un promedio de un 90±7.78% de enraizamiento, mientras que en las estacas con hojas, pero con aplicación de AIB, el enraizamiento disminuyó a 10±6.57%. En las estacas sin hojas, tanto con o sin aplicación de AIB se obtuvo un 0% de enraizamiento y sobrevivencia. (**Tabla 3, Figura 5**). En número de raíces primarias no presentó diferencias significativas entre las estacas a las cuales sin aplicación de AIB o con AIB, obteniéndose 5.56±0.57 y 6.25±0.25 de raíces primarias, respectivamente.

Tabla 3. Efecto de los tratamientos de inducción en el enraizamiento de miniestacas de *Myrocarpus frondosus* (Incienso), promedios y error estándar para las variables porcentaje de sobrevivencia, enraizamiento y número de raíces primarias (RP).

Table 3. Effect of induction treatments in minicuttings of *Myrocarpus frondosus* (Incienso), means and standard errors for survival and rooting rate, and number of primary roots (PR).

Tratamientos	Repeticiones	Variables (%)	Promedio	Error estándar
Estaca con hoja sin AIB	40	Sobrevivencia	90a	7.78
		Enraizamiento	90a	7.78
		RP	5.56a	0.57
Estaca con hoja con AIB	40	Sobrevivencia	40b	6.57
		Enraizamiento	40b	6.57
		RP	6.25a	0.28
Estaca sin hoja sin IBA	40	Sobrevivencia	0	0
		Enraizamiento	0	0
		RP	0	0
Estaca sin hoja con IBA	40	Sobrevivencia	0	0
		Enraizamiento	0	0
		RP	0	0



Figura 5: Manejo de minicepas y estacas enraizadas de *Myrocarpus frondosus*
Image 5: *Myrocarpus frondosus* ministumps and rooted cuttings management

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

La propagación vegetativa a escala comercial, se ha convertido sin duda, en una herramienta importante para aumentar la competitividad de la industria forestal, como se utiliza en los programas intensivos de propagación clonal de *Eucalyptus* en Brasil (ASSIS et al, 2004). Al mismo tiempo, se ha convertido también en una herramienta ineludible en los programas de conservación de la diversidad genética no sólo para las poblaciones base en los sucesivos ciclos de mejora genética, sino también como herramienta de rescate en los programas de conservación de recursos filogenéticos en riesgo.

En general, la alta tasa de sobrevivencia y de rebrote en plantines convertidos a plantas madres para las especies estudiadas en un ciclo de 2 años, nos demuestra que las mismas, pueden ser cultivadas y manejadas con el sistema de minicepas, en concordancia con los observado por Wendling et al (2010) en *Liquidambar styraciflua*, *Eucalyptus grandis*, *Ilex paraguariensis* (WENDLING et al., 2010; ASSIS et al., 2004; TITON et al., 2003 y WENDLING et al., 2007). No obstante, aunque la tasa de producción de miniestacas resulta aún menor a los datos publicados para *Eucalyptus*, en las condiciones estudiadas, los valores promedios permitieron obtener un rango de 770 a 900 estacas/m²/año, considerando sólo tres colectas al año, correspondientes al período primavera-verano (octubre-marzo) de mayor temperatura promedio, sin la utilización de sistemas hidropónicos o con control de temperatura. Los protocolos de enraizamiento demostraron, para los mejores tratamientos (sin

aplicación de IBA, y estacas con hojas en el caso de *Peltophorum dubium* (Caña fistola) y *Myrocarpus frondosus* (Incienso) y con aplicación de 400 ppm de IBA en *Cordia trichotoma* (Peteribi o loro negro), una capacidad de sobrevivencia y enraizamiento promedio, superior al 70%, en todas las especies estudiadas, destacándose Caña fistola e Inciense por enraizar sin la necesidad de inducción con auxinas, reduciendo de esta manera el costo del proceso. Un porcentaje de enraizamiento igual o mayor a un 70% como el obtenido para todas las especies en el presente trabajo, es considerado el adecuado para pasar a la fase de propagación vegetativa a escala comercial, lo que implica sin duda una oportunidad para las especies leñosas nativas de la selva paranaense que poseen un nulo o bajo grado de domesticación y en la mayoría de los casos con una tasa de plantación extremadamente baja en comparación con cualquier especie exótica de rápido crecimiento.

El presente estudio demostró que la técnica de minicepas y miniestacas tienen un gran potencial para la producción masiva de familias de *Cordia trichotoma* (Peteribi o loro negro); *Peltophorum dubium* (Caña fistola) y *Myrocarpus frondosus* (Inciense), generando brotes de alta calidad en minicepas, para la producción de miniestacas con alta capacidad de sobrevivencia y enraizamiento. La ventaja de esta metodología es la posibilidad de su extensión a pequeños o medianos viveros, que cuentan con invernáculos con condiciones semicontroladas de humedad, temperatura y sistemas de microaspersión. Resultando así, en una infraestructura de muy baja complejidad y de fácil implementación, sin necesidad de uso de sistemas hidropónicos utilizados para cría de minicepas y

estructuras de mayor complejidad para el enraizamiento de miniestacas, utilizados en la mayoría de los viveros de especies leñosas de rápido crecimiento como en el género *Eucalyptus* sp.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado Proyecto Manejo Sustentable de Recursos Naturales. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos (SAG-PyA) – Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF 7520 AR)/Proyecto PIA10031 y por la Secretaría General de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Misiones (Convocatoria Especial 2011-Desarrollo Sostenible y Educación).

BIBLIOGRAFÍA

ASSIS TF, A.G. Fett-Neto, A.C. Alfenas. 2004. Current techniques and prospects for the clonal propagation of hardwood with emphasis on *Eucalyptus*. In: Walter C, Carson M (Eds.) Plantation forest biotechnology for the 21th century, 1st ed. Research Sign Post, New Delhi

EZEKIEL, A. 2010. Viable options and factors in consideration for low cost vegetative propagation of tropical trees. International Journal of Botany. Asian Network for Scientific Information.

NIELLA, F.; P. Rocha. 2007. Desarrollo de técnicas de macropropagación para: *Araucaria angustifolia* (Bertol.), *Myrocarpus frondosus*, y *Balfaroudendron riedelianum* (Engl). YVYRARE-TA 14 – Pp.: 41-47.

NIELLA, F.; P. Rocha; B. Eibl; A. Bohren; L. Ayala; P. Conti; M. Franco; M. Radins. 2013. Desarrollo de técnicas de propagación clonal para la utilización sostenible de especies forestales nativas multipropósitos y/o fijadoras de nitrógeno y productos forestales no madereros Publicado en formato póster en el 4to Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano Iguazú 2013 (23-27 de Septiembre)

ROCHA, P. y F. Niella. 2013. Macropropagación de *Cordia trichotoma* V. Publicado en formato póster en el 4to Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano Iguazú 2013 (23-27 de Septiembre).

TITON, M.; A, Xavier; W. C. Otoni y G.G. Reis. 2003. Efeito do AIB no enraizamento de miniestacas e microestacas de clones de *Eucalyptus grandis* W Hill ex Maiden. Rev Árvore 27:1–7

WENDLING, I.; L. F. Dutra y F. Grossi. 2007. Sistema semi-hidroponico para conducao de mini-cepas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St Hil.) e miniestaquia. Pesq Agropec Bras 42:289–292

WENDLING, I.; G. Brondani, L. Ferreira Dutra y F. Hansel. 2010. Mini-cuttings technique: a new ex vitro method for clonal propagation of sweet-gum. New Forests 39:343–353

LOS SISTEMAS AGROFORESTALES EN PROYECTOS REDD+ PARA EL DESARROLLO RURAL

AGROFORESTRY SYSTEMS IN REDD+ PROJECTS FOR RURAL DEVELOPMENT

Fecha de recepción: 24/09/2014 // Fecha de aceptación: 25/11/2014

Florencia Montagnini

Investigadora Científica,
Universidad de Yale, Escuela
Forestal y de Estudios Ambien-
tales, 360 Prospect St., New
Haven, CT 06511, EE.UU.
florence.montagnini@yahoo.com,
florence.montagnini@yale.edu

RESUMEN

En Latinoamérica existen 200-357 millones de hectáreas de sistemas agroforestales (SAF), principalmente sistemas silvopastoriles y árboles con cultivos anuales y perennes (café, cacao, yerba mate). La captura de carbono (C) por SAF en biomasa aérea es 0,29-15,21 Mg C ha⁻¹ año⁻¹ y en suelos es 30-300 Mg C ha⁻¹ dependiendo del sitio, diseño, especies, edad y manejo. En SAF con yerba mate, *Ilex paraguariensis*, los árboles cumplen función protectora y mejoran la fertilidad del suelo. En Rio Grande do Sul, Brasil fue estimado que la yerba puede capturar 5,45 Mg de C ha⁻¹ año⁻¹ en promedio en biomasa aérea, con reservas en el suelo >56 Mg C/ha. Los SAF diversifican los ingresos y disminuyen los riesgos de producción y de mercados. Los SAF capturan carbono, y pueden evitar la deforestación al proveer productos maderables en tierras ya deforestadas, siendo una herramienta para proyectos de desarrollo que incluyen REDD+.

Palabras clave: América Latina, carbono, diversificación, microclima, yerba mate

SUMMARY

In Latin America there are approximately 200-357 million hectares of agroforestry systems (AFS), mainly silvopastoral systems and shaded annual and perennial crops (coffee, cacao, yerba mate). Carbon sequestration by AFS in aerial biomass is 0.29-15.21 Mg C ha⁻¹ year⁻¹ and in soils it is 30-300 Mg C ha⁻¹ depending on site, design, species, age and management. In AFS with yerba mate, *Ilex paraguariensis*, trees have a protective function and improve soil fertility. In Rio Grande do Sul, Brazil, yerba mate was estimated to capture an average of 5.45 Mg C ha⁻¹ year⁻¹ in aerial biomass, with soil reserves >56 Mg C/ha. AFS diversify farm income and can contribute to decrease both market and production risks. AFS can capture carbon and also avoid deforestation by providing timber products in lands already deforested, thus serving as tool for development projects that include REDD+.

Key words: carbon, diversification, Latin America, microclimate, yerba mate

INTRODUCCIÓN

Los sistemas agroforestales (SAF) cumplen con muchas de las funciones necesarias para lograr objetivos productivos y de desarrollo rural, porque los árboles mejoran el microclima, promueven diversificación de ingresos, acumulan carbono (C) y contribuyen a recuperar suelos y aumentar la productividad (MONTAGNINI y NAIR 2004; MONTAGNINI et al. 2014). El papel de los SAF en el desarrollo rural depende de su diseño y manejo, incluyendo especies anuales o perennes bajo sombra, sistemas silvopastoriles (SSP), sistemas multiestrato (huertos familiares, SAF sucesionales), y sistemas complementarios (cercas vivas, rompevientos, corredores ribereños) (MONTAGNINI et al. 1992).

Mundialmente existen aproximadamente 1000 millones de hectáreas de SAF (NAIR et al. 2010). Los SAF se encuentran ampliamente difundidos en América Latina, con un total de 200-357 millones de ha incluyendo 14-26 millones en América Central y 88-315 en América del Sur, siendo los más prominentes los sistemas silvopastoriles (SSP) (combinación de árboles con pasturas/ganado en la misma unidad de producción) y los de cultivos anuales y perennes bajo sombra (SOMARRIBA et al. 2012). Los SAF con cultivos perennes tienen mayor potencial para la captura del C que los SAF con cultivos anuales, ya que el cultivo perenne contribuye a la captura de C total del sistema en su biomasa y suelos (MONTAGNINI y NAIR 2004).

Entre los SAF con cultivos perennes, los más frecuentes incluyen especies como café, cacao, y yerba mate. En la yerba mate, *Ilex paraguariensis*, cultivada en NE de Argentina, S de Brasil y Paraguay los árboles cumplen una función protectora además de mejorar la fertilidad del suelo (MONTAGNINI et al. 2011). El cultivo de yerba mate orgánica en SAF está en aumento debido a sus beneficios financieros.

Los SAF son uno de los mecanismos para la adaptación al cambio climático (CC) debido a su diseño que promueve un microclima moderado bajo la sombra de los árboles, donde la temperatura en promedio puede disminuir en 2 a 5°C (MURGUEITIO et al. 2011). Una ventaja adicional de los SAF es que pueden evitar la deforestación al proveer productos maderables en tierras ya deforestadas, convirtiéndose en una herramienta para los programas de REDD+.

El presente trabajo evalúa el papel de los sistemas agroforestales sobre la mitigación del cambio climático y proyectos de deforestación evitada (REDD+). Basado en una revisión de literatura se presentan datos sobre la mitigación del CC con toma de C en diferentes tipos de SAF (SAF con cultivos anuales y perennes y sistemas silvopastoriles (SSP) en biomasa aérea y en suelos. Finalmente se plantea cómo pueden los SAF ser una herramienta efectiva para proyectos REDD+.

Los SAF y la mitigación del cambio climático

Los SAF cumplen un papel importante en la mitigación del CC al disminuir la presión sobre los bosques, los cuales son el mayor reservorio de C, además de contribuir a la toma de C en el componente arbóreo, en cultivos y en suelos (MONTAGNINI y NAIR 2004). El potencial para la captura de C por los SAF es muy variable, con tasas de 0,29-15,21 Mg de C ha⁻¹ año⁻¹ para la parte aérea, y acumulación de 30-300 Mg C ha⁻¹ para los suelos, dependiendo del sitio, tipo de SAF, especies involucradas, edad y manejo (MONTAGNINI y NAIR 2004; NAIR et al. 2010). Para los SSP, se citan cifras de captura de C para la vegetación (aérea y subterránea) de 1,1-6,55 Mg de C ha⁻¹ año⁻¹ (NAIR et al. 2010).

Acumulación de C en SAF con cultivos anuales

En SAF de cultivos anuales existe acumulación de C en las partes 'lábil' del sistema (follaje y ramas de los árboles y en los cultivos anuales), y almacenamiento 'permanente' en los troncos de los árboles, el cual es mayor que en las lábil. En Tabla 1 se ven valores de acumulación de C en biomasa aérea en SAF con cultivos anuales, que presentan un rango variable, que va de 0,65 a 30 Mg C/ha. En general los SAF con cultivos anuales acumulan cantidades de C menores que los SAF con especies perennes (MONTAGNINI y NAIR 2004). Sin embargo, en Tabla 1 se ven valores que llegan hasta 120 Mg C/ha especialmente en SAF de plantaciones con cultivos anuales intercalados ("Taungya") don-

de los árboles son especies maderables de buen crecimiento.

Los sistemas Multiestrato que se muestran en Tabla 1 incluyen huertos familiares, barbechos mejorados, y otros SAF con árboles de bosque o plantados asociados con cultivos anuales y perennes. La acumulación de C en SAF Multiestrato depende principalmente de los árboles acompañantes, los cuales si son de bosque maduro pueden llegar a valores de hasta casi 200 Mg C/ha en clima ecuatorial (Af), en SAF en bosque lluvioso tropical. En cambio en climas tropicales con estación seca (Am y Aw) los valores de acumulación de C para los SAF Multiestrato son más variables, llegando a alrededor de 100 Mg C/ha (Tabla 1).

Acumulación de C en SAF con cultivos perennes

En la literatura disponible los valores de acumulación de C para SAF de café con árboles plantados van de 47 a 237 Mg/ha, y para café con árboles de bosque, existen valores de 20 a casi 50 Mg/ha (Tabla 1). Para cacao se muestran valores de 24 a 52 Mg C/ha (árboles plantados). En Rio Grande do Sul, Brasil fue estimado que la yerba mate puede capturar 5,45 Mg de C ha⁻¹ año⁻¹ en promedio en biomasa aérea, con reservas en el suelo >56 Mg C/ha (ALEGRE *et al.* 2007). En general los SAF con especies perennes acumulan más C que los SAF con especies anuales debido a la contribución adicional de los árboles o arbustos del cultivo perenne.

Acumulación de C en sistemas silvopastoriles (SSP)

En Tabla 1 se muestran para clima Af, en SSP de árboles plantados en pasturas, valores de acumulación de C de 13-58 Mg C/ha, y en SSP de pasturas con árboles residuales de bosque, valores de 19-74 Mg C/ha. Los árboles residuales de bosque en pasturas pueden alcanzar valores elevados de biomasa, dependiendo de la especie y la edad. Los SSP de bancos forrajeros dan valores menores (2-7 Mg C /ha), debido a que los arbustos forrajeros son podados para facilitar el ramoneo por los animales.

En clima subtropical, datos de Misiones, Argentina muestran valores elevados de acumula-

ción de C en SSP con árboles plantados, de 51 a 92 Mg C/ha. Estos SSP son basados en especies maderables seleccionadas y con buen manejo en establecimientos comerciales con buenos ingresos tanto por la madera como por los animales (PINAZO *et al.* 2007; FASSOLA *et al.* 2010).

Acumulación de C en suelos en SAF

A nivel mundial, los suelos, dependiendo del ecosistema y clima de la región de que se trate, contienen tanto o más C que la vegetación que crece sobre ellos, de manera que el carbono orgánico del suelo (COS) juega un papel crucial en el ciclo global del C (LAL 2005). Las técnicas que aumentan la toma y conservación del COS y evitan la erosión tales como las utilizadas en “agricultura alternativa”, en sistemas orgánicos, y en SAF tienen efectos positivos sobre la mitigación del CC (LAL 2005).

Estimaciones del COS almacenado por los SAF dan valores de 30 a 300 Mg C/ha en estudios realizados hasta 1 m de profundidad en el suelo (NAIR *et al.* 2010). Para los SSP se dan valores de COS de 6,9 a 24,2 Mg/ha en regiones templadas y de hasta 130 a 173 Mg/ha en regiones tropicales, sin embargo estas cifras dependen de la profundidad de muestreo del suelo y los métodos utilizados para el análisis del COS (NAIR *et al.* 2010).

Ecuaciones alométricas para especies utilizadas en SAF

Debido al interés creciente en los proyectos de carbono y a la urgencia en estimar la contribución de los diferentes componentes de los sistemas de uso de la tierra con referencia a sus funciones como emisores o acumuladores de C, numerosos trabajos han sido realizados recientemente para evaluar la cantidad de biomasa y C. Como las cosechas de partes de la biomasa del sistema son destructivas, han sido desarrollados modelos para poder estimar el C basados en mediciones de campo de diámetro, altura, y cosecha de biomasa con las cuales se construyen ecuaciones alométricas que permiten realizar los cálculos sin destruir el sistema.

En Tabla 2 se muestran ecuaciones alométricas para especies utilizadas en SAF, que han sido plantadas, cuyas edades son conocidas. Se muestran ecuaciones para troncos, ya que es la parte de la biomasa que representa un almacenaje de C a largo plazo, y en algunos casos se presentan ecuaciones para biomasa total.

Tabla 1. Rangos de acumulación de carbono (“C stock”) en biomasa aérea en SAF ordenados según el clima. Según el sistema Koeppen para clasificación de climas, Af es tropical sin estación seca, Am es tropical con estación seca corta, Aw es cálido con estación seca en invierno, Cfa es sub-tropical sin estación seca y verano cálido.

Table 1. Ranges of carbon accumulation (“C stock”) in aerial biomass in AFS sorted by climate. According to the Koeppen climate classification, Af is tropical without dry season, Am is tropical with short dry season, Aw is warm with a dry winter, Cfa is sub-tropical without a dry season and with a warm summer.

Sistemas Agroforestales			C en biomasa aérea	
Clima	Categoría	Subcategoría	C almacenado (Mg/ha)	# de datos
Af	Cultivos anuales	Taungya	35	1
Af	Cultivos perennes	Café con árboles plantados	22 a 35	2
Af	Multistrato	Cultivos alimentarios con árboles de bosque	64 a 69	2
Af	Multistrato	Barbecho mejorado	21 a 294	9
Af	Multistrato	SAF indígena	59	1
Af	Silvopastoril	Árboles plantados en pasturas	13 a 58	7
Af	Silvopastoril	Pasturas con árboles residuales	19 a 74	2
Af	Complementario	Cercas vivas	70	1
Am	Cultivos anuales	Cultivos en callejones	0.65	1
Am	Cultivos anuales	Taungya	58 a 120	1
Am	Cultivos perennes	Cacao con árboles plantados	24	1
Am	Cultivos perennes	Café con árboles plantados	47 a 237	1
Am	Cultivos perennes	Café y cacao en bosque	19 a 47	1
Am	Cultivos perennes	Café orgánico en bosque (policultivo)	39	1
Am	Cultivos perennes	Café orgánico con árboles de Inga naturales	46	1
Am	Cultivos perennes	Policultivo de café bajo sombra, no orgánico	39	1
Am	Cultivos perennes	Varios cultivos en bosque	41 a 74	2
Am	Multistrato	SAF Comercial	3 a 114	8
Am	Multistrato	Huertos familiares (indígenas)	72	1
Am	Multistrato	Barbecho mejorado	4 a 60	6
Am	Silvopastoril	Banco forrajero	2 a 7	3
Am	Silvopastoril	Árboles plantados en pasturas	0,31 a 3,3	9
Am	Silvopastoril	Pasturas con árboles residuales	2 a 31	11
Am	Complementario	Bosquetes	21	1
Aw	Cultivos anuales	Cultivos en callejones	30	1
Aw	Cultivos perennes	Cacao con árboles plantados	31 a 52	3
Aw	Multistrato	SAF Comercial	64,5	1
Cfa	Cultivos anuales	Cultivos con árboles plantados	7 a 23	6
Cfa	Cultivos perennes	Yerba mate con árboles plantados	12 a 169	5
Cfa	Silvopastoril	Árboles plantados en pasturas	51 a 92	2

Para usar estas ecuaciones es importante tener en cuenta el sitio donde se han realizado las mediciones ya que éste influye sobre la biomasa producida. Asimismo es necesario usar ecuaciones que

hayan sido preparadas para edades similares de los árboles del proyecto para el cual se quiera estimar su biomasa y C.

Aplicaciones de SAF en proyectos REDD+

Desde hace algunas décadas los esquemas de compensación y pago por servicios ambientales (PSA y REDD) se vienen constituyendo en instrumentos económicos aptos para la conservación de los servicios ambientales o ecosistémicos en juego (biodiversidad, provisión y purificación de agua, control de erosión, polinización, absorción y fijación de carbono forestal, etc.). Con su implementación es posible estimular además el progreso económico de las poblaciones involucradas mejorando así su calidad de vida. Vistos de este modo, tales proyectos parecen convertirse en el paradigma de la sostenibilidad y el desarrollo sostenible al presentar, en forma clara, beneficios ambientales, económicos y sociales (GALARZA 2014).

Desde el año 2005, los mecanismos REDD, que proveen incentivos para evitar deforestación y degradación de bosques, han emergido como un componente central de los esfuerzos coordinados por la Convención de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés). De acuerdo a este convenio, 5 tipos de intervención para la reducción de emisiones de carbono a la atmósfera han sido aprobadas (par. 70 decisión 1/16; UNFCCC 2011): evitar la deforestación, evitar la degradación de bosques, conservar los stocks de carbono en los bosques, a través del manejo forestal sustentable, y aumentar los almacenamientos de carbono en bosque (REDD+).

Los SAF pueden ser utilizados para contribuir en varias de esas intervenciones. Por ejemplo, una ventaja de los SAF con respecto a la mitigación del CC es que pueden evitar la deforestación al proveer productos maderables en tierras ya deforestadas, convirtiéndose en una herramienta importante para este tipo de intervenciones de los programas de REDD+. En proyectos REDD+, los SAF son frecuentemente implementados en la periferia de la zona núcleo donde se quiere proteger al bosque, para contribuir con beneficios nutricionales y productos forestales y agrícolas para las comunidades del proyecto de desarrollo de que se trate.

En particular, los mecanismos de REDD+ están siendo utilizados como parte de programas de desarrollo rural en regiones donde cumplen con funciones tales como frenar la deforestación, evitar degradación, y, a la vez, contribuir a proveer productos para la subsistencia y desarrollo económico de los pobladores locales. Por ejemplo, en Brasil y en Perú varios proyectos REDD+ promueven SAF con especies perennes como cacao, café, frutales,

palmas y otras especies asociadas con árboles de múltiples usos, en las zonas periféricas para beneficiar a las comunidades que viven en zonas alejadas a los proyectos (REALU 2012; SILVA *et al.* 2014). En estos proyectos, mecanismos basados en incentivos locales son útiles para explorar distintas estrategias que promuevan la conservación y usos de la tierra ricos en carbono. De esta manera se integran los mecanismos REDD+ a los objetivos de desarrollo local y al cumplimiento de las políticas de manejo agrícola y forestal sustentable del país (SILVA *et al.* 2014). Según las experiencias del proyecto REALU en Perú, relatadas por Silva *et al.* (2014), se concluye que los proyectos REDD+ que tomen en cuenta el mosaico agrícola traen una serie de ventajas en cuanto a la posibilidad de trabajar en áreas degradadas y con procesos de deforestación. Sin embargo éstos provocan una serie de complejidades debido a la variabilidad entre las características socioeconómicas de los productores, las dinámicas que existen entre las estrategias de vida, la forma en que deciden las trayectorias de los distintos usos de la tierra y su impacto a nivel de paisaje. De manera que la implementación de proyectos REDD+ no es sencilla ya que exige gestión con los diferentes actores que influyen sobre las decisiones en el uso de la tierra en una región donde los objetivos de desarrollo rural tienen prevalencia.

Posibilidades para proyectos REDD+ vinculados al desarrollo rural en Argentina

En la Argentina se encuentran avanzadas formulaciones de varios proyectos REDD+. Por ejemplo, para Misiones, han sido avanzadas varias propuestas. Los SAF de yerba mate son una de las opciones a utilizar en zonas circundantes a los bosques protegidos. Además del valor de los SAF en proveer beneficios a las comunidades, es necesario señalar su contribución en la captura de C. Para la estimación de captura de C por la yerba, se pueden utilizar ecuaciones alométricas para los arbustos de yerba mate tales como las desarrolladas por ALEGRE *et al.* (2007) (Tabla 2). Sin embargo en Brasil los árboles de yerba mate son podados de manera diferente que en Argentina, alcanzando mayores tamaños que en las plantaciones en la Argentina. Sería recomendable desarrollar ecuaciones alométricas para yerbales de diferentes edades para las situaciones de sitios y manejo que se dan en la Argentina.

Para realizar los cálculos es necesario conocer las densidades de plantas de yerba mate así como las de los árboles acompañantes. Por ejemplo, en Misiones un 15% de los productores tiene plantaciones de alta densidad (>1.800 plantas de yerba/ha), 48% tiene densidad mediana (1000–1800 plantas/ha), y 30-35% tiene plantaciones de menor densidad. Con respecto a los árboles acompañantes, se estima que una densidad final de aproximadamente 100 árboles/ha es recomendable para obtener buenos efectos ambientales e ingresos financieros atractivos para los agricultores (MONTAGNINI *et al.* 2011). Además de pino y araucaria, en Misiones especies nativas maderables o de otros usos son asociadas a la yerba mate, existiendo información sobre su productividad y silvicultura (EIBL *et al.* 2012). Con ecuaciones alométricas como las que se muestran en Tabla 2, se puede estimar valores totales de captura de C para SAF de yerba mate. Con ello se determina el valor de mitigación del SAF además de los beneficios económicos y sociales a las comunidades circundantes al proyecto REDD+.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los SAF promueven adaptación a la variabilidad climática con la diversificación propia de estos sistemas, lo cual disminuye los riesgos y da más flexibilidad para cambiar hacia especies o variedades mejor adaptadas a las nuevas condiciones. Los SAF bien implementados y manejados pueden tener tasas de acumulación de C elevadas, y ser una herramienta efectiva para proyectos de desarrollo rural. Los SAF con cultivos perennes tienen mayor potencial para la toma de C que los SAF con cultivos anuales.

Tendencias actuales a nivel mundial abren nuevas oportunidades para los SAF como herramientas de adaptación y mitigación (AyM) del CC, y para su uso en áreas aledañas a bosques protegidos en proyectos REDD+. Los SAF son considerados sistemas claves en la transformación de la agricultura convencional en “Agricultura climáticamente inteligente” (“Climate-smart agriculture”), es decir, una agricultura que aumenta la productividad de manera sostenible, es resiliente (tiene capacidad de adaptación ante los diferentes impactos ambientales o antropogénicos), reduce/evita o disminuye los GEI (mitigación) y a la vez contribuye al logro de metas nacionales de seguridad alimentaria y desarrollo (FAO 2012). La promoción de los SAF para objetivos de AyM del CC requiere herramientas tales como ecuaciones alométricas que permitan la evaluación del potencial de los diferentes

sistemas de uso de la tierra para la captura del C en las regiones de interés de los proyectos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue presentado en las XVI Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Eldorado, Misiones, Argentina, 15-17 mayo 2014. Se agradece al Comité Editorial de las Jornadas por sus comentarios, asimismo se agradece a Ruth Metzler, Universidad de Yale, por sus sugerencias.

BIBLIOGRAFÍA

ALEGRE, J. C.; Montoya Vilcahuaman, L. X.; Correa, G.. 2007. Geração da curva alométrica para avaliar as reservas de carbono em plantios de erva-mate, no sul do Brasil. Colombo: Embrapa Florestas. 19 p. Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Florestas, ISSN 1676-9449; 33.

BRANCHER, T. 2010. Estoque e ciclagem de carbono de sistemas agroflorestais em Tome Azu, Amazonia Oriental. MS Thesis, Universidad Nacional do Para, Belem, Para, Brazil. 58pp

EIBL, B. I.; Barth, S. R.; Montagnini, F. 2012. Adaptabilidad y crecimiento de especies nativas en áreas degradadas de la provincia de Misiones. Actas 15as Jornadas Forestales y Ambientales, Fac. Ciencias Forestales, Univ. Nac. de Misiones-EEA Montecarlo, INTA. Eldorado, Misiones, Argentina, Junio 2012.

FERNÁNDEZ TSCHEDER, E.; Martiarena, R.; Goya, J.; Lupi, A.; Frangi, J. 2004. Ajuste de ecuaciones para la determinación de la biomasa de plantaciones de Araucaria angustifolia (bert.) O. Ktze en el Norte de la provincia de Misiones. 11as Jornadas Técnicas Forestales. Eldorado, Misiones. Octubre de 2004.

FASSOLA, H. E.; Crechi, E. H.; Barth, S. R.; Keller, A.E.; Winck, R. A.; Martiarena, R.; Von Wallis, A.; Pinazo, M. A.; Knebel, O. 2010. Modelos regionales de biomasa aérea de *Pinus taeda* para Misiones y NE de Corrientes, Argentina. 14as Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM - EEA Montecarlo, INTA. 10, 11 y 12 de Junio de 2010 -Eldorado, Misiones, Argentina

GALARZA, C. J. 2014. Compensación y pago por servicios ambientales: ¿Paradigmas de Desarrollo Sostenible? Parte I – Portal Digital I-Ambiente. <http://www.i-ambiente.es/?q=blogs%2Fcompensacion-y->

pago-por-servicios-ambientales-paradigmas-de-desarrollosostenible-parte-i#sthash.XUR6fGql.dpuf

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 2012. Moving forward with Climate-smart agriculture. www.fao.org/climatechange/climate-smart.

LAL, R. 2005. Soil carbon sequestration in natural and managed tropical forest ecosystems. In: F. Montagnini (Ed.). *Environmental Services of Agroforestry Systems*. Haworth Press, New York. pp. 1-30.

MESSA ARBOLEDA, H. F. 2009. Balance de gases de efecto invernadero en un modelo de producción de ganadería doble propósito con alternativas silvopastoriles en Yaracuy, Venezuela. MStesis, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 225 pp.

MONTAGNINI, F. *et al.*, 1992. *Sistemas Agroforestales. Principios y Aplicaciones en los Trópicos*. 2da. ed. rev. y aum. Organización para Estudios Tropicales (OTS). San José, Costa Rica. 622 pp.

MONTAGNINI, F.; P. K. Nair. 2004. Carbon Sequestration: An under-exploited environmental benefit of agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 61: 281-295.

MONTAGNINI, F., B. Eibl, S. R. Barth. 2011. Organic yerba mate: an environmentally, socially and financially suitable agroforestry system. *Bois et Forêts des Tropiques* 308: 59-74.

MONTAGNINI, F., Somarriba, E., Murgueitio, E., Fassola, H., Eibl, B. (Eds.). 2014. *Sistemas Agroforestales en el Neotrópico. Funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. Serie Técnica Informe Técnico*, CATIE, Turrialba, Costa Rica. CIPAV, Cali, Colombia. En prensa.

MONTERO, M.; F. Montagnini. 2005. Modelos alométricos para la estimación de biomasa de diez especies forestales nativas en plantaciones en la región Atlántica de Costa Rica. *Recursos Naturales y Ambiente (Costa Rica)* 45: 118-125.

MURGUEITIO, E.; Z. Calle; F. Uribe; A. Calle; B. Solorio. 2011. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *Forest Ecology and Management* 261 (10): 1654-63.

NAIR, P. K. R.; V. D. Nair; B. M. Kumar; J. M. Showalter. 2010. Carbon sequestration in agroforestry systems. *Advances in Agronomy* 108: 237-307.

PINAZO, M.A., R.A. Martiarena, A. Von Wallis, E. Crechi, N.M. Pahr, O. Knebel. 2007. Efectos de la

intensidad de raleo sobre la compartimentalización y stock de carbono en plantaciones de *Pinus taeda L.* establecida sobre Ultisoles de Misiones. *RIA* 36 (1): 5-20. Abril 2007. INTA, Argentina.

REDUCING EMISSIONS FROM ALL LAND USES IN PERU. 2012. Carbon Report Year 1. ASB Partnership for the Tropical Forest Margins. Nairobi, Kenya. Preliminary draft, January 2012. 7pp. ICRAF/Peru.

SEGURA, M., M. Kanninen, D. Suárez. 2006. Allometric Models for Estimating Aboveground Biomass of Shade Trees and Coffee Bushes Grown Together. *Agroforestry Systems* 68: 143-150.

SILVA AGUAD, C., V. Robiglio, J. Donovan. 2014. Un enfoque de paisaje a los esquemas REDD+: la experiencia de reducir emisiones en distintos usos de la tierra con productores de cacao en el Amazonas peruano. En: Montagnini, F., Somarriba, E., Murgueitio, E., Fassola, H., Eibl, B. (Eds.). *Sistemas Agroforestales en el Neotrópico. Funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. Serie Técnica Informe Técnico*, CATIE, Turrialba, Costa Rica. CIPAV, Cali, Colombia. En prensa.

SOMARRIBA, E., J. Beer, J. Alegre Orihuela, H. Andrade, R. Cerda, F. Declerck, G. Detlefsen, M. Escalante, L.A. Giraldo, M. Ibrahim, L. Krishnamurthy, V. Mena, J. Mora-Delgado, L. Orozco, M. Scheelje, J.J. Campos. 2012. Mainstreaming agroforestry in Latin America. In: Nair PKR, Garrity DP (eds.). *Agroforestry: the way forward. Advances in Agroforestry* 9. Springer, New York, p. 429-453.

SOTO-PINTO, L., M. Anzueto, J. Mendoza, G. Jiménez Ferrer, B. Jong. 2009. Carbon Sequestration Through Agroforestry in Indigenous Communities of Chiapas, Mexico. *Agroforestry Systems* 78: 39-51.

UNFCCC. 2011. United Nations Framework Convention on Climate Change Report of the Conference of the Parties on its Sixteenth Session, held in Cancun from 29 November to 10 December 2010 (FCCC/CP/2010/7/Add.1, United Nations, 2011); Disponible En: <http://unfccc.int/resource/docs/2010/cop16/eng/07a01.pdf>

Anexo N° 2. Ecuaciones alométricas para especies leñosas frecuentemente plantadas en SAF en América Latina.
Table 2. Allometric equations for woody species frequently planted in AFS in Latin America.

Especies	Edad (años)		Ecuación Alométrica	Sistema Agroforestal	País	Sitio	Fuentes de Información
	Nombre	Tipo					
<i>Araucaria angustifolia</i>	20-40	Tronco	$PS = 635.3 + 32.30 * DAP^2 * ALT$	Cultivos perennes	Argentina	Misiones	Fernández Tscheder et al. (2004)
<i>Araucaria angustifolia</i>	20-40	Total	$PS = -4.1.71 + 0.565 * DAP^2$	Cultivos perennes	Argentina	Misiones	Fernández Tscheder et al. (2004)
<i>Balizia elegans</i>	8	Tronco	$\ln(Biomasa) = -4.491 + 2.672 \ln(DAP)$	Silvopastoril	Costa Rica	Sarapiquí	Montero y Montagnini (2005)
<i>Calophyllum brasiliense</i>	8	Tronco	$\ln(Biomasa) = -2.570 + 2.454 \ln(DAP)$	Silvopastoril	Costa Rica	Sarapiquí	Montero y Montagnini (2005)
<i>Coffea arabica</i>	>20	Total	$Y = 0.2811D^{2.0635}$	Cultivos perennes	México	Chiapas	Soto-Pinto et al. (2009)
<i>Cordia alliodora</i>		Total	$\log_{10}(BA) = -0.755 + 2.702 * \log_{10}(DAP(cm))$	Cultivos perennes	Nicaragua	Yassica Sur	Segura et al. (2006)
<i>Dipteryx oleifera</i>	8	Tronco	$\ln(Biomasa) = -2.831 + 2.747 \ln(DAP)$	Silvopastoril	Costa Rica	Sarapiquí	Montero y Montagnini (2005)
<i>Euterpe oleracea</i>	10-14	Tronco	$PS = \exp(-0.0470 + 0.075 * DAP)$	Multiestrato	Brasil	Tome Acu, Pará	Brancher (2010)
<i>Gliricidia sepium</i>	5-8	Total	$\ln(PS) = -3.5795 + 2.5728 \ln(Diámetro Basal)^2$	Silvopastoril	Venezuela	San Javier, Yaracuy	Messa Arboleda (2009)
<i>Gliricidia sepium</i>	5-8	Tronco	$\ln(PS) = -3.7067 + 2.4567 \ln(Diámetro Basal)^2$	Silvopastoril	Venezuela	San Javier, Yaracuy	Messa Arboleda (2009)
<i>Guazuma crinita</i>		Total	$PS = 0.0423 * (DAP * 2.6514)$	Silvopastoril	Perú	Yurimaguas	REALU II (2012)
<i>Hevea brasiliensis</i>	10-14	Tronco	$C = \exp(-4.07305 + 1.63781 * \ln(DAP) + 1.21724 * \ln(ALT))$	Multiestrato	Brasil	Tome Acu, Pará	Brancher (2010)
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	8	Tronco	$\ln(Biomasa) = -3.136 + 2.591 \ln(DAP)$	Silvopastoril	Costa Rica	Sarapiquí	Montero y Montagnini (2005)
<i>Ilex paraguariensis</i>	4-35	Total	$PS = -20.255 + 0.8081 * edad + 3.9672 * ALT + 3.6923 * Biomasa Foliar$	Cultivos anuales	Brasil	Rio Grande do Sul	Alegre et al. (2007)
<i>Inga punctata</i>		Total	$\log_{10}(BA) = -0.889 + 2.317 * \log_{10}(DAP(cm))$	Cultivos perennes	Nicaragua	Yassica Sur	Segura et al. (2006)
<i>Inga tonduzzi</i>		Total	$\log_{10}(BA) = -0.936 + 2.348 * \log_{10}(DAP(cm))$	Cultivos perennes	Nicaragua	Yassica Sur	Segura et al. (2006)
<i>Jacaranda copaia</i>	8	Tronco	$\ln(Biomasa) = -3.581 + 1.804 \ln(DAP)$	Silvopastoril	Costa Rica	Sarapiquí	Montero y Montagnini (2005)
<i>Juglans olanchana</i>		Total	$\log_{10}(BA) = -1.417 + 2.755 * \log_{10}(DAP(cm))$	Cultivos perennes	Nicaragua	Yassica Sur	Segura et al. (2006)
<i>Leucaena leucocephala</i>	2-5	Tronco	$\ln(PS) = -2.9836 + 2.0428 \ln(Diámetro Basal)^2$	Silvopastoril	Venezuela	San Javier, Yaracuy	Messa Arboleda (2009)

CONSTRUCCIÓN, ADAPTACIÓN Y AJUSTE DEL EXTENSÓMETRO LONGITUDINAL

CONSTRUCTION, ADAPTATION AND AD-
JUSTMENT OF THE LONGITUDINAL EXTENSO-
METER

Fecha de recepción: 07/07/2014 // Fecha de aceptación: 19/10/2014

Estela Pan

MSc. Profesor Asociado e Investigador de la Facultad de Ciencias Forestales, UNSE Av. Belgrano (S) 1912. epan@unse.edu.ar

Néstor Lencina

Luis Palmas

Ing. Electromecánico, Profesor Adjunto. Docente e Investigador. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías. UNSE. Av. Belgrano (s) 1912 nlencina@unse.edu.ar lpalmas@unse.edu.ar

Ramón Ledesma

Ing. en Industrias Agrícolas y Alimentarias. Profesor Adjunto. Docente e Investigador. Facultad de Ciencias Forestales. Correo: ereleve@arnet.com.ar

Jose Seguienowicz

Técnico mecánico. Jefe de Mantenimiento del Laboratorio de Física. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías. UNSE

Yvyraretá
Revista Forestal País de Arboles

RESUMEN

En este trabajo se comunica el proceso de construcción y adaptación de un instrumento para medir las deformaciones residuales longitudinales de maduración (DRLM) en especies del género *Eucalyptus* y *Casuarinas*. El objetivo es la calibración de un instrumento para realizar mediciones en árboles jóvenes en pie, siguiendo el protocolo de CIRAD – Foret (Centro Tecnológico Francés).

Las lecturas realizadas permiten determinar indirectamente las tensiones de crecimiento longitudinal en árboles en pie.

Se realizaron trabajos para ajustar el dispositivo medidor sobre plantaciones de *Eucalyptus Tereticornis* implantadas en la estación Experimental Fernández de la ciudad de Fernández (Departamento Robles-Santiago del Estero- Argentina), sobre *Eucalyptus Camaldulensis* implantadas en la localidad del Zanjón (Departamento Capital- Santiago del Estero- Argentina) y sobre una plantación de *Casuarinas Cunninghamiana*, ubicadas en la localidad de Fernández (Departamento Robles-Santiago del Estero-Argentina).

SUMMARY

This paper reports the construction and adaptation of an instrument designed to measure the longitudinal maturing residual distortions in species of the genera *Eucalyptus* and *Casuarinas*. Its aim is to calibrate such a device to measure this variable on young standing trees in accordance with the CIRAD-Forest Protocol (French Technological Center).

The readings allow determining indirectly the longitudinal growth stresses of standing trees.

Tests tending to adjust the measuring device were carried out on plantations of *Eucalyptus Tereticornis* implanted in the Fernandez Experimental Station located in Fernandez, Robles Department, as well as in plantations of *Eucalyptus Camaldulensis* implanted in El Zanjón, Capital Department; all locations in the Province of Santiago del Estero, Argentina.

The results for *Eucalyptus Camaldulensis* and *Tereticornis* fall within the minimal and maximal values obtained by other researchers (e.g. growth stresses of wood pro-

Los resultados de las mediciones encontradas en *Eucalyptus Camaldulensis* y *Eucalyptus Tereticornis* están en el rango entre valores mínimos y máximos obtenidos por otros investigadores. (Tensiones de crecimiento en madera de procedencias y progenies de *Eucalyptus Camaldulensis* implantados en Santiago del Estero, Pan Estela, *et. al.* 2014. Presentado en la Revista Yvyrareta, para su publicación), (Tensiones de crecimiento de familias de *Eucalyptus Tereticornis* plantadas en Santiago del Estero, Pan Estela, *et. al.* 2008. Presentado para publicación en la revista Quebracho).

Comparando los valores obtenidos por otros investigadores para el género *Eucalyptus* (Touza, 2001) y (Valdez, 2004) se pueden considerar aceptable.

Palabras Claves: Tensiones de crecimiento, desplazamiento longitudinal, adaptación, calibración, medición.

ceedings and progenies of *Eucalyptus Camaldulensis* implanted in Santiago del Estero (Pan, E. *et. al.*, 2014 submitted for publication to Revista Yvyrareta; Growth stresses of *Eucalyptus Tereticornis* implanted in Santiago del Estero, Pan, E. *et. al.*, 2008 to be published in Revista Quebracho).

Out of comparing the values obtained by other scholars for the genus *Eucalyptus* (Touza, 2001; Valdez, 2004) the results can be considered as acceptable

Key words: Growth stresses, lengthwise longitudinal displacement, adaptation, calibration, measurement.

INTRODUCCIÓN

El término tensiones de crecimiento (growth stresses) se propuso para definir las tensiones existentes en el interior de las maderas de árboles en pie y su determinación por métodos no destructivos (JACOBS 1939). Posteriormente PRADO *et. al.* (1989) las define como las fuerzas generadas entre capas sucesivas de madera al producirse el crecimiento y la necesidad de mantener la copa en una posición lo más vertical posible. Estas tensiones se manifiestan al momento del corte.

Estudios realizados (TOUZA 2001) indican que las tensiones relacionadas con el peso propio del árbol son despreciables en comparación con las provocadas con la maduración de las fibras. El origen de las tensiones de crecimiento es atribuido a la interacción que ocurre entre la tensión longitudinal generada en las microfibrillas de celulosa y las tensiones generadas durante la depositación de lignina (CHAHUAN 2004).

Se ha establecido que el componente longitudinal de estas tensiones es el más significativo por ser de mayor magnitud y su estimador se conoce como "Deformaciones Residuales Longitudinales de Maduración" (DRLM).

La presencia de un alto nivel de tensiones de crecimiento es un fenómeno común del género eucaliptos, señalándose variaciones a nivel de espe-

cies, procedencias y progenies, clones e híbridos. Si bien la intensidad de las tensiones de crecimiento depende fuertemente del genotipo, los efectos ambientales también pueden provocar cambios significativos en las medidas a través de diferentes sitios.

DEVLIEGER y QUINTANA realizaron trabajos de DRLM en arboles de 6 y 8 años para medir variabilidad de tensiones de crecimiento en 4 híbridos de álamos en la región del Maule-Chile, obteniendo valores promedios DRLM de 0,12 mm con DAP de 25 cm y sin mostrar diferencias significativas entre los distintos híbridos según análisis de varianza.

Conclusiones similares se obtuvieron en España con híbridos de Pópulos x euroamericanos en parcelas de arboles jóvenes (CASADO, 1997).

Por ello se hizo necesario la construcción, adaptación y calibración de un extensómetro para medir las tensiones de crecimiento (DRLM) por medio de ensayos no destructivos en especies del género de eucaliptos y casuarinas en árboles jóvenes sin producir el apeo de los mismos.

MATERIALES Y METODOS

Materiales:

El material de *Eucalyptus Camaldulensis* consistió en ejemplares dispuestos en un diseño de

bloques de familia compactos con cuatro repeticiones y cinco plantas por parcelas implantados en una propiedad perteneciente a la Universidad Nacional de Santiago del Estero ubicada en la localidad del Zanjón (Departamento Capital – Santiago del Estero - Argentina), en un espaciamiento inicial de 3 m entre filas y 2 m entre árboles de la parcela.

Para *Eucalyptus Tereticornis* se seleccionaron árboles jóvenes pertenecientes a 10 familias de polinización provenientes de un ensayo de mejoramiento genético utilizando un diseño experimental de bloque completos al azar con 4 repeticiones y parcelas lineales de 5 árboles implantados en la estación experimental Fernández, (Localidad de Fernández - Departamento Robles-Santiago del Estero-Argentina).

Las mediciones finales se realizaron sobre 2 orígenes de *Casuarinas Cunninghiana* y una procedencia local Santiago del Estero. La plantación está dividida en 4 bloques con 3 tratamientos genéticos con 4 repeticiones en parcelas de 49 plantas (7 x 7) y se tomaron los ejemplares al azar

El material utilizado para la construcción y puesta a punto del dispositivo medidor consistió en:

- Plantilla de chapa de aluminio con tres orificios, uno central y dos equidistantes uno hacia arriba y otra hacia abajo a 22,5 mm del central de cada uno.

- Cuadro rectangular de acero cromado (91 x 92) mm, construido sobre la base de dos barras prismáticas horizontales de (15 x 15 x 90) mm.

- Extensómetro analógico de apreciación 0,01 mm adaptado sobre un existente utilizado en práctica de medición de alargamiento por efectos mecánicos y térmicos.

Método:

Se seleccionaron árboles de apariencia sana, de buen porte y sin defectos aparentes pertenecientes a tres especies diferentes (*Eucalyptus Camaldulensis*, *Eucalyptus Tereticornis* y *Casuarinas Cunninghiana*). Antes de hacer la perforación del árbol y la colocación del aparato, se midieron diámetros y perímetros a la altura del DAP realizados con cinta milimetrada y se descortezó sobre el cambium una zona suficiente para colocar el aparato de medición.

Cada árbol fue medido en dirección Norte-Sur en lugares sin defectos aparentes (evitándose rajaduras y protuberancias de modo de ubicar correctamente el cuadro del dispositivo. Las lecturas se realizaron una vez estabilizado el instrumento.

Se elaboró una estructura de marco de chapa doblada de 5/8" x 1/2" de hierro dulce, dado que este dispositivo resultó inestable y de difícil calibración, se construyó un nuevo aparato (cuadro de acero cromado).

La barra inferior tiene adosada una brida para sujetar un instrumento y a la superior se le practicó un fresado en la parte media para apoyar el clavo superior que se coloca en el árbol. Las dos barras están unidas por dos planchuelas de acero inoxidable de 15 x 3 (mm) de espesor, y a una distancia de 55 mm

Se utilizaron dos clavos acerados para sostener el aparato. El clavo superior tiene por función la sujeción óptima del aparato y contribuir a una calibración y medición óptima. El clavo inferior tiene adosado un buje de bronce fresado fijado por un tornillo al clavo. En el buje apoya el palpador para evitar su deslizamiento lateral. Esto tiene por función producir la calibración óptima para lograr un desplazamiento que conduzca a una medición precisa y exacta.

Todo el dispositivo fue adaptado por investigadores del proyecto, tanto el cuadro a ser utilizado, como el molde que fue diseñado sobre una plancha de aluminio. Se practicaron los orificios para los clavos a una distancia fija y un espacio para poder marcar el centro donde se hizo el orificio con una broca.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para *Eucalyptus Camaldulensis* los valores obtenidos de 4 parcelas de ensayo correspondientes a 4 orígenes y seis familias, resultó que las tensiones de crecimiento están en el rango obtenidos (mínimo y máximo) por otros investigadores: 0,116 mm-0,132 mm (Tensiones de crecimiento en madera de procedencias y progenies de *Eucalyptus Camaldulensis* implantados en Santiago del Estero, Pan Estela, *et.al.*2014.).

Para *Eucalyptus Tereticornis* los valores obtenidos de las mediciones de las 4 parcelas de ensayo correspondientes a las 10 familias, los valores encontrados de tensiones de crecimiento, también se ubican entre los valores mínimos y máximos consultados con la bibliografía existente: 0,141 mm-0,240 mm (Tensiones de crecimiento de familia de *Eucalyptus Tereticornis* implantados en Santiago del Estero, Pan Estela, *et.al.*2008).

Para *Casuarinas* los valores encontrados entre 0,115 mm y 0,190 mm, no encontrándose diferencias significativas entre los cuatro bloques.

Los valores obtenidos con el extensómetro nos permiten considerar que las lecturas son confiables y puede ser utilizado para medir tensiones de crecimiento en árboles jóvenes en pie.

En las siguientes imágenes se muestran el cuadro del dispositivo, los accesorios y el extensómetro terminado (Figura 2)



Figura 1- Cuadro de acero cromado



Figura 2 – Extensómetro terminado



Figura 3 - Accesorios



Figura 4 – Comparador centesimal

Figura 1. Cuadro, accesorios y extensómetro terminado

BIBLIOGRAFIA

AITIM; CTBA; CIRAD-Fôret; INIA; LNETI; UNIMOR; UPM-ETSIM. 1.994. “Study of Eucalyptus processing for its utilization as solid Word- Final technical report”. Forest Program.

CASADO, M. M. 1.997. Tensiones de crecimiento en cinco clones de Populus x euroamericano; 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.

DEVLIEGER y Quintana. 2006. Tensiones de crecimiento en híbridos de álamos creciendo en Chile. Maderas, Ciencia y Tecnología. 8 (3): 219-22.

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.

PAN *et. al.* 2014. Tensiones de crecimiento en madera de procedencias y progenies de *Eucalyptus Camaldulensis* implantados en Santiago del Estero, Presentado en la Revista Yvyrareta, para su publicación.

PAN *et. al.* 2008 Tensiones de crecimiento de familias de *Eucalyptus Tereticornis* plantadas en Santiago del Estero,. Presentado para publicación en la revista Quebracho.

PRADO, J. S. Barros 1989. Eucalyptus. Principios de Silvicultura y Manejo. Santiago, Chile. P 199.

SANCHEZ ACOSTA. 1995 Experiencia argentina en el uso de la madera de eucalipto. Seminario Internacional de Utilizaçào Da Madeira de Eucalipto para Serraria. IPT – IUFRO. San Paulo, Brasil, 9p.

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

MANEJO DE FRUTOS Y SEMILLAS, PRODUCCIÓN DE PLANTINES Y ESTABLECIMIENTO A CAMPO DE ESPECIES NATIVAS

Anadenanthera colubrina (Vell.) *Brenan* var. *Cebil* (Griseb.) *Altschul* (Curupay).

FAMILIA

Fabaceae/ Mimosoidea

Características de la especie

Hojas: compuestas, bipinadas, con hasta 30 pares de foliolos opuestos y 60 a 80 pares de foliolulos.

Flores: hermafroditas, blancas pequeñas reunidas en inflorescencias.

Fruto: folículo achatado, dehiscen- te coriáceo de color castaño oscuro a rojizo. Contiene de 8 a 15 semillas (Fig. 1).

Semilla: es circular y achatada, castaña a rojiza oscura, brillante y lisa (Fig. 2).

Cotiledones: orbicular, color verde claro (Fig. 3).

Fenología del ciclo reproductivo.

Floración: abril - junio

Fructificación: junio - octubre

Dispersión: entre agosto y octubre.

Manejo de frutos y semillas

Cosecha: generalmente en agosto a octubre, deben recolectarse frutos secos en el árbol al inicio de la dispersión. Número de semillas por kg: 8800 semillas/kg

Acondicionamiento: Los frutos son puestos en ambientes ventilados y secos hasta que se abran solos.

Almacén: se pueden guardar semillas limpias y secas en recipientes herméticos y frío.

Viverización

Tratamiento pregerminativo: no requiere

Poder germinativo: 70 a 90 %.

Condiciones de germinación: es recomendable la siembra directa. Germina entre los 3 a 7 días después de la siembra (Fig. 4).

Envases: bolsas de polietileno y/o en tubetes.

Sustratos: puede utilizarse mantillo de monte solo o con tierra colorada, así como también una mezcla corteza de pino compostada con tierra colorada, arena y con 1,5 Kg de fertilizante de liberación lenta.

Daños por insectos en vivero: se observaron daños leves por insectos.

Tiempo de viverización: 4 - 6 meses, lográndose altura total 35 a 50 cm, dependiendo del sistema de producción (Fig. 5).

Características silviculturales

Exigencia lumínica: es heliófita. Tolerar un poco de sombra en la fase juvenil (CARVALHO, 1994)

Habito de crecimiento: las plantas jóvenes presentan inclinación del tallo por lo que es aconsejable colocar tutor, no presenta desrame natural por lo que necesita poda de conducción (CARVALHO, 1994).

Beatriz Eibl

Cecilia González

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

Establecimiento definitivo (Fig. 6):

Métodos de plantación: puede ser plantada a cielo abierto en plantaciones puras, mixtas (asociada con especie pionera de rápido crecimiento para mejorar la forma) y en enriquecimiento (CARVALHO, 1994).

Sensibilidad a heladas: es sensible en los primeros años.

Sensibilidad a sequías: poco sensible.

Calidad de sitio: tolera suelos compactados y de baja fertilidad.

Plagas: se observan daños causados por *Oncideres* spp. (Kiritó), con daños en grados variables (CARVALHO, 1994).

Datos de crecimiento: esta especie presenta crecimiento moderado a rápido, en Brasil se registran datos de productividad volumétrica máxima de 25,55 m³/ha año (CARVALHO, 1994).

Fig. 5: Plantines en tubetes de 140 cm³ a los 3 meses.



Fig. 1: Frutos de Curupay



Fig. 2: Semillas de Curupay



Fig. 3 y 4: plántulas a los 7-10 días y detalle de cotilédones



Fig. 6: Plantación de Curupay a los 6 años.



BIBLIOGRAFIA

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

FICHA TÉCNICA

FRUTOS Y SEMILLAS DE INTERES FORESTAL

Ateleia glazioveana Baill

FAMILIA

Fabaceae/ Papilionoideae

NOMBRES VERNÁCULOS

Argentina: timbó blanco, t. raposa, t. del campo.

Brasil: timbózinho, timbé.

CARÁCTER DE RELEVANCIA

Las semillas se extraen manualmente del fruto. Para quebrar la dormancia se recomienda la inmersión en agua fría por 24 a 48 hs. Tienen un porcentaje de germinación del 90 % y una viabilidad integral en 2 años de almacenamiento (Carvalho, 1994). La emergencia de las semillas se produce en 10-20 días, y la tasa de germinación es generalmente alta. El desarrollo de las plántulas es rápido, estando listas para su plantación al lugar definitivo en menos de 5 meses. El desarrollo de las plantas en el campo es rápido, fácilmente sobrepasando los 4 metros en 2 años. Se reproduce también, a través de brotaciones de raíces (Lorenzi, 1998).

HÁBITAT Y SISTEMA REPRODUCTIVO

Especie heliófita. Forma poblaciones denominadas en Brasil "Timbozais". Especie alógama. Los frutos son dispersados por el viento. Presenta una buena brotación después del corte (Carvalho, 1994).

USOS

Madera poco apreciada, uso local en construcciones civiles, obras internas, cajonería, carpintería, confección de objetos livianos, revestimientos, tablas y durmientes de poca duración. Presenta bajo poder calorífico, siendo

recomendada para generación de gas pobre. Se encuentra asociado a micorrizas del género *Rhizobium*, por lo que se recomienda en conservación, recuperación de suelos y ecosistemas degradados, pudiendo constituir una alternativa para el control de desmoronamientos de terrenos debido a su vigoroso sistema radicular (Carvalho, 1994). Según varios testimonios, esta planta es insecticida y tóxica para el ganado (Burkart, 1952).

FRUTOS

Sámaras de 2,2-3,3 x 1,1-1,5 x 0,2-0,4 cm. Semicirculares, ápice redondeado, base decurrente y estipitada, 0,5-0,8 cm y contraídas alrededor de la semilla (Fig. A). Aplanados. Puede llegar a persistir el cáliz en algunos frutos. Monospermos (Fig. B). Monocárpicos. Deriva de un ovario súpero. Pericarpio muy delgado, amarillo, en otros casos ocre, reticulado, opaco y cartáceo. Placentación marginal. Indehiscente. Ala placentaria lateral, angosta y cartácea de 1.1-2.5 x 0.1-0.2 cm. (Fig. A y B).

SEMILLAS

Semillas medianas de 6-9 x 4-6 x 1-2 mm. Arriñonadas (Fig. C). Comprimidas lateralmente y muchas veces rollizas en la zona hilar (Fig. D). Cubierta seminal negra, resultando a veces ligeramente rojo café, lisa, opaca y ligeramente coriácea, a veces ósea. Se aprecia fácilmente dos capas

Dora Miranda

Prof. Titular Morfología Vegetal. Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. Calle Bertoni N°124 (C.P. 3380), Eldorado Misiones.

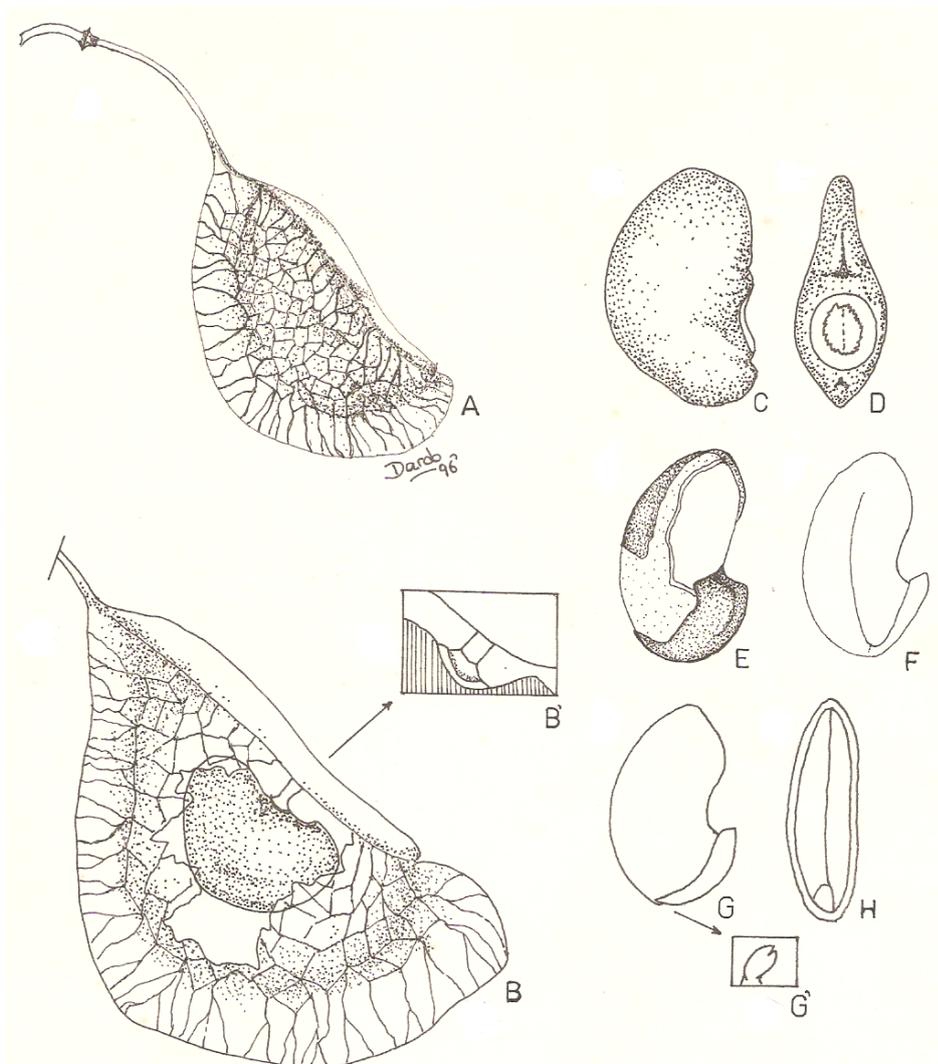
Dardo Paredes

Ex Becario Proyecto: "Frutos y semillas de especies forestales nativas" FCF

de la cubierta seminal; la externa negruzca y la interna de color ocre (Fig. E). Funiculo grueso con vestigio de arilo (Fig. B). Hilo discernible a simple vista, lateral, expuesto, circular y castaño blanquecino (Fig. D). Micrópilo ligeramente discernible, subbasal, puntiforme y se halla hundido (Fig. D). Corona hilar circular, discernible fácilmente. Lente ligeramente discernible, lateral y lineal triangular (Fig. D). No en-

dospermadas. Embrión doblado, amarillo, bilateralmente asimétrico y coriáceo (Fig. F). Cotiledones planos convexos, arriñonados, iguales, lisos, márgenes enteros, ápice redondeado y acumbentes (Fig. F). Eje embrional curvo (Fig. G). Plúmula bien desarrollada (Fig. G'). Hipocótilo-radícula lineal (Fig. G).

Número de semillas por Kg: 20926-24000 (Carvalho, 1994).



Ateleia glazioveana Baill. **A.** Vista general del fruto con una angosta ala placentaria, superficie reticulada y largamente estipitada (x2). **B.** Vista interna del fruto, luego de removerse parte del pericarpo, exhibiendo la disposición de la semilla (x3) **B'**. Vista del funículo con un breve reborde hilar y vestigio de arilo (x 12). **C.** Vista externa de la semilla arriñonada (x 6). **D.** Vista hilar de la semilla donde se puede apreciar la lente, la corona hilar, y el diminuto micrópilo (x 6). **E.** Vista de la semilla con las cubiertas seminales parcialmente removidas (x 6). **F.** Vista externa del embrión doblado (x 6). **G.** Vista interna del embrión donde se puede apreciar un cotiledón, el eje embrional curvo, la plúmula rudimentaria y el hipocótilo-radícula lineal. **G'**. Detalle de la plúmula resultante de 24 horas de inmersión en aguas de las semillas (x 20). **H.** Sección transmediana de la semilla exhibiendo una gruesa cubierta seminal y los cotiledones planos convexos (x 6).

BIBLIOGRAFIA

BURKART, A. 1952. Las leguminosas argentinas silvestres y cultivadas. Editorial ACME. Buenos Aires.

CARVALHO, P. 1994. Especies florestais brasileiras EMBRAPA. Brasília

LORENZI, H. 2008. Árbores brasileiras. Manual de identificacao e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Instituto Plantarum. Vol. 01. 5ª Ed. San Pablo.

MACIEL BARROSO, G. Pires Morim, M. Peixoto, A. Falcao Ichaso, C. 2004. Frutos e sementes. Morfologia aplicada a Sistematica de Dicotiledóneas. Universidade Federal de Vicosa.MG. Brasil.

FICHA TÉCNICA

ÁRBOLES DE MISIONES

Helietta apiculata Benth

NOMBRES VULGARES

“Yvyra oví”, “canela de venado”, “canela do viado”.

SYN

Esenbeckia cuspidata Engl.,
Helietta cuspidata (Engl.) Chodat,
Helietta longifoliata Britton

GENERALIDADES

Árbol propio de América del Sur, se distribuye naturalmente en los siguientes países: Sur del Brasil, Paraguay, y norte de Argentina. En este último ingresa a nuestro país a través de la Selva Paranaense (Misiones y Corrientes), ZULOAGA *et al.*, (2011).

En Misiones su frecuencia es variable, en el Distrito de las Selva Mixtas su frecuencia es de 1,11 a 3,33 árboles/hectárea, con diámetros medios comprendidos entre 25,9 y 29,78 cm y máximos entre 46 y 60 cm; las alturas de fuste máximos registrados se encuentran en el rango de 8-10 m, (GARTLAND & PARUSSINI, 1991). En el Distrito de los Campos se observan islotes de comunidades casi puras, fundamentalmente en zonas pedregosas, FONTANA (1996).

Especie de segunda a tercera magnitud, perennifolia, heliófita y selectiva higrófila, pionera, prefiere los suelos bajos, húmedos, pedregosos y abiertos, RAMALHO CARVALHO, (2008).

El “ibirá obi” florece a partir del mes de noviembre a diciembre y la maduración de los frutos desde marzo a mayo. Número de semillas por fruto y por kilo: 5 y 63.000 unidades respectivamente, LORENZI (1998).

ESTADIO DE PLÁNTULA

(Fuente: GARTLAND, *et al.*, 1991)

Germinación epigea.

Hipocótilo recto, de 20-40 mm de longitud, de sección circular, puberulo, de color verde claro.

El **sistema radicular** cuenta con un eje principal sobre la cual se desarrollan las ramificaciones secundarias y terciarias

Cotiledones opuestos y peciolados, pecíolo de 1-2 mm de longitud, canaliculado. **Lámina** oblonga a oval-oblonga (Fig. 1), de 11-15 mm de longitud por 4-5 mm de latitud, ápice y base redondeados, borde entero, superficie lisa y glabra, mesófilo con puntos traslúcidos, consistencia carnosa, se observa una sola nervadura central; haz de coloración verde oscuro y verde claro el envés.

Epicótilo de 3-7 mm de longitud, con las mismas características que el hipocótilo.

Primer par de hojas opuestas; compuestas, trifolioladas, tamaño de la lámina compuesta de

Alicia Violeta Bohren

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

Luis Alberto Grance

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

Héctor Alejandro Keller

Dr. Ing. Forestal. Profesor Adjunto, FCF, UNaM.
hakeller2000@yahoo.com

María Angélica Aguilera

Alumna adscripta Ingeniería Forestal, FCF, UNaM.

Guillermo Federico

Küppers

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

10-15 mm de longitud por 15-24 mm de latitud; pecioladas, pecíolo de 6-9 mm de longitud. **Folículos** en número de tres, el terminal ligeramente de mayor tamaño; elíptico-lanceolados, de 11-16 mm de longitud por 4-6 mm de latitud, los laterales de 9-13 mm de longitud por 3-5 mm de latitud, sésiles; base cuneada en el terminal y aguda en los folíolos laterales; ápice agudo a redondeado; borde entero en el tercio basal y aserrado en las dos terceras partes siguientes; subcoriáceos; retinervados; con puntos traslúcidos; verde oscuro en la cara superior y verde claro en la inferior.

Segundo par de hojas opuestas, decusadas, con las mismas características a las descritas anteriormente pero de mayores dimensiones.



Figura 1: "Yvyra ovi". Estadio de Plántula

ESTADIO JUVENIL

Inicialmente de **ramificación** monopódica, con ramas laterales a partir de los 60 cm de altura.

Tallo, ramillas y rámulo delgados, **corteza** finamente estriada, de coloración pardo-oscuro; lenticelados, lenticelas pequeñas amarillentas puntiformes de distribución difusa y baja densidad.

Rámulos por lo regular en disposición opuesta, de nodos medianamente demarcados y

entrenados por lo regular cortos, de 10 a 40 mm de longitud. **Cicatricesfoliares** semilunares a cordiformes o semicirculares, con la yema axilar en posición superior y central. **Yemasaxilares** pequeñas, globosas, la terminal en disposición pseudoterminal, algo más alargada que las axilares. Médula circular, blanquecina, de posición central, esponjosa y continua.

Hojas opuestas y decusadas; trifolioladas de 40-90 mm de longitud total y de 35-75 mm de latitud; pecioladas, pecíolo de 10 a 35 mm de longitud de sección circular, ligeramente pubescente. **Folíolos** elíptico-lanceolados, a veces ligeramente falcados, de 30-70 mm de longitud por 8-18 mm de latitud, el folíolo terminal de mayor tamaño, sésiles, ápice apiculado, base aguda, borde entero, superficie lisa y glabra, con puntos traslúcidos brillantes en el mesófilo, la cara adaxial de color verde oscuro brillante y más clara la abaxial; venación camptódromo-broquidódromo, subcoriáceos.

ESTADIO ADULTO

Integra el estrato bajo a medio de la selva, **porte** pequeño a medio, con una altura total entre los 10 a 20 m y diámetros medios entre 30 y 50 cm. Posee **hábito** de copa alta (Fig. 2), con abundante ramificación. La **copa** adquiere forma orbicular a irregular, de tipo simple o compacta, con follaje persistente, paucifoliadas, follaje de color verde claro brillante. El **fuste** es recto y cilíndrico, de sección circular y base ligeramente reforzada, puede presentar longitudes de 5 a 10 m.

El ritidoma es persistente, escamoso (Fig. 3), con pequeñas escamas rectangulares, de coloración pardo-grisácea, **estructura** compleja laminar-flamiforme (Fig. 4) y **textura** fibrosa, blanquecina. Espesor total de 5 a 10 mm, corteza interna de 4 a 8 mm (blanco-amarillenta) y ritidoma de 1-2 mm, compuesto por 1 a 3 capas peridérmicas.

Hojas compuestas, trifolioladas, opuestas y decusadas; pecioladas, pecíolo muy delgado y de 2 a 4 cm de longitud. Los folíolos presentan lámina elíptica ú oblanceoladas, sésiles, de 3 a 7 cm de longitud y de 1 a 2 cm de ancho; mesófilos foliolares con abundantes puntos glandulares traslúcidos que al estrujarlas presentan un olor característico; ápice apiculado constituyendo un domacio, base aguda, borde entero; superficie lisa y glabra; venación pinada; subcoriáceos.

El **fruto** está compuesto de hasta 5 sámaras ama-

rillentas, de 2 cm de largo que se separan desde la base, cada una con una semilla ovoide de 5 mm de diámetro, (COWAN & SMITH, 1973; LOPEZ et al, 1987; ORTEGA *et al.*, 1989).



Figura 2: “Yvyra ovi” vista general del árbol.



Figura 3: “Yvyra ovi”, diseño del ritidoma escamoso.



Figura 4: “Yvyra ovi”, sección transversal de la corteza con estructura laminar-flamiforme.

CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA

El leño presenta albura y un duramen diferenciados de coloración blanquecina, textura fina y homogénea, grano derecho o entrecruzado, diseño vetado o espigado, aromática. Madera semi-pesada, resistente, semi-dura, P. E. 0,870, (TINTO, 1977 y 1978).

Anillos de crecimiento poco demarcados. Porosidad difusa; poros solitarios en su mayoría y múltiples radiales cortos de 2 y 3. Parénquima leñoso paratraqueal vasicéntrico y apotraqueal marginal. Radios leñosos angostos, visibles con lupa de mano. (TORTORELLI, 1956).

USOS

Se utiliza para carpintería en general, artículos de utilidad rural, revestimientos, cabos de herramientas, leña y carbón. En la medicina tradicional, la corteza es conocida como afrodisíaca. Reúne buenas aptitudes como árbol ornamental. Melífera.

PROPIEDADES DE LA MADERA

(Fuente: BOHREN, 2005).

Propiedades físicas

Densidad (Kg/dm³):

Anhidra: 0,870

Estacionada (C. H.: 12 %): 0,900

Saturada: 1,09

Básica: 0,750

Contracción total (%):

Radial: 6,68

Tangencial: 9,5

Coefficiente de Retractabilidad

Radial (R): 0,21

Tangencial (T): 0,32

Relación (T/R): 1,4

Propiedades mecánicas:

(Madera con 12% de humedad)

Flexión estática (Kg/cm²)

Módulo de rotura: 1.105,7

Módulo de elasticidad: 155.533

Compresión axial (Kg/cm²):

Módulo de rotura: 510

Módulo de elasticidad: 58.978

Dureza (Kg/cm²)

Transversal: 815

Radial: 738

Tangencial: 775

Corte o cizallamiento paralelo a las fibras (Kg/cm²)**Radial:** 116**Tangencial:** 150**Tracción perpendicular a las fibras (Kg/cm²)****Radial:** 74**Tangencial:** 53**Clivaje o Rajadura (kg/cm)****Radial:** 127**Tangencial:** 77**Otras propiedades**

(TINTO, 1978)

Porosidad: 42,4%**Compacidad:** 57,5 %**Contenido de humedad verde:** 65%**Receptividad a la impregnación:**

Poco penetrable

Comportamiento en procesos varios:**Secado:** Regular**Maquinado:** Regular**Pintado:** Regular**Clavado:** Bueno**Combustión:** media.

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.

LOPEZ, J. A.; E. L. LITTLE; G. F. RITZ; J. S. ROMBOLD y J. H. HAHN. 1987. Árboles comunes del Paraguay. Ñande Yvyra Mata Kuera. Cuerpo de Paz, U.S. Government Printing Office, Washington, DC, USA. Imprenta Mitami, Asunción, Paraguay. 425 pp.

LORENZI, H. 1988. Árvores Brasileiras. Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arvóreas Nativas do Brasil. Vol 1, 2da edición. Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda. San Paulo, Brasil. 352 p.

ORTEGA TORRES, E.; L. STUTZ DE ORTEZA y R. SPICHTIGER. 1989. Noventa especies forestales del Paraguay. Flora del Paraguay. Conservatoire el Jardín Botaniques de la Ville de Geneve. Missouri Botanical Garden. Ginebra. 218 p.

RAMALHO CARVALHO, P. E. 2008. Espécies Arbóreas Brasileiras. Vol 3. Embrapa Florestas. Brasil. 593 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.; O. MORRONE y M. J. BELGRANO. 2011. Catálogo de las plantas Vasculares del Cono Sur. Capturado Diciembre 2014. <http://www.darwin.edu.ar/Proyectos/Flora-Argentina/DetalleEspecie.asp?forma=&variedad=&subespecie=&especie=apiculata&genero=Helietta&espcod=6073>

BIBLIOGRAFIA

BOHREN, A. 2005. Evaluación del potencial para la producción de chapas decorativas de 13 especies arbóreas de la Selva Misionera. Facultad de Ciencias Forestales y Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, UNAM. Tesis de Magister. 181p.

COWAN, R. S. & L. B. SMITH. 1973. Rutáceas. Flora Ilustrada Catarinense. Herbario Rodrigo Barbosa, Ed. R. Reitz. Itajai. SC. Brasil. 89 p.

FONTANA, J. L. 1996. Los pajonales mesófilos semi-naturales de Misiones. Phytocoenologia 26 (2):179-271.

GARTLAND, H. M. y M. PARUSSINI. 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 G. OTTENWELLER. 1991. Descripción

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 técnica científica. Los artículos serán: **Trabajos de investigación** comprenden resultados de estudios experimentales o descriptivos llevados a cabo hasta un punto que permita la deducción de conclusiones válidas; **Comunicaciones**: trabajos que contengan resultados de investigaciones en curso, o que desarrollen una nueva técnica o metodología; **Revisiones**: trabajos que resuman el estado actual del conocimiento sobre un tema. La aceptación de todos los trabajos recibidos para publicación estará basada en la revisión del comité editorial y los árbitros que se consideren necesarios.

Los autores extranjeros, podrán publicar su trabajo en portugués o inglés, incorporando un resumen en español e inglés.

FORMATO

Los trabajos deberán ser presentados en hojas de formato A4, escritas a doble espacio e impresas en procesador de texto Microsoft Word para Windows, 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. 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.

ESTRUCTURA DEL ARTÍCULO

La estructura de los trabajos responderá al siguiente ordenamiento:

Carátula: TÍTULO, en castellano e inglés; **AUTORES**: Nombre y apellido completo, centrado y en 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:

- » **Título**: en castellano e inglés, debe ser conciso indicando con claridad su contenido, en letra mayúscula, negrita y centrado.
- » **Resumen**: Es una síntesis del texto de hasta 200 palabras presentando los aspectos más relevantes del trabajo: problema estudiado, importancia, objetivos, materiales y métodos, resultados y conclusiones. No citar literatura, citas, llamados a cuadros y figuras. Estará escrito en español (**Resumen**) y en inglés (**Summary**).
- » **Palabras Clave**: Son palabras que indican al lector los temas a los que hace referencia el artículo, Su número debe ser de cuatro a seis, y no deben estar contenidas en el título. Van después del resumen.
- » **Key Words**: Son las mismas palabras enlistadas en el apartado anterior, pero en inglés. Se sitúan inmediatamente después del Summary.
- » **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 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.*” (Lopez *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 (Reppet, 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 y Discusión**: 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. Se explicarán los resultados obtenidos y se confrontarán con los de otros trabajos así como con los conocimientos científicos existentes. 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 complejas que no superen un ancho de 7,5cm. Las tablas solo 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:** En esta parte se incluirán los agradecimientos a personas, instituciones, fondos y becas de investigación, etc.
- » **Bibliografía Citada:** 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. Estudio de goma obtenida de espina de corona (*Gleditsia amorphoides*). Buenos Aires. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Administración Nacional de Bosques. 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.
- » **Lugar de envío, requerimientos y forma de evaluación: Los manuscritos serán enviados a: Comité Editorial, Revista Forestal Yvyrareta, vía formulario online www.yvyrareta.com.ar (formulario) o en su defecto por e-mail: revistayvyrareta@gmail.com con una nota firmada de aceptación de las normas editoriales de la Revista Forestal Yvyrareta.**
- » Todas las contribuciones serán evaluadas por pares anónimos nombrados por el Comité Editorial, quienes determinarán la calidad científica del material, la originalidad, la validez, la importancia del trabajo y la adaptación a las normas de publicación de la Revista YVYRARETA. Dicho Comité comunicará su aceptación provisional o su no aceptación para publicación, así como las posibles modificaciones sugeridas en un plazo máximo de cuatro meses a partir de su recepción. La redacción se reserva el derecho de suprimir ilustraciones y alterar el texto sin que ello modifique el contenido.
- » **El autor de correspondencia con el Comité Editor, al enviar el artículo para su evaluación, y en nombre de todos los autores (si fueran varios autores), acepta que:**
 1. **Los datos contenidos son exactos y las afirmaciones realizadas son fruto de la cuidadosa tarea de investigación de los autores;**
 2. **Todos los autores han participado en el trabajo en forma sustancial y asumen la responsabilidad por el mismo;**
 3. **El trabajo que se envía no ha sido publicado totalmente ni en parte ni tampoco ha sido enviado a otras revistas para su publicación. Se exceptúan de esta norma los trabajos originados en tesis de posgrado.**
 4. **Los conceptos de los trabajos son de total responsabilidad de los autores. Ni la Facultad de Ciencias Forestales-UNaM, ni la Revista Forestal YVYRARETA se responsabilizan por tales conceptos emitidos.** Una vez aceptados para publicación, los artículos admitidos son de propiedad de la Revista y su reproducción deberá ser convenientemente autorizada por escrito por el editor.
 5. **La aceptación del artículo, comunicación y/o ficha para su evaluación no implica que el mismo será publicado.** Deberá ser aprobado por los pares evaluadores para ser aceptado para su publicación.



Universidad Nacional de Misiones



Facultad de
Ciencias Forestales

SECRETARÍA DE CIENCIA,
TÉCNICA Y POSTGRADO