

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



# Yvyraretá

*Revista Forestal País de Arboles*



**27**

DICIEMBRE 2019  
[www.yvyrareta.com.ar](http://www.yvyrareta.com.ar)

# Yvyraretá

Revista Forestal País de Arboles

## Autoridades

### Rectora

M.Sc. Ing. Alicia Violeta BOHREN

### Vice-Rector

Ing. Fernando Luis KRAMER

### Sec. Gral. de Ciencia y Tecnología:

Dr. Pedro Dario ZAPATA

### Decano

Ing. Héctor Fabián ROMERO

### Vice-Decano

Dr. Ing. Diego Ricardo BROZ

### Sec. Académica

Lic. María Cristina BISCHOFF

### Sec. Académica Adjunta

M.Sc. Norma VERA

### Sec. de Postgrado

Ing. Guillermo WOITSCHACH

### Sec. Extensión

Ing. Juan Mauricio QUEZADA ALVAREZ

### Sec. Extensión Adjunta

Ing. Rosana Manuela MENDEZ

### Sec. Administrativo

Sr. Carlos PEREYRA

### Sec. Bienestar Estudiantil

Sr. Paulo Sebastian BECK

### Sec. Bienestar Estudiantil Adjunto

Sr. Javier Ezequiel LOPEZ

### Sec. de Ciencia y Técnica

Prof. Paola Fernanda DUARTE

### Sec. Técnica de Sec. Ciencia y Técnica

Ing. Susana Mariela TERESCUCH



UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES



FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

SECRETARIA DE CIENCIA Y TÉCNICA

## EDITORIAL

En los últimos años, se han generado numerosos aportes científicos acerca del uso de nuevas especies para como alternativa para la foresto-industria en la región. Un caso particular fue el de las bambúceas cuyo cultivo, industrialización y comercialización se ha extendido de manera creciente a lo largo del país.

En la región y en el mundo, es ampliamente reconocida la importancia económica que representan los bambúes leñosos. El conocimiento de sus propiedades ha permitido numerosas aplicaciones como la construcción de grandes estructuras edilicias, la elaboración de elementos ornamentales e incluso en la alimentación del ser humano y del ganado.

En la provincia de Misiones, se han registrado numerosas especies nativas y exóticas de bambúes leñosos, lo cual abre una incipiente oportunidad para el sector forestal y constituye una alternativa sustentable para el cultivo y la producción con potencialidad económica.

Entendiendo estos nuevos horizontes, y la generación de nuevos conocimientos, es preocupación del comité editorial de la Revista Forestal YVYRARETA, captar nuevas tendencias e información que se genera a partir de ella, a fin de comunicarlas y favorecer al sector foresto-industrial de la región. De esta manera, se busca promover el uso de nuevas prácticas que faciliten la utilización de nuevas tecnologías disponibles tanto para especies exóticas como para aquellas de desarrollo natural en los bosques nativos, desde una mirada del uso sustentable de los recursos.

En esta edición, nuestra revista da cuenta, entre otros, de aportes significativos desarrollados por equipos de investigación, locales y externos, orientados a la caracterización de las propiedades físico-mecánicas de bambúes. Además, el lector se encontrará con estudios realizados sobre la evaluación del crecimiento de plantaciones de bosques implantados, trabajos orientados a la conservación y manejo sostenible de los bosques y estudios de servicios obtenidos a partir del bosque y la rentabilidad en torno a ellos.

Ing. Forestal Héctor Fabián Romero

**DECANO**

Facultad de Ciencias Forestales  
Universidad Nacional de Misiones

**Editada por:**

**Secretaría de Ciencia y Técnica**

Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones.

Dis. Vanesa AYALA/ Ing. Susana Mariela TERESCUZCUCH/ Sra. Pierina KAHLSTORF

**Editor Responsable:**

Ing. Héctor Fabián ROMERO

**Editor Científico:**

Prof. Paola Fernanda DUARTE

**Editor Técnico:**

Ing. Susana Mariela TERESCUZCUCH

**Revisión de texto en inglés:**

Prof. Mónica FORTMANN

**EVALUADORES DE ESTE NÚMERO**

M.Sc. Lucila Amalia Díaz (FCF-UNaM)

Dra. Marta Coronel de Renolfi (FCF-UNSE)

Dra. Mariana Villagra (CONICET – UnaM)

Lic. Patricia Griselda Schmid (EEA INTA Montecarlo)

M.Sc. Obdulio Pereyra (FCF-UNaM)

M.Sc. Teresa Suirezs (FCF-UNaM)

Dr. Miguel Brasiolo (FCF-UNSE)

Ing. María Gracia Senilliani (FCF-UNSE)

M.Sc. Gabriel Keil (FCAyF- UNLP)

M.Sc. Elizabeth Weber (FCF-UNaM)

M.Sc. Elisa Alicia Bobadilla (FCF-UNaM)

Lic. Dora Miranda (FCF-UNaM)

Dra. Nardia María Lujan Bulfe (EEA INTA Montecarlo)

M.Sc. Ramón Alejandro Friedl (FCF-UNaM)

Ing. Ruben Costas (FCF-UNaM)

M.Sc. Diego Chifarelli (FCF-UNaM)

Tapa y Contratapa: Mata de *Guadua*, ubicada en el km 1 de Eldorado, Misiones Argentina.

Foto: Sr. Ignacio Gutierrez

Diseño: Dis. Vanesa AYALA / Ing. Susana Mariela TERESCUZCUCH

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

La periodicidad de la misma es anual.

Se imprimen 20 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. Interno 112-130

Email: revistayvyrareta@gmail.com Web: www.yvyrareta.com.ar

## ÍNDICE

### ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

TOLERANCIA AL ESTRÉS DE PLANTINES DE YERBA MATE INOCULADOS CON BACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL NATIVAS DE MISIONES.....	6
STRESS TOLERANCE OF YERBA MATE SEEDLINGS INOCULATED WITH PLANT GROWTH PROMOTING BACTERIAS NATIVE OF MISIONES.	
Fermin Gortari, Nardia M. Bulfe, Margarita Laczeksi, Andrea Onetto, Julieta Cortese, Lorena Castrillo, Gustavo Bich, Pedro D. Zapata, Laura L. Villalba, Fernando Niella	
LIGUSTRO ( <i>Ligustrum lucidum</i> W. T. Aiton), CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS, DURABILIDAD Y POSIBLES USOS Y APLICACIONES DE SU MADERA.....	11
LIGUSTRO ( <i>Ligustrum lucidum</i> W. T. Aiton), TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS, DURABILITY AND POSSIBLE USES AND APPLICATIONS OF ITS WOOD	
Felipe Benetti, Mónica Murace, Mercedes Refort, Gabriel Keil	
PROPIEDADES TECNOLOGICAS DE <i>Guadua trinii</i> (Nees) Nees ex Rupr. POACEAE DE LA PROVINCIA DE MISIONES.....	19
TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF <i>Guadua trinii</i> (Nees) Nees ex Rupr. POACEAE FROM THE PROVINCE OF MISIONES	
Christian Bulman Hartkopf, Julio Cesar Bernio, Daniel Videla, Ramón Alejandro Friedl, Teresa María Suirezs, Ignacio Martín Gutiérrez, Adelaida Bragañolo, Héctor Keller	
ANÁLISIS DE LAS EFICIENCIAS TÉCNICAS Y DE ESCALA EN SISTEMAS SILVO PASTORILES DE MISIONES.....	23
TECHNICAL EFFICIENCIES AND SCALE ANALYSIS OF SILVOPASTURE SYSTEMS IN MISIONES	
José María De Luca, Anabella De Luca	
ESTUDIO MORFO-FISIOLÓGICO DE SEMILLAS Y PLÁNTULAS EN <i>Hyptis australis</i> EPL. (LAMIACEAE).....	30
MORPHO-PHYSIOLOGICAL STUDY OF SEEDS AND SEEDLINGS IN <i>Hyptis australis</i> EPL. (LAMIACEAE)	
Duarte Evelyn Raquel, Schamne Daniel Ricardo, Héctor Alejandro Keller	
EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO Y VARIABLES DE COPA EN DISTINTAS PROCEDENCIAS DE <i>Pinus taeda</i> y <i>Pinus elliottii x P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> EN EL NORDESTE DE CORRIENTES, ARGENTINA.....	37
EVALUATION OF GROWTH AND CROWN VARIABLES IN DIFFERENT ORIGINS OF <i>Pinus taeda</i> and <i>Pinus elliottii x P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> IN THE NORTHEAST OF CORRIENTES, ARGENTINA	
Vanesa Ortega, Raúl Schenone, Raúl Pezzutti	
LA INDUSTRIA MADERERA DE SANTIAGO DEL ESTERO. UNA MIRADA AL INTERIOR DE LAS EMPRESAS.....	43
WOOD INDUSTRY IN SANTIAGO DEL ESTERO. A LOOK TO THE INNER CORE OF COMPANIES	
Rolando Schimpf, Miriam Ludueña, Rocío Sánchez Ugalde, Marta Coronel de Renolfi, Rita Ragazzi, Lucrecia Ibarra	
CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBU <i>Guadua chacoensis</i> (Rojas) Londoño & P. M. Peterson NATIVO DE ELDORADO, PROVINCIA DE MISIONES.....	52
CHARACTERIZATION OF THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF <i>Guadua chacoensis</i> (Rojas) Londoño & P. M. Peterson ELDORADO NATIVE BAMBOO, PROVINCE OF MISIONES	
Teresa María Suirezs, Ramón Alejandro Friedl, Ignacio Gutiérrez, Christian Bulman Hartkopf, Adelaida Bragañolo, Da-	

ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE CARBÓN VEGETAL DE LA CUENCA DE GOBERNADOR ROCA EN LA PROVINCIA DE MISIONES.....57  
SOCIOECONOMIC ANALYSIS OF THE CHARCOAL PRODUCTION OF THE GOBERNADOR ROCA BASIN IN THE PROVINCE OF MISIONES

Alejandro Roberto Vargas, Juan Ángel Gauto, Oscar Arturo Gauto, Rechberger Fabián, Adelaida Bragañolo, Francisco simón Bordin

CARACTERIZACIÓN DE UN BOSQUE SECUNDARIO Y RESULTADOS INICIALES DE LA APLICACIÓN DE DOS TRATAMIENTOS SILVICULTURALES, EN LA RESERVA DE GUARANÍ.....64  
CHARACTERIZATION OF A SECONDARY FOREST AND INITIAL RESULTS OF THE APPLICATION OF TWO SILVICULTURAL TREATMENTS IN GUARANI RESERVATION

Lidia López Cristóbal, Norma Vera, Romario Andrés Dohmann

FICHA TECNICA

MORFOLOGÍA POLÍNICA DE PLANTAS LEÑOSAS DE MSIONES, ARGENTINA *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan.....76  
Dora Miranda, Yanet Aquino

**Fermin Gortari**

Laboratorio de propagación vegetativa, Facultad de Ciencias Forestales, UNaM.

Laboratorio de Biotecnología Molecular, Instituto de Biotecnología Misiones "Dra. María EbeReca", Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Químicas, UNaM.

CONICET.

fermingortari@facfor.unam.edu.ar

**Nardia M. Bulfe**

Estación Experimental Agropecuaria Montecarlo, INTA

**Margarita Laczeski**

Laboratorio de Biotecnología Molecular, Instituto de Biotecnología Misiones "Dra. María EbeReca", Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Químicas, UNaM.

CONICET

**Andrea Onetto**

Julieta Cortese

Lorena Castrillo

Gustavo Bich

Pedro D. Zapata

Laboratorio de Biotecnología Molecular, Instituto de Biotecnología Misiones "Dra. María EbeReca", Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Químicas, UNaM.

CONICET.

**Laura L. Villalba**

Laboratorio de Biotecnología Molecular, Instituto de Biotecnología Misiones "Dra. María EbeReca", Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Químicas, UNaM.

**Fernando Niella**

Laboratorio de propagación vegetativa, Facultad de Ciencias Forestales, UNaM.



# TOLERANCIA AL ESTRÉS DE PLANTINES DE YERBA MATE INOCULADOS CON BACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL NATIVAS DE MISIONES.

## STRESS TOLERANCE OF YERBA MATE SEEDLINGS INOCULATED WITH PLANT GROWTH PROMOTING BACTERIAS NATIVE OF MISIONES.

Fecha de Recepción: 07/03/2019 // Fecha de Aceptación: 05/06/2019

### RESUMEN

La yerba mate es una planta que crece bajo dosel en condiciones naturales, donde la disponibilidad de luz y el estado hídrico están regulados por el canopeo. Sin embargo, en condiciones de monocultivo podría encontrarse ante situaciones de estrés. En la raíz de esta planta se han encontrado gran cantidad de bacterias promotoras de crecimiento (PGPR) que podrían también atenuar dicha situación de estrés. Se realizó un ensayo donde se evaluó la capacidad de bacterias PGPR nativas de Misiones que podrían mitigar el estrés ambiental (100% de radiación solar y disponibilidad de agua según precipitaciones). Para ello, se evaluó el crecimiento en altura y la conductancia estomática ( $gs$ ) de plantas de yerba inoculadas y no inoculadas (control) con bacterias PGPR, creciendo en condiciones controladas como así también bajo estrés. El estrés ambiental repercutió negativamente en el crecimiento en altura de las plantas de yerba mate. La altura de las plantas control bajo estrés fue significativamente menor al de las plantas control sin estrés, mientras que las plantas inoculadas presentaron alturas similares estuvieran o no estresadas. Además, en condiciones de estrés, las plantas inoculadas presentaron un valor de  $gs$  mayor a las plantas control. Por lo tanto, la inoculación con bacterias PGPR nativas podría mitigar los efectos negativos del estrés ambiental. **Palabras clave:** *Ilex paraguariensis*, PGPR, estrés hídrico, *Bacillus* sp., *Kosakonia* sp.

### SUMMARY

The yerba mate plant grows under canopy in natural conditions where light and water status are regulated. However, in monoculture conditions the plant may undergo stress situations. A great quantity of growth promoting bacteria (PGPR) have been found in the roots of this plant, which could mitigate stress too. An experiment was done where PGPR capacity to mitigate environmental stress was evaluated (100% of solar radiation and water availability according to rainfall). For this purpose, height and stomatal conductance ( $gs$ ) were evaluated in yerba mate plants, inoculated and not inoculated (control), with PGPR bacteria, growing under controlled or stressed conditions. Environmental stress impacted negatively in height growth of yerba mate plants. The height of control plants under stress was significantly lower than control plants under unstressed conditions, while the height for inoculated stressed plants (regardless of strain) did not differ from that of non-stressed ones. Inoculated plants presented a higher  $gs$  than control plants under stress conditions. Therefore, the inoculation with native PGPR bacteria allowed to mitigate the negative effects of stress.

**Key words:** *Ilex paraguariensis*, PGPR, water stress, *Bacillus* sp., *Kosakonia* sp

## INTRODUCCIÓN

**L**a yerba mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire) es una especie arbórea cuya distribución natural ocurre en Argentina, Paraguay y Brasil, siendo estos países los principales productores de dicho cultivo (PARRA 2010). Es una planta que crece bajo dosel en condiciones naturales (EIBL *et al.*, 2000), donde la disponibilidad de luz y el estado hídrico están regulados por la presencia del canopeo. En el sistema de producción actual, monocultivo de yerba mate, las plantas están expuestas a condiciones estresantes dadas por la radiación directa del sol y mayores demandas evapotranspirativas ya que no cuentan con esa regulación que ejerce en condiciones naturales el dosel superior, como se ha demostrado para *Acacia gerrardii* y la vegetación asociada que crece debajo (AL-NAMAZI *et al.*, 2017). El crecimiento de plantines de yerba mate es mayor cuando estos presentan una condición de radiación del 50% en relación a plantines que crecen bajo radiación directa del sol; y este crecimiento puede aumentar incluso, si se evita el estrés por falta de agua (SANSBERRO *et al.*, 2004).

En la rizósfera y raíces de la yerba mate se ha encontrado una amplia diversidad de bacterias con capacidad de promover el crecimiento vegetal (PGPR) (BERGOTTINI *et al.*, 2015, 2017). Estas bacterias tienen la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, quitar hierro (PII *et al.*, 2015) y/o liberar ácidos orgánicos que solubilizan el fósforo (ALTO-MARE *et al.*, 1999, SABIR *et al.*, 2011). Además, el hecho de que liberan auxinas y otras hormonas (RAMOS *et al.*, 2003) podría explicar el efecto positivo sobre el crecimiento al estimular la proliferación de raíces finas, y de esta manera aumentar el contacto raíz/suelo y consecuentemente la capacidad de absorber todos los nutrientes presentes en el suelo (NUÑEZ *et al.*, 2012). Si bien el aumento en la tasa de crecimiento podría disminuir la tolerancia al estrés, las PGPR mejoran dicha tolerancia, ya que aumentan la capacidad de absorber nutrientes, la síntesis de antioxidantes y sintetizan hormonas que pueden mejorar la tolerancia de las plantas a estreses abióticos (SHUKLA *et al.*, 2012, NADEEM *et al.*, 2014).

Existen antecedentes de selección de diversas cepas bacterianas endófitas de yerba mate con amplia capacidad PGPR. Al tratarse de bacterias que se encuentran naturalmente en las plantas de yerba mate de nuestra zona, se asegura que las cepas estén adaptadas a la especie y a las condiciones climáticas y edáficas locales, derivando en una interacción planta - bacteria endófita - suelo y ambiente más adecuada que la inoculación con bacterias PGPR disponibles comercialmente para otros cultivos.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de bacterias PGPR nativas de suelos misioneros, en plantines de yerba mate bajo condiciones de estrés ambiental.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización del presente estudio se utilizaron tres cepas bacterianas endófitas de yerba mate, aisladas previamente en plantaciones de la provincia de Misiones

(Argentina) de suelos rojos profundos. Suelos caracterizados por ser arcillosos, bien drenados, ácidos y de baja fertilidad natural (LIGIER *et al.*, 1990). Estas cepas se encuentran resguardadas en el cepario de interés biotecnológico del Instituto de Biotecnología Misiones de la Universidad Nacional de Misiones, codificadas como *Bacillus altitudinis* 19R, *B. altitudinis* T5S y *Kosakonia radicincitans* YD4. Las cepas del género *Bacillus* se caracterizan por ser endófitas y esporulantes; y la cepa YD4 se caracteriza por ser de la rizósfera y no producir esporas.

Como material vegetal se utilizaron plantines de 3 meses de edad de yerba mate provenientes de la Fundación Roth (Santo Pipó, Misiones), creciendo en tubetes con sustrato compuesto de corteza de pino en los invernáculos de la Facultad de Ciencias Forestales (Eldorado, Misiones). Los plantines fueron inoculados con las tres cepas de bacterias nativas de suelos misioneros, con capacidad comprobada de promover el crecimiento vegetal (BERGOTTINI *et al.*, 2015, LACZESKI *et al.*, 2019). Los tratamientos fueron los siguientes: Control (plantas sin inocular), YD4, T5S, 19R, 19R-T5S, 19R-YD4 y T5S-YD4. Se inocularon 40 plantines por tratamiento. Se realizaron tres inoculaciones por planta, a intervalos de 7 días (la primera inoculación se realizó a principios de noviembre de 2017). Cada inoculación consistió en la aplicación de 5 ml de una suspensión de  $1,5 \times 10^8$  UFC/ml (unidades formadoras de colonias por ml). La preparación de cada una de las cepas fue realizada mediante un inóculo primario (cultivo de 24 hs en medio Luria Bertani, LB, Britania Labs) y ajustándose la concentración mediante el método de turbidimetría midiendo la densidad óptica a 600 nm.

Una semana posterior a la última inoculación (diciembre de 2017), los plantines fueron trasplantados a macetas de 2 L, utilizando como sustrato tierra roja. Los plantines permanecieron en invernáculo, bajo condiciones controladas de luz (media sombra, 50% de la radiación solar directa) y humedad (riego por aspersión, sustrato a capacidad de campo). En la primera semana de febrero de 2018, la mitad de los plantines de cada tratamiento (20 plantines) se colocó fuera del invernáculo, recibiendo el 100% de la radiación directa del sol y la humedad relativa del sustrato varió en función de las precipitaciones. Esta condición se definió como plantas estresadas mientras que las plantas que permanecieron dentro del invernáculo se consideraron no estresadas. Por lo tanto, el ensayo consistió en dos factores: por un lado, el factor PGPR con 7 niveles (las diferentes cepas de PGPR y sus combinaciones) y por otro lado el factor Estrés (E), con dos niveles (plantas sin estrés y plantas con estrés). Transcurridos 2 meses (abril de 2018), se procedió a la medición de la altura de la planta como parámetro de su crecimiento. También se midió la conductancia estomática ( $gs$ ,  $mmol\ H2O\ m^{-2}\ s^{-1}$ ) diaria (11, 13 y 16 hs) con porómetro (Decagon SC1, Pullman, Washington, USA) en días soleados, solo en plantas bajo condiciones de estrés. Se realizó una medición por planta, en el lado inferior de la primera hoja completamente expandida. Durante el período que duro el estrés la temperatura media fue de  $25,5^{\circ}C$  ( $1^{\circ}C$  mas que el promedio histórico) y las precipitaciones sumaron 250 mm (aproximadamente 180 mm menos que

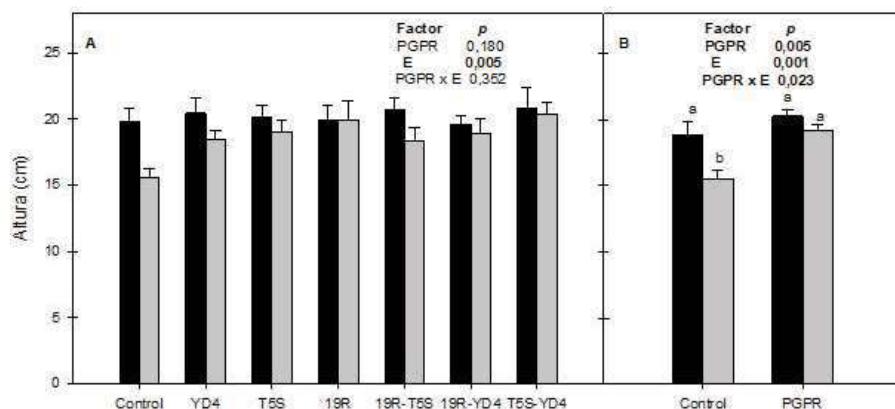
el promedio histórico), siendo además muy irregulares, con períodos entre lluvias de 5 a 7 días (Eibl *et al.*, 2018); por lo tanto, salvo los días en que llovió, el sustrato se encontró con valores de humedad menores al de capacidad de campo.

Los datos de altura se analizaron estadísticamente mediante modelos lineares generales y mixtos (MLG) debido a la heterogeneidad de las varianzas del factor PGPR. Para la variable altura se consideraron como factores: PGPR (C, YD4, T5S, 19R, 19R-T5S, 19R-YD4 y T5S-YD4) y E (plantas estresadas o plantas no estresadas), como también la interacción entre factores. Como enfoque complementario, se realizó un análisis con MLG donde se agruparon todos los tratamientos con PGPR para compararlos con el control no inoculado. En este análisis se modeló la varianza del factor PGPR. Para la variable gs solo se analizó el factor PGPR de las plantas estresadas mediante ANOVA. En el caso de diferencias significativas, las medias fueron comparadas por el test de Duncan ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS

La altura de las plantas varió en función del factor estrés, pero no en función del factor PGPR y no hubo interacción entre los factores, cuando se analizaron por separado las cepas. La altura promedio de las plantas no estresadas fue de  $20,2 \pm 10,4$  cm mientras que las plantas estresadas tuvieron una altura promedio de  $18,8 \pm 0,4$  cm (Figura 1A). Sin embargo, cuando se juntaron todas las cepas como un solo tratamiento (PGPR) existió interacción entre factores. La altura promedio de las plantas control estresadas fue menor a la de las plantas control no estresadas; mientras que no hubo diferencias significativas para el tratamiento PGPR estresado y no estresado, teniendo valores similares a las plantas control sin estresar (Figura 1B).

La conductancia estomática de las plantas estresadas fue significativamente diferente en la medición de las 13hs, mientras que en las mediciones de las 11 hs y 16 hs no hubo diferencias significativas. En la medición de las 13 hs, el valor más bajo de gs fue para el tratamiento control,  $241,4 \pm 38,6$   $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ; y el valor más alto para el tratamiento YD4,  $539,6 \pm 89,2$   $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , mientras que los demás tratamientos presentaron valores intermedios (Tabla 1).



**Figura 1. Altura (cm) de plantas de yerba mate para los diferentes tratamientos aplicados. Barras negras, plantas sin estrés; barras grises, plantas con estrés. Las barras corresponden a la media  $\pm 1$  error estándar. Se indican los valores de  $p$  del MLG para cada factor y la interacción. Diferencias significativas se resaltan en negrita ( $p < 0,05$ ). Diferentes letras indican diferencias entre tratamientos.**

**Figure 1. Height (cm) of yerba mate plants for the different treatments. Black bars, not stressed plants; grey bars, stressed plants. Bars contain means  $\pm 1$  standard error.  $p$ -value from MLG are indicated for each factor and the interaction. Significant differences are in bold letters ( $p < 0,05$ ). Different letters indicate differences between treatments.**

**Tabla 1.** Conductancia estomática (gs, mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) de hojas de yerba mate en condiciones de estrés en diferentes horas del día. Se indican los valores de *p* de los ANOVA. Diferencias estadísticamente significativas se resaltan en negrita (*p*<0,05). Las medias fueron analizadas por el test de Duncan (*p*<0,05). Diferentes letras indican diferencias entre tratamientos.

**Table 1.** Stomatal conductance (gs, mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) of yerba mate leaves under stress at different times at a day. *p*-values from ANOVA were indicated. Significant differences are in bold letters (*p* < 0,05). Means were evaluated by Duncan tests (*p*<0,05). Different letters indicate differences between treatments.

Tratamiento	gs 11h	gs 13h	gs 16h
<b>Control</b>	<b>341,4 ± 51,1</b>	<b>241,4 ± 38,6 a</b>	<b>212,3 ± 34,6</b>
<b>YD4</b>	<b>604,4 ± 71,4</b>	<b>539,6 ± 89,2 c</b>	<b>222,6 ± 41,1</b>
<b>T5S</b>	<b>510,2 ± 50,6</b>	<b>459,7 ± 89,3bc</b>	<b>207,3 ± 34,9</b>
<b>19R</b>	<b>437,3 ± 28,12</b>	<b>464,8 ± 15,7bc</b>	<b>228,8 ± 16,7</b>
<b>19R-T5S</b>	<b>440,5 ± 130,5</b>	<b>336,3 ± 51,9 ab</b>	<b>174,6 ± 15,9</b>
<b>19R-YD4</b>	<b>568,1 ± 58,5</b>	<b>456,6 ± 50,7bc</b>	<b>224,7 ± 15,7</b>
<b>T5S-YD4</b>	<b>462,3 ± 70,1</b>	<b>452,9 ± 46,6bc</b>	<b>209,2 ± 18,1</b>
<b>ANOVA</b>	<b><i>p</i>=0,180</b>	<b><i>p</i>=0,029</b>	<b><i>p</i>=0,880</b>

## DISCUSIÓN

La yerba mate es una planta adaptada al crecimiento bajo dosel, por lo que si las plantas están expuestas a altas tasas de radiación solar o altas demandas evapotranspirativas se podría considerar que se encuentran en situación de estrés. Estas condiciones son normales en el monocultivo de yerba mate en la Provincia de Misiones y se agudizan en la temporada estival. En nuestro ensayo, las plantas expuestas a condiciones de estrés crecieron menos en altura que las plantas no estresadas (Figura 1A y 1B). El exceso de luz, al no poder ser disipado, causa foto-inhibición del fotosistema II y la consiguiente pérdida de crecimiento y rendimiento (NISHIYAMA y MURATA 2014). Por otro lado, cuando las plantas se encuentran bajo situaciones de estrés por sequía, rápidamente se produce una disminución de la actividad fotosintética y la conductancia estomática, dando como resultado una menor biomasa total, disminución del área foliar, pérdida de hojas o incluso defoliación total (TSCHAPLINSKI *et al.*, 1998, MARRON *et al.*, 2003, YIN *et al.*, 2005, MONCLUS *et al.*, 2006). Estos dos factores de estrés están estrechamente relacionados, pudiéndose dar ambos en simultáneo e incluso, el estrés hídrico puede exacerbar el daño sobre el sistema fotosintético causado por el exceso de luz (TAMBUSSI *et al.*, 2002).

Las bacterias PGPR no solo estimulan el crecimiento sino que también pueden mejorar la tolerancia al estrés de las plantas (BERG 2009). Si analizamos comparativamente el comportamiento de la aplicación de bacterias PGPR observamos que las diferencias son mínimas y no significativas entre las plantas estresadas y no estresadas; mientras que para las plantas que no fueron inoculadas (control) existe una diferencia en altura entre las plantas que crecen sin estrés y con estrés, siendo significativamente menor el crecimiento de las plantas control estresadas (Figura 1B). Esta mínima o nula reducción del crecimiento en altura de las plantas inoculadas y estresadas en comparación a las

plantas inoculadas pero no estresadas puede tener su explicación en el comportamiento de gs. En los tratamientos de plantas inoculadas, independientemente de la cepa o combinación de cepas, gs se mantuvo en los mismos valores entre las 11h y las 13h, para decaer hacia la tarde mientras que en el tratamiento control se observa una disminución de gs desde la medición de la mañana. Esto hace que gs de las plantas inoculadas y estresadas sea mayor a la de las plantas control estresadas al mediodía (Tabla 1), existiendo una asociación positiva entre gs y tasa de fotosíntesis. En plantas de maíz y *Arabidopsis* inoculadas con PGPR se demostró que estas plantas mediante cambios en el sistema radicular, en la fisiología y en los niveles de fitohormonas toleraban mejor la sequía y mejoraban su crecimiento en relación a plantas sin inocular (HUANG *et al.*, 2017). También, de un meta análisis se concluye que si bien en buenas condiciones hídricas la aplicación de PGPR mejora el crecimiento de plantas al compararlas con plantas sin inocular, cuando la comparación se hace en plantas con estrés hídrico, el crecimiento atribuido a la aplicación de PGPR es aún mayor (RUBIN *et al.*, 2017).

## CONCLUSIÓN

Plantas de yerba mate que crecieron en condiciones de estrés (alta radiación solar directa y alta demanda evapotranspirativas) presentaron menor altura que plantas que crecieron sin estrés.

Plantas de yerba mate inoculadas con bacterias PGPR, independientemente de la cepa o combinación de cepas, no resienten su crecimiento en altura en condiciones estresantes. Mientras que plantas de yerba mate sin inocular resienten significativamente su crecimiento en altura en condiciones estresantes.

La conductancia estomática disminuye significativamente en las plantas de yerba mate control en comparación a las inoculadas bajo condiciones de estrés.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el INYM. La Fundación A. Roth brindó el material vegetal para el ensayo. FG posee una beca Posdoctoral cofinanciada por la UNaM y el CONICET.

## BIBLIOGRAFÍA

AL-NAMAZI AA, El-Bana MI, Bonser SP (2017) Competition and facilitation structure plant communities under nurse tree canopies in extremely stressful environments. *Ecol Evol* 7:2747-2755.

ALTOMARE C, Norvell WA, Bjorkman T, Harman GE (1999) Solubilization of phosphates and micronutrients by the plant-growth-promoting and biocontrol fungus *Trichoderma harzianum rifai* 1295-22. *Appl Environ Microbiol* 65:2926-33.

BERG G (2009) Plant-microbe interactions promoting plant growth and health: perspectives for controlled use of microorganisms in agriculture. *Appl Microbiol Biotechnol* 84:11-18.

BERGOTTINI VM, Hervé V, Sosa DA, Otegui MB, Zapata PD, Junier P (2017) Exploring the diversity of the root-associated microbiome of *Ilex paraguariensis* St. Hil. (Yerba Mate). *Appl Soil Ecol* 109:23-31.

BERGOTTINI VM, Otegui MB, Sosa DA, Zapata PD, Mulot M, Rebord M, Zopfi J, Wiss F, Benrey B, Junier P (2015) Bio-inoculation of yerba mate seedlings (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) with native plant growth-promoting rhizobacteria: a sustainable alternative to improve crop yield. *Biol Fertil Soils* 51:749-755.

EIBL B, Fernandez RA, Kozarik JC, Lupi A, Montagnini F, Nozzi D (2000) Agroforestry systems with *Ilex paraguariensis* (American holly or yerba mate) and native timber trees on small farms in Misiones, Argentina. *Agrofor Syst* 48:1-8.

EIBL B, Silva F, Bobadilla E, Klein E (2018) Estacion Meteorologica. Fac Ciencias For UNaM. <http://www.facfor.unam.edu.ar/la-facultad/proyectos-institucionales-transversales/estacion-meteorologica/>

HUANG X-F, Zhou D, Lapsansky ER, Reardon KF, Guo J, Andales MJ, Vivanco JM, Manter DK (2017) *Mitsuaria* sp. and *Burkholderia* sp. from *Arabidopsis* rhizosphere enhance drought tolerance in *Arabidopsis thaliana* and maize (*Zea mays* L.). *Plant Soil*:1-17.

LACZESKI M, Onetto A, Cortese IJ, Mallozzi G, Castrillo ML, Bich GA, Gortari F, Zapata PD, Otegui MB (2019) Isolation and selection of endophytic spore-forming bacteria with plant growth promoting properties isolated from *Ilex paraguariensis* st. hil. (Yerba mate). *Ann Brazilian Acad Sci*

LIGIER H, Matteo H, Polo H, Rosso J (1990) Atlas de suelos de la República Argentina: Provincia de Misiones. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Buenos Aires.

MARRON N, Dreyer E, Boudouresque E, Delay D, Petit J-M, Delmotte FM, Brignolas F (2003) Impact of successive drought and re-watering cycles on growth and specific leaf area of two *Populus x canadensis* (Moench) clones, 'Dorskamp' and 'Luisa\_Avanzo'. *Tree Physiol* 23:1225-1235.

MONCLUS R, Dreyer E, Villar M, Delmotte FM, Delay D, Petit J-M, Barbaroux C, Le Thiec D, Bréchet C, Brignolas F (2006) Impact of drought on productivity and water use efficiency in 29 genotypes of *Populus deltoides* × *Populus nigra*. *New Phytol* 169:765-777.

NADEEM SM, Ahmad M, Zahir ZA, Javaid A, Ashraf M (2014) The role of mycorrhizae and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in improving crop productivity under stressful environments. *Biotechnol Adv* 32:429-448.

NISHIYAMA Y, Murata N (2014) Revised scheme for the mechanism of photoinhibition and its application to enhance the abiotic stress tolerance of the photosynthetic machinery. *Appl Microbiol Biotechnol* 98:8777-8796.

NUÑEZ JAD, Muñoz D, Planelles R, Grau JM, Artero F, Anríguez A, Albanesi A (2012) Inoculation with *Azospirillum brasiliense* enhances the quality of mesquite *Prosopis juliflora* seedlings. *For Syst* 21:364-372.

PARRA PA (2010) Informe de coyuntura cadena infusiones: Yerba mate (Yerba mate, maté). MINAGRI Dir Nac Econ Reg

PII Y, Penn A, Terzano R, Crecchio C, Mimmo T, Cesco S (2015) Plant-microorganism-soil interactions influence the Fe availability in the rhizosphere of cucumber plants. *Plant Physiol Biochem* 87:45-52.

RUBIN RL, van Groenigen KJ, Hungate BA (2017) Plant growth promoting rhizobacteria are more effective under drought: a meta-analysis. *Plant Soil* 416:309-323.

SABIR A, Yazici MA, Kara Z, Sahin F (2011) Growth and mineral acquisition response of grapevine rootstocks (*Vitis* spp.) to inoculation with different strains of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR). *J Sci Food Agric* 92:2148-2153.

SANSBERRO PA, Mroginski LA, Bottini R (2004) Foliar sprays with ABA promote growth of *Ilex paraguariensis* by alleviating diurnal water stress. *Plant Growth Regul* 42:105-111.

SHUKLA N, Awasthi RP, Rawat L, Kumar J (2012) Biochemical and physiological responses of rice (*Oryza sativa* L.) as influenced by *Trichoderma harzianum* under drought stress. *Plant Physiol Biochem* 54:78-88.

TAMBUSSI EA, Casadesus J, Munné-Bosch S, Araus JL (2002) Photoprotection in water-stressed plants of durum wheat (*Triticum turgidum* var. *durum*): changes in chlorophyll fluorescence, spectral signature and photosynthetic pigments. *Funct Plant Biol* 29:35.

TSCHAPLINSKI TJ, Tuskan GA, Gebre GM, Todd DE (1998) Drought resistance of two hybrid *Populus* clones grown in a large-scale plantation. *Tree Physiol* 18:653-658.

YIN C, Wang X, Duan B, Luo J, Li C (2005) Early growth, dry matter allocation and water use efficiency of two sympatric *Populus* species as affected by water stress. *Environ Exp Bot* 53:315-322.

# LIGUSTRO (*Ligustrum lucidum* W. T. Aiton), CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS, DURABILIDAD Y POSIBLES USOS Y APLICACIONES DE SU MADERA

LIGUSTRO (*Ligustrum lucidum* W. T. Aiton), TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS, DURABILITY AND POSSIBLE USES AND APPLICATIONS OF ITS WOOD

Fecha de Recepción: 06/12/2019 // Fecha de Aceptación: 28/12/2019

**Felipe Benetti**

Ing. Forestal

Becario doctoral CONICET; CIGEOBIO-FCEFN (UNSJ), San Juan Argentina. Av. I. de la Roza 590 (Oeste), J5402DCS. Tel: 54 264 4260353. Fax: 54 264 4234980; e-mail: felipebennettim@gmail.com

**Mónica Murace**

Doc. en Ciencias Naturales Docente – Investigador, Lab. de Investigaciones en Madera (LIMAD), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata (FCAyF, UNLP), calle 60 y 119 (1900), La Plata, Buenos Aires, Argentina.

**Mercedes Rehort**

**Gabriel Keil**

Ing. Forestal

Docente – Investigador, Laboratorio de Investigaciones en Madera (LIMAD), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata (FCAyF, UNLP), calle 60 y 119 (1900), La Plata, Buenos Aires, Argentina.

## RESUMEN

La aptitud tecnológica de una madera y sus prestaciones pueden transformar una especie arbórea problema como *Ligustrum lucidum* (W. T. Aiton), “ligusto”, en una fuente de recursos aportando al control de su población. El objetivo de este trabajo fue identificar usos y/o aplicaciones de la madera de ligusto crecido espontáneamente en el bosque nativo del partido de Magdalena (Buenos Aires), a partir de sus propiedades físico-mecánicas y durabilidad. Para ello se evaluaron sus cambios dimensionales, dureza, flexión estática, compresión paralela y compresión perpendicular a las fibras y durabilidad natural. De esta manera demostró poseer una madera semi-pesada, mediana o moderadamente estable y dura, alto módulo de rotura y muy bajo módulo de elasticidad en flexión estática y, valores muy altos de rotura en ensayos de compresión paralela y perpendicular a las fibras. Expuesta a degradación fúngica resultó ser una madera resistente o durable ante la acción de una cepa responsable de la pudrición castaña. De acuerdo con los resultados obtenidos la madera de ligusto podría constituirse en una potencial reemplazante de maderas nativas y/o exóticas presentes en el mercado, aportando a la disminución de la presión sobre los bosques nativos, mientras que, la extracción del ligusto consistiría en sí misma una estrategia de control.

**Palabras clave:** anisotropía, dureza, rotura, flexión, degradación fúngica

## SUMMARY

The technological suitability of wood and its performances can transform a problematic tree species like *Ligustrum lucidum* (W. T. Aiton), “ligusto”, into a resource contributing to the control of its population. The objective of this work was to identify uses of spontaneously grown ligusto wood in the native forest of the Magdalena party (Buenos Aires), based on its physical-mechanical properties and durability. For this purpose, its dimensional changes, hardness, static flexion, parallel compression and compression perpendicular to the fibers and natural durability were evaluated. Thus, it proved to have a semi-heavy, medium or moderately stable and hard wood, high modulus of breakage and very low modulus of elasticity in static flexion and very high values of breakage in tests of parallel and perpendicular compression to the fibers. Exposed to fungal degradation, it proved to be a resistant wood against the action of a strain responsible for chestnut rot. According to the results obtained, ligusto wood could be a potential substitute for native and / or exotic woods present in the market, contributing to the reduction of pressure on native forests, while the extraction of the ligusto would be itself a control strategy.

**Key words:** anisotropy, hardness, rupture, flexural, fungal degradation

## INTRODUCCIÓN

**L**igustrum lucidum W.T. Aiton (Oleaceae), “ligusto”, es una especie arbórea originaria del sudeste asiático, ampliamente utilizada como ornamental (NEBEL y PORCILE 2006; XIM y LONG, 2015).

Su fruto posee propiedades antioxidantes y potenciales aplicaciones contra el cáncer (LIN *et al.*, 2007; HU *et al.*, 2014). El ligusto es considerado invasor en numerosos países del mundo (GRAU *et al.*, 2008; GRAU *et al.*, 2010) entre los cuales se presenta la República Argentina (DASCANIO *et al.*, 1994; GRAU y ARAGÓN, 2000; GAVIER-PIZZARRO *et al.*, 2012; SAyDS, 2018). En los bosques nativos de nuestro país, la presencia de esta planta alteró su estructura vertical, regeneración (HOYOS *et al.*, 2010), composición y abundancia, y en consecuencia provocó una disminución de la diversidad de especies nativas (CEBALLOS *et al.*, 2015) como así también afectó el contenido hídrico del suelo (ZAMORA NASCA *et al.*, 2014), la descomposición y ciclado de nutrientes y a causa de ello la dinámica del ecosistema (ARAGÓN *et al.*, 2014).

De acuerdo con NEBEL y PORCILE (2006), una alternativa a la implementación de costosos y prácticamente inviables programas de erradicación de una invasora establecida, es su transformación en un recurso genuino. En este sentido, la disponibilidad de la especie, sus características biométricas (CARABELLI *et al.*, 2004; TORTORELLI, 2009 a), las propiedades tecnológicas - definidas por parámetros físico-mecánicos - y la durabilidad de su madera (BARNET y JERONIMIDIS, 2003; KEIL *et al.*, 2011) son aspectos a tener en cuenta a fin de su consideración como tal. Las situaciones de uso y aplicaciones de las maderas se encuentran vinculadas a su densidad (FERNÁNDEZ-GOLFIN y DIEZ, 1994), a los cambios dimensionales (CORONEL, 1994), la dureza (TINTO, 1997), la anatomía (RIVERA y LENTON, 1999; BÁRCENAS-PAZOS *et al.*, 2014), a los valores de sus módulos de elasticidad y rotura (CORONEL, 1995), a la resistencia a la compresión (RIVERO MORENO, 2004) y a su resistencia al deterioro o durabilidad (ZABEL y MORRELL, 1992; DÍAZ *et al.*, 2003), entre otros.

En los bosques nativos de Argentina el ligusto posee una altura media total de 12,25 m y una altura y volumen comercial medios de 8,70 m y 0,058 m<sup>3</sup>/árbol, respectivamente (SCHAUMAN, 2011). Estos datos indican que ejemplares de estas características podrían ser aprovechados de manera rentable para la obtención de madera sólida y/o procesada (TORTORELLI, 2009 a; TORTORELLI, 2009 b; MORAS y VALLEJOS-BARRA, 2013). Respecto de sus atributos tecnológicos y durabilidad, a la fecha no se registran antecedentes en nuestro país. No obstante, SCHAUMAN (2011) aporta resultados obtenidos mediante estudios anatómicos y de densidad de individuos invasores de un bosque nativo de “tala” (*Celtis tala* Gillies ex Planch.) del partido de Magdalena (Buenos Aires, Argentina). A partir de ellos sugiere orientar el uso de su madera hacia la carpintería rural, acabados de interiores y exteriores (puertas, ventanas y muros macizos), productos de madera corta (mangos de herramientas y elementos deportivos) y muebles, entre

otros.

Según lo expuesto, se planteó como hipótesis que la madera de *L. lucidum* cuenta con atributos físico-mecánicos y de durabilidad natural que permiten su utilización como material estructural y no estructural, en situaciones propicias para el biodeterioro.

El objetivo de este trabajo fue identificar los posibles usos y/o aplicaciones de la madera de *Ligustrum lucidum*, invasora de un bosque nativo del partido de Magdalena (Buenos Aires), a partir del conocimiento de sus propiedades físico-mecánicas y de su durabilidad natural.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con madera de *Ligustrum lucidum* proveniente de 5 ejemplares elegidos al azar ubicados en la Reserva Pearson (partido de Magdalena, 34°04'00"S-57°31'60"O, provincia de Buenos Aires, Argentina). De cada árbol, a partir de los 0,30 m de la base, se obtuvieron trozos (3 por ejemplar; 15 en total) de 1,20 m de longitud, de las cuales fueron obtenidos tablones de 55 mm de espesor que fueron estibados hasta comprobar contenido de humedad en equilibrio higroscópico (HEH), testeado mediante higrómetro electrónico (GANN, Hydromette HT 85). De dichos tablones se obtuvieron probetas para la realización de los ensayos siguientes: contenido de humedad (CH), densidad normal (Dn), cambios dimensionales, flexión estática, compresión paralela y perpendicular a las fibras, dureza y durabilidad (tabla 1). La totalidad del material cumplió con los requisitos especificados por las normas IRAM para la determinación de estas propiedades.

### Propiedades Físicas y Mecánicas

Los parámetros de las propiedades físicas determinados fueron: contenido de humedad (CH%); densidad aparente normal (Dn), anhidra (Do); contracción normal máxima en sentido radial y tangencial (Cn<sub>máxrd</sub> y Cn<sub>máxtg</sub>), coeficiente de contracción en sentido radial y tangencial (vrd y vtg), punto de saturación de las fibras (PSF) y coeficiente de anisotropía (Cn<sub>máxtg</sub> / Cn<sub>máxrd</sub>). Las propiedades físicas fueron determinadas en el Laboratorio de Investigaciones en Maderas (LIMAD), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP.

Los parámetros de las propiedades mecánicas determinados, expresados en MPa, fueron: dureza Janka radial, tangencial y transversal; módulo de rotura (MOR) y módulo de elasticidad (MOE) en flexión estática y en compresión paralela a las fibras; MOR en compresión perpendicular a las fibras. Para la realización de estos ensayos se utilizó una Prensa Universal de 5000 kg ALFRED J. AMSLER & Co, Schaffhouse – Suisse 7928 (dureza Janka y flexión estática) y una Máquina Universal de Ensayos de 25 toneladas ALFRED J. AMSLER & Co, Schaffhouse – Suisse 5380 (compresión perpendicular y paralela a las fibras), pertenecientes al Laboratorio de Ensayos de Materiales de la Facultad de Ingeniería, UNLP.

**Tabla 1. Ensayos, normas, dimensiones del material y repeticiones por tipo de ensayo.**  
**Table 1. Tests, standards, material dimensions and repetitions by type of test.**

Propiedades	Ensayos	Norma IRAM	Dimensiones	Repeticiones (n)
Físicas	Contenido de humedad	9532 (1963)	20 x 20 x 20 mm	200
	Densidad normal	9544 (1985)	20 x 20 x 20 mm	200
	Densidad anhidra	9544 (1985)	20 x 20 x 20 mm	200
	Cambios dimensionales	9543 (1985)	20 x 20 x 50 mm	100
Mecánicas	Dureza	9570 (1971)	50 x 50 x 150 mm	30
	Flexión estática	9542 (1977)	20 x 20 x 340 mm	50
	Compresión paralela	9541 (1977)	50 x 50 x 200 mm	30
	Compresión perpendicular	9547 (1977)	50 x 50 x 150 mm	30
Durabilidad		9518 (1962)	20 x 20 x 20 mm	40

### Durabilidad Natural

El ensayo de durabilidad fue establecido según Norma IRAM 9518 (tabla 1). La madera fue expuesta a la acción de *Gloeophyllum sepiarium* (Wulf.: Fr.) P. Karst. Cepa 735 (LPSC) – Cepario del Instituto Spegazzini, La Plata – causante de pudrición castaña.

Obtenida la cepa, fue repicada a cajas de Petri con medio agar extracto de malta al 2% (AM 2%: 20 g de extracto de malta; 20 g de peptona de carne; 20 g de agar; 1000 cm<sup>3</sup> agua destilada) las que posteriormente fueron colocadas en estufa por 15 días a 25 ± 2°C.

Para la instalación de los ensayos se emplearon frascos de vidrio de 500 cm<sup>3</sup> de capacidad. En cada uno de ellos fueron colocados 43 cm<sup>3</sup> de agua destilada y 200 g de una mezcla de tierra (40 g) y arena (160 g) previamente seca en estufa a 103 ± 2°C durante 72 h y tamizada. Llenados los frascos, sobre el sustrato fueron apoyadas dos tablillas (“feeder strips”) de madera blanda (*Salix* sp.) de 20 mm de lado. Posteriormente, cada frasco fue cerrado con tapones de algodón y esterilizado en autoclave durante 30 minutos a 1,5 atm. Cumplida esta etapa, se procedió a la inoculación, la cual fue realizada mediante trozos de micelio fúngico de 10 mm de diámetro obtenidos con sacabocados, colocados próximos a cada “feeder strips”. Una vez que el micelio cubrió las tablillas (20 días aproximados) sobre cada una de ellas fue colocada una probeta de ensayo (dos por frasco) previa determinación de la masa inicial (Mi) en equilibrio higroscópico (Pi) y esterilización en autoclave a 0,5 atm de presión durante 20 minutos.

El material estuvo expuesto a degradación durante 90 días bajo condiciones controladas de humedad y temperatura (27 ± 2°C y 70% de HR). Cumplido el tiempo de ensayo, las probetas fueron extraídas de los frascos y acondicionadas en laboratorio durante 30 días hasta comprobar masa en equilibrio higroscópico (Mf) constatado cuando la diferencia entre dos pesadas sucesivas no superó los 0,01 g. Con las Mi y Mf obtenidos fue calculada la media porcentual de pérdida de masa (Pm) de las probetas empleando la fórmula:

$$Pm (\%) = [(Mi_{(g)} - Mf_{(g)}) / Mi_{(g)}] \times 100$$

Obtenida la media de Pm (%) de la totalidad del material, fue estimada la clase de resistencia a la degradación fúngica según la Norma ASTM D-2017-81 (1986):

altamente resistente, Pm 0% - 10%; resistente, Pm 11% - 24%; moderadamente resistente, Pm 25% - 44%; no resistente, Pm > 45%.

### Análisis Estadístico

Para cada variable se analizaron medidas de posición, dispersión y variabilidad: media, desvío estándar y coeficiente de variación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Propiedades Físicas

En la tabla 2 se presentan los resultados correspondientes a los parámetros físicos determinados.

En base a su densidad normal (D<sub>n</sub>) la madera de ligusto resultó pesada (rango: 0,751 g/cm<sup>3</sup> – 1,000 g/cm<sup>3</sup> al 15% CH; CORONEL, 1994). En cuanto al valor medio de contracción normal radial máxima (C<sub>n,rdmax</sub>) y contracción normal tangencial máxima (C<sub>n,tgmax</sub>), éstos se encuentran dentro de los rangos normales aceptables: 1,5 a 7,00% y 3,60 a 15,00%, respectivamente (CORONEL, 1994). Según su coeficiente de anisotropía (C<sub>n,tgmax</sub> / C<sub>n,rdmax</sub>) la madera de esta especie es mediana o moderadamente estable (rango: 2,01-2,50; RIVERO MORENO, 2004).

La densidad es considerada una de las mejores propiedades físicas asociadas a las propiedades tecnológicas de las maderas, determinantes de su calidad; este parámetro explica y posee una estrecha relación positiva con los módulos de elasticidad y rotura (FERNÁNDEZ-GOLFÍN Y DIEZ, 1994). Al comparar el valor de D<sub>n</sub> obtenido para ligusto con el de algunas de las maderas presentes en el mercado argentino se observa que si bien es inferior al de ciertas especies nativas, es muy superior al de especies exóticas que se utilizan en la actualidad, entre ellas los eucaliptos (e.g: *Eucalyptus saligna* Sm., 0,71 g/cm<sup>3</sup>; *E. grandis* W. Hill ex Maiden, 0,51 g/cm<sup>3</sup>), paraíso (*Melia azedarach* L., 0,60 g/cm<sup>3</sup>) y pino (e.g.: *Pinus ponderosa* Douglas ex C. Lawson, 0,44 g/cm<sup>3</sup>; *P. taeda* L., 0,45 g/cm<sup>3</sup>) (CEMA, 2019; INTI, 2019).

La madera de ligusto, al igual que otras exóticas

**Tabla 2. Valores medios de contenido de humedad, densidades aparentes y cambios dimensionales de la madera de ligusto.****Table 2. Average values of moisture content, apparent densities and dimensional changes of ligstro wood.**

CH (%)	Dn 15% (g/cm <sup>3</sup> )	Do (g/cm <sup>3</sup> )	Cn <sub>rdmáx</sub> (%)	Cn <sub>tgmáx</sub> (%)	Vrd	Vtg	Cn <sub>tgmáx</sub> / Cn <sub>rdmáx</sub>	PSF
11,47	0,76	0,72	4,61	9,77	0,18	0,30	2,16	29,31
(4)*	(5,98)	(6,20)	(12,13)	(7,51)	(10,78)	(14,19)	(13,81)	(14,30)

Referencias: 1CH=contenido de humedad; Dn=densidad normal; Do=densidad anhidra; Cnrdmáx y Cnrdmax =contracción normal máxima en sentido radial y tangencial, respectivamente; Vrd y Vtg= coeficiente de contracción en sentido radial y tangencial, respectivamente; PSF=punto de saturación de las fibras. \* Coeficiente de variación (CV)

References: CH = moisture content; Dn = normal density; Do = anhydrous density; Cnrdmax and Cnrdmax = maximum normal contraction in radial and tangential direction, respectively; Vrd and Vtg = contraction coefficient in radial and tangential sense, respectively; PSF = fiber saturation point. \* Coefficient of variation (CV)

y algunas nativas de Argentina, posee valor de anisotropía alto ( $\geq 2$ )<sup>1</sup>, característica que influye sobre el proceso de secado y sus posibles defectos. Se encuentran antecedentes en torno a la utilización estructural de maderas con valores anisotropía similares a los indicados, usos condicionados por la densidad, dureza, escuadriás y secciones de corte de cada una de ellas (PEREYRA *et al.*, 2006; CALVO, 2006; WINK, 2013; MEDINA *et al.*, 2018; INTI, 2019). De acuerdo con ello, maderas con valores de anisotropía superiores a 2 son utilizadas en carrocerías, durmientes, construcciones rurales y viviendas, algunos ejemplos: *Aspidosperma quebracho blanco* Schltld., “quebracho blanco”, 0,88 g/cm<sup>3</sup>, anisotropía=2,05, utilizada para la elaboración de marcos de aberturas y pisos; *Balfourodendron riedelianum* Engl., “guatambú”, 0,84 g/cm<sup>3</sup>, anisotropía=1,95, para postes y puntales; *E. saligna*, 0,71 g/cm<sup>3</sup>, anisotropía=1,96, tirantería; *Populus x euroamericana* Guinie., “Álamo I-214”, 0,47 g/cm<sup>3</sup>, T/R=2,17), entre otras.

Maderas con valores similares de densidad y anisotropía también son utilizadas para la obtención de productos de mayor valor agregado. Entre ellas, el cedro misionario (*Cedrela fissilis* Vell., 0,55 g/cm<sup>3</sup>, anisotropía=1,55) o el coihue (*Nothofagus dombeyi* (Mirb) Blume., 0,67 g/cm<sup>3</sup>, anisotropía=2,34) para revestimientos de interior, puertas, persianas y ventanas; el laurel blanco (*Ocotea acutifolia* Mez., 0,54 g/cm<sup>3</sup>, anisotropía=2,51), para carpintería en general, vigas, cabo de herramientas, ataúdes y cajones (INTI, 2019), usos que también podrían ser dados a la madera de ligusto.

### Propiedades Mecánicas

En la tabla 3 se presentan los resultados correspondientes a las propiedades mecánicas determinadas.

Según se indica (tabla 3), la madera de ligusto pertenece a la categoría de material duro (Dureza Janka entre 69 y 98 MPa, CORONEL, 1995). En cuanto al módulo de rotura (MOR), tanto en flexión, compresión paralela y perpendicular a las fibras lo hallado se ubica en el rango alto

a muy alto: MOR, flexión entre 120 y 172 MPa; C. paralela >49 MPa; C. perpendicular >10 MPa (RIVERO MORENO, 2004). Respecto del módulo de elasticidad (MOE) en flexión, el mismo resultó ser muy bajo: MOE <9807 (RIVERO MORENO, 2004).

La dureza es una característica a tener en cuenta ante la necesidad de utilizar una madera para la elaboración de muebles, ventanas, puertas, pisos, escalones como también en diferentes sitios de una vivienda en que el material esté sujeto a un desgaste pronunciado (TINTO, 1997). Las maderas nativas argentinas clasificadas como duras, al igual que el ligusto, son utilizadas en la fabricación de parqués, en construcciones navales, civiles y tirantería (TORTORELLI, 2009 a; TORTORELLI, 2009 b). Por lo tanto, la madera de ligusto podría resultar apta para pisos de alto tránsito y constituir una buena alternativa para el reemplazo de las nativas en las mismas situaciones de uso.

Cuanto más altos son los valores de MOR y MOE, más alta es la resistencia y mayor la rigidez del material, respectivamente (CORONEL, 1995). Para flexión estática en particular, la madera de ligusto posee un alto valor de MOR y un muy bajo valor de MOE (tabla 3), lo cual podría ser considerado como una limitante para usos estructurales, en la construcción. Sin embargo, es frecuente en el mercado encontrar maderas cuyo MOE en flexión estática es incluso inferior, como es el caso de algunos pinos (e.g. *P. ponderosa*, MOR= 67 MPa, MOE= 8900 MPa; *P. taeda*, MOR= 63 MPa, MOE= 8138 MPa) no obstante, son utilizadas para la elaboración de vigas o perfiles laminados.

La resistencia a la compresión paralela a las fibras junto a datos acerca de la curvatura o pandeo que se produce en piezas con mayores escuadriás, permite estimar la aptitud de la madera como material para la elaboración de pilotes, parantes o columnas (CORONEL, 1994; RIVERO MORENO, 2004). En relación al MOR en dicha compren-

<sup>1</sup> Aquellas maderas cuyos valores de coeficiente de anisotropía se sitúan entre 1,2 y 1,5 serían consideradas excelentes, entre 1,6 y 1,9 normales, y con un valor de T/R mayor a 2,0 en adelante se verían limitadas varias utilidades (Coronel, 1994).

**Tabla 3. Valores medios de Dureza Janka, flexión estática, compresión paralela y perpendicular a las fibras para la madera de ligusto.****Table 3. Average values of Janka Hardness, static bending, parallel compression and perpendicular to the fibers for ligusto wood.**

Dureza Janka (MPa)			Flexión estática (MPa)		Compresión paralela (MPa)		Compresión perpendicular (MPa)
Rd	Tg	Tr	MOR	MOE	MOR	MOE	MOR
73 (16,45)*	73 (14,31)	94 (8,30)	123 (14,05)	9786 (10,60)	59 (7,92)	10366 (18,79)	26 (12,67)

Referencias: Mpa=megapascales; Rd=radial; Tg=tangencial; Tr=transversal; MOR y MOE=módulo de rotura y elasticidad, respectivamente; \* Coeficiente de variación (CV)

References: Mpa=megapascals; Rd=radial; Tg=tangential; Tr=transversal; MOR and MOE = modulus of breakage and elasticity, respectively; \* Coefficient of variation (CV)

sión, la madera de ligusto posee valores similares a los de maderas nativas o exóticas que son empleadas en postes, construcciones rurales y viviendas (e.g. quebracho blanco, MOR= 44 MPa; Pino elliotti, *P. elliottii* Engelm., MOR= 53 MPa), o puntales y pilotes, (e.g. *Eucaliptus globulus*, *E. globulus* Labill., MOR= 66 MPa) (TORTORELLI, 2009 a; PITER *et al.*, 2016; INTI, 2019). A su vez, maderas ubicadas dentro de valores medios de clasificación para compresión paralela, como ser *E. grandis* (MOR= 34 MPa), Pino ponderosa (MOR= 30 MPa) o Pino taeda (MOR= 35 MPa), son muy utilizadas con los fines estructurales anteriormente citados, así como en otras formas simples (correas, cabios, listones, cumbreñas) o bien combinadas (mediante cordones superior e inferior, diagonales y montantes formando cerchas o cabriadas) (PITER *et al.*, 2016; INTI, 2019).

El comportamiento de las maderas expuestas a la aplicación de fuerzas difiere a razón de su anatomía (RIVERA y LENTON, 1999; BÁRCENAS-PAZOS *et al.*, 2014). Los resultados obtenidos son compatibles con las características anatómicas descriptas para la especie (SCHAUMAN, 2011; RIVERA y GALIUSSI, 2015). La porosidad difusa que la caracteriza, sus poros solitarios muy pequeños con espesamientos espiralados, el parénquima axial escaso, radios parenquimáticos con cristales y la presencia de fibras de paredes muy gruesas, así como el agrupamiento de las mismas, explicarían los muy buenos resultados obtenidos en dureza y en los módulos de elasticidad y rotura para las diferentes compresiones.

### Durabilidad

En función del porcentaje de pérdida de masa determinado ( $P_m$  16%, CV (%) 36), la madera de ligusto resultó resistente ( $P_m\%$  entre 11% - 24%, ASTM D-2017-81) expuesta a *G. separium*, cepa responsable de pudrición castaña. En cuanto al CV (%), su elevado valor se corresponde con el tipo de ensayo biológico. De acuerdo con la Norma IRAM 9600, para las maderas pertenecientes a dicha clase de resistencia habría de esperarse una vida útil entre 10 y 30 años en situaciones de uso consideradas extremas (madera en contacto con el suelo), comportamiento similar al que poseerían los Algarrobos, Anchico colorado, Caldén, Cancharana, entre otras allí citadas.

La durabilidad o resistencia a la degradación estimada también se corresponde con los rasgos anatómicos descriptos para la especie (SCHAUMAN, 2011; RIVERA y GALIUSSI, 2015). En términos generales, en esta madera, las espesas paredes de las fibras, la presencia de cristales y el pequeño tamaño de los vasos limitan la colonización fúngica como también la disponibilidad de oxígeno y humedad indispensables para los procesos de degradación. Paredes altamente lignificadas afectan negativamente la descomposición, en particular por los hongos de pudrición castaña; éstos atacan selectivamente la fracción de carbohidratos, inicialmente mediante un sistema no enzimático y difusible (KIM y SINGH, 2000; SCHMIDT, 2006; SCHWARZE, 2007).

En Argentina, así como en otros países, se ha comenzado a utilizar madera en el sistema constructivo denominado “bloques de madera encastreada” o BME, con ventajas tales como una rápida construcción, reducción de desperdicios en obra y esfuerzo físico de los obreros, buena aislación térmica y acústica, eficiencia y “diseño ecológico”, entre otros (COPADE, 2018; Madera y Construcción, 2019). Para este uso es necesario tener en cuenta, entre otras características, la durabilidad, dureza y el índice de anisotropía de la madera. De acuerdo con ello, y lo hallado mediante la presente investigación, la madera del ligusto podría emplearse en este tipo de construcción con prestación superior al pino ponderosa, de uso actual en Argentina en este sistema constructivo.

De manera similar, asociadas a la elevada dureza y durabilidad natural se puede citar el uso de maderas nativas como lapacho, anchico, curupay o exóticas de menor dureza y durabilidad como *Eucalyptus* spp. y *Pinus* spp. tratadas, para la elaboración de “decks” y parquets, es decir madera en suelos construidos para el exterior o interior (PLASTIFICADORA ARGENTINA, 2018). Se puede considerar entonces que, la madera de ligusto con una buena durabilidad natural, podría ser utilizada para tales fines.

## CONCLUSIÓN

La madera de ligusto por sus propiedades físicas, mecánicas y durabilidad natural podría constituir una reemplazante válida de distintas maderas de especies nativas y exóticas de uso habitual en el mercado argentino. Los resultados encontrados en este estudio validan los usos sugeridos por SCHAUMAN (2011) y amplían notablemente sus aplicaciones.

Clasificada como una madera mediana o moderadamente estable presentaría aptitud para ser utilizada en carrocerías, durmientes, construcciones rurales, viviendas, paralelas, postes, puentes, tirantería, entre otras. Considerada como una madera dura, es una potencial sustituta de especies nativas que en la actualidad son utilizadas en pisos y decks. Valores muy altos en los módulos correspondientes a las compresiones paralela y perpendicular a las fibras, indican que también podría ser considerada como sustituta de especies exóticas como pinos y eucaliptos, o bien nativas de plantación o bosque nativo. Si bien no se observó una buena respuesta en el MOE en flexión estática, esto no representaría una limitante, ya que varias maderas que se utilizan con fines estructurales se encuentran en los mismos rangos.

La madera de ligusto resultó resistente a la degradación fúngica. Esto indicaría en primer instancia su posibilidad de uso en la mayoría de las situaciones o clases de riesgo (en términos generales interior y exterior, sin /en contacto con el suelo) asegurando una prolongada vida útil en servicio sin necesidad de ser expuesta a tratamientos adicionales, aun cuando se encuentre en situaciones propicias para el deterioro. No obstante, debe tenerse en cuenta subestimar los resultados obtenidos a fin de lograr una mayor utilidad y de este modo evitar los costos de su reposición y el riesgo que implica este tipo de deterioro particularmente cuando es utilizada para la elaboración de piezas de difícil acceso y/o con fines estructurales.

En base a los resultados obtenidos, se recomienda la realización de ensayos con piezas de dimensiones estructurales, a fin de incrementar la información disponible para los usos sugeridos en el presente trabajo y anteriores; contar con mayor cantidad de evidencias que sustenten la posibilidad del uso de la madera de ligusto como recurso genuino y su posible extracción como medida para disminuir la competencia con el bosque nativo.

## AGRADECIMIENTOS

Al personal profesional y personal de apoyo de la Facultad de Ingeniería (UNLP) y del Laboratorio de Investigaciones en Maderas (FCAyF, UNLP), por permitir el uso de las instalaciones, por su acompañamiento y buena predisposición.

A los caminos de la vida y las decisiones que nos llevaron hasta donde estamos exactamente ahora, en este tiempo y con esta gente.

## BIBLIOGRAFÍA

- ARAGÓN, R.; Montti, L.; Ayup, M. M.; Fernández, R. 2014. Exotic species as modifiers of ecosystem processes: Litter decomposition in native and invaded secondary forests of NW Argentina. *Acta oecologica*, 54, 21-28.
- ASTM D-2017-81. Reapproved. 1986. Standard Method of Accelerated Laboratory Test of Natural Decay Resistance of Woods. ASTM Book of Standards, American National Standard, pp: 348-352.
- BÁRCENAS-PAZOS, G. M.; Ortega-Escalona, F.; Ángeles-Álvarez, G.; Ronzón-Pérez, P. 2014. Relación estructura-propiedades de la madera de angiospermas mexicanas. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 21(42).
- BARNETT J.R.; Jeronimis G., 2003. Wood quality and its biological basis. Blackwell Publishing Ltd, CRC Press. 240 pp.
- CALVO, C. F.; Cotrina, A. D.; Cuffré, A. G.; Piter, J. C.; Stefaní, P. M.; Torrán, E. A. 2006. Variación radial y axial del hinchamiento, del factor anisotrópico y de la densidad, en el *Eucalyptus grandis* de Argentina. *Maderas. Ciencia y tecnología*, 8(3), 159-168.
- CARABELLI, F.; Bava, J.; Momberg, F.; Cordone, V. 2004. Estimación de volumen maderable en bosques de Lenga (*Nothofagus pumilio*) en la región patagónica de Argentina. *Bosque* (Valdivia), 25(3), 3-9.
- CEBALLOS, S. J.; Malizia, A.; Chacoff, N. P. 2015. Influencia de la invasión de *Ligustrum lucidum* (Oleaceae) sobre la comunidad de lianas en la sierra de San Javier (Tucumán-Argentina). *Ecología Austral*, 25(1), 65-74.
- CEMA (Camara de Empresarios Madereros y Afines). [fecha de consulta: Junio de 2019] Disponible en: <http://www.cema.com.ar/newsletter-2/fichas-tecnicas-de-maderas/>
- COPADE, Consejo de Planificación y Acción para el Desarrollo. Ministerio de Desarrollo Territorial. Provincia de Neuquén. [fecha de consulta: Noviembre 2018] Disponible en: <https://www.copade.gob.ar/Contenido.aspx?Id=innova15-proy-d-4>
- CORONEL, E.O. 1994. Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de la madera. Aspectos teóricos y prácticos para la determinación de las propiedades y sus aplicaciones. 1 Parte: Fundamentos de las propiedades físicas de la madera. Publicación ITM-UNSE. 187 pp.
- CORONEL, E.O. 1995. Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de las maderas. Aspectos teóricos y prácticos para la determinación de las propiedades y sus aplicaciones. 2 Parte: Fundamentos de las propiedades mecánicas de las maderas. Publicación ITM-UNSE. 335 pp.

- DASCANIO, L. M.; Barrera, M. D.; Frangi, J. L. 1994. Biomass structure and dry matter dynamics of subtropical alluvial and exotic *Ligustrum* forests at the Río de la Plata, Argentina. *Vegetatio*, 115(1), 61-76.
- DIAZ, B.; M. Murace; P. Peri; G. Keil; L. Luna; M. Otaño. 2003. Natural and preservative treated durability of *Populus nigra* cv *Italica* timber grown in Santa Cruz Province, Argentina. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 52: 43-47.
- FERNÁNDEZ-GOLFIN, J. I.; Diez, M. R. 1994. Influencia de la anchura del anillo de crecimiento en la densidad y otras propiedades físico-mecánicas de la madera estructural de diversas especies. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales*, 3, 211-219.
- GAVIER-PIZARRO, G. I.; Kuemmerle, T.; Hoyos, L. E.; Stewart, S. I.; Huebner, C. D.; Keuler, N. S.; Radeloff, V. C. 2012. Monitoring the invasion of an exotic tree (*Ligustrum lucidum*) from 1983 to 2006 with Landsat TM/ETM+ satellite data and Support Vector Machines in Córdoba, Argentina. *Remote Sensing of Environment*, 122, 134-145.
- GRAU, H. R. y Aragón, R. 2000. Arboles invasores de la sierra de San Javier, Tucumán, Argentina. *Ecología de árboles exóticos en las yungas Argentinas*, 3-21.
- GRAU, H.R.; Hernández, M.E.; Gutierrez, J.; Gasparri, N.I.; Casavecchia, M.C.; Flores, E.E.; Paolini, L. 2008. A peri-urban neotropical forest transition and its consequences for environmental services. *Ecology and Society*, 13(1)
- GRAU, H. R.; Paolini, L.; Malizia, A.; Carilla, J. 2010. Distribución, estructura y dinámica de los bosques de la Sierra de San Javier. *Ecología de una transición naturalurbana: El Gran San Miguel de Tucumán y la Sierra de San Javier. San Miguel de Tucumán, Argentina*. Editorial de la Universidad Nacional de Tucumán, 33-48.
- HU, B.; Du, Q.; Deng, S.; An, H. M.; Pan, C. F.; Shen, K. P.; Xu, L.; Wei, M. M.; Wang, S. S. 2014. *Ligustrum lucidum* Ait. fruit extract induces apoptosis and cell senescence in human hepatocellular carcinoma cells through upregulation of p21. *Oncology Reports*, 32(3), 1037-1042.
- HOYOS, L. E.; Gavier-Pizarro, G. I.; Kuemmerle, T.; Bucher, E. H.; Radeloff, V. C.; Tecco, P. A. 2010. Invasion of glossy privet (*Ligustrum lucidum*) and native forest loss in the Sierras Chicas of Córdoba, Argentina. *Biological invasions*, 12(9), 3261-3275.
- INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial). [fecha de consulta: Abril de 2019] Disponible en: <http://www.inti.gob.ar/maderaymuebles/index.php?seccion=maderas-nativas>
- IRAM 9518. 1962. Toxicidad, Permanencia y Eficacia de Preservadores de Madera. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. 12 pp.
- IRAM 9532. 1963. Método de determinación de humedad. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. 14 pp.
- IRAM 9541 1977. Método de ensayo de compresión paralela a las fibras. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. 6 pp.
- IRAM 9542 1977. Método de ensayo de flexión estática de maderas con densidad aparente mayor de 0.5 g/cm<sup>3</sup>. Instituto Argentino de Racionalización de materiales. 10 pp.
- IRAM 9543 1985. Método para la determinación de los valores de contracción de la madera. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. 10 pp.
- IRAM 9544 1985. Método para la determinación de la densidad aparente. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. 10 pp.
- IRAM 9547 1977. Método de determinación de la compresión perpendicular al grano. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. 5 pp.
- IRAM 9570 1971. Método de ensayo de la dureza Janka. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. 6 pp.
- IRAM 9600. 1998. Preservación de maderas. Maderas preservadas mediante procesos con presión en autoclave. 22pp.
- KEIL, G.; Spavento, E.; Murace, M.; Millanes, A. M. 2011. *Acacia blanca* "Robinia pseudoacacia L." y *acacia negra* "Gleditsia triacanthos L.": aspectos tecnológicos relacionados al empleo en productos de madera maciza. *Forest systems*, 20 (1), 21-26.
- KIM, Y. S.; Singh, A. P. 2000. Micromorphological characteristics of wood biodegradation in wet environments: a review. *Iawa Journal*, 21(2), 135-155.
- LIN, H. M.; Yen, F. L.; Ng, L. T.; Lin, C. C. 2007. Protective effects of *Ligustrum lucidum* fruit extract on acute butylated hydroxytoluene-induced oxidative stress in rats. *Journal of ethnopharmacology*, 111(1), 129-136.
- MADERA Y CONSTRUCCIÓN. [fecha de consulta: Julio de 2019] Disponible en: <http://maderayconstruccion.com.ar/ladrillos-de-madera-ultima-tendencia-en-construcion/>
- MEDINA, A. A.; Baucis, A. G.; Catalán, M. A.; Andía, I. R.; Trangoni, F.; Razquin, M.; Pampigliani, A.; Vuillermet, A. 2018. Características y propiedades físicas de la madera de álamos cultivados en Río Negro, Patagonia Argentina. *Madera y bosques*, 24(1).

- MORAS, G. y Vallejos-Barra, O. S. 2013. Tablas de volumen para árboles individuales de *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus* cultivados en la región sur de Uruguay. Agrociencia Uruguay, 17(2), 11-24.
- NEBEL, J. P., Porcile, J. F. 2006. La contaminación del bosque nativo por especies arbóreas y arbustivas exóticas. Departamento de bosque nativo, manejo y protección forestal. Uruguay.
- PEREYRA, O.; Suirezs, T. M.; Pitsch, C.; Báez, R. 2006. Estudio de las propiedades fisico-mecánicas y comportamiento en procesos industriales de la madera de kiri, grevillea, paraíso y toona. Floresta, 36 (2).
- PITER, J. C. J.; Ramos, M. D. R.; Gómez, R. E.; Demkoff, M.; Torrán, E. A.; Sosa Zitto, M. A. (2016). Manual de aplicación de los criterios adoptados en el reglamento argentino CIRSOC 601: con ejemplos desarrollados y comentados y tablas auxiliares para el cálculo. [fecha de consulta: Abril de 2019] Disponible en: <http://ria.utn.edu.ar>
- PLASCHKIES, K.; Jacobs, K.; Scheiding, W. & Melcher, E. 2014. Investigations on natural durability of important European wood species against wood decay fungi. Part 1: Laboratory tests. International Biodeterioration & Biodegradation, 90, 52–56.
- PLASTIFICADORA ARGENTINA. [fecha de consulta: Noviembre de 2018] Disponible en: <http://www.plastarg.com.ar/index.php>
- RIVERA, S. M.; Lenton, M. S. 1999. La xilográfia y las propiedades mecánicas de cinco maderas nativas argentinas. *Quebracho*, 7, 72-78.
- RIVERA, S. M.; Galiussi, E. 2015. Guía de Observación. Clave nº 2 – Identificación macroscópica de especies exóticas. Cátedra de Dendrología. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP.
- RIVERO MORENO, J. 2004. Propiedades Físico-Mecánicas de *Gmelina arborea* Roxb. y *Tectona grandis* Linn. F. Pasantía Cochabamba, Bolivia.73 pp.
- SAyDS. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Argentina. [fecha de consulta: octubre de 2018] Disponible en: [www.ambiente.gob.ar](http://www.ambiente.gob.ar).
- SCHAUMAN, S. 2011. Estudios xilotecnológicos en *Ligustrum lucidum* como base para definir usos y aplicaciones de su madera. Tesis de Grado de la Carrera de Ingeniería Forestal. FCAYF. 43 pp.
- SCHMIDT, O. 2006. Wood and tree fungi: biology, damage, protection, and use. Springer Science & Business Media.
- SCHWARZE, F. W. 2007. Wood decay under the mi-
- croscope. *Fungal Biology Reviews*, 21(4), 133-170.
- TINTO, J.C. 1978. Aporte del Sector Forestal a la construcción de viviendas. IFONA. Folleto Técnico N° 44. 2ª edición. Buenos Aires. 142 p.
- TORTORELLI, L. A. 2009 a. Maderas y bosques argentinos. 2da Ed., Tomo 1. Orientación gráfica Editora. Buenos Aires. 576 pp.
- TORTORELLI, L. A. 2009 b. Maderas y bosques argentinos. 2da Ed., Tomo 2. Orientación gráfica Editora. Buenos Aires. 595 pp.
- WINCK, R. A. 2013. Influencia del raleo sobre las características anatómicas y las propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Pinus taeda* L. de la región NE de la Argentina. Tesis Maestría. 102 p.
- XIN, T., & Long, C. 2015. *Chinese Aceraceous germplasm resource analysis: A case from Kunming*. Acta horticulturae, (1087), 289-297.
- ZABEL, R.A. y J.J. Morrell 1992. Wood microbiology. Decay and its prevention. Academics Press Inc. San Diego, Estados Unidos. 476 pp.
- ZAMORA Nasca, L.; Montti, L.; Grau, R.; Paolini, L. 2014. Efectos de la invasión del ligusto, *Ligustrum lucidum*, en la dinámica hídrica de las Yungas del noroeste Argentino. Bosque (Valdivia), 35(2), 195-205.

# PROPIEDADES TECNOLOGICAS DE *Guadua trinii* (Nees) Nees ex Rupr. POACEAE DE LA PROVINCIA DE MISIONES

**Christian Bulman**

**Hartkopf**

Ingeniero Forestal. FCF-UNaM. Eldorado-Misiones-Argentina. bulman\_c@hotmail.com

**Ramón Alejandro Friedl**

Mgter. Ingeniero Forestal. Docente de la Facultad de Ciencias forestales - UNaM. Eldorado-Misiones-Argentina. afriedl@facfor.unam.edu.ar

**Teresa María Suirezs**

Mgter. Ingeniera Forestal. Docente de la Facultad de Ciencias forestales - UNaM -IMAN Eldorado- Misiones-Argentina teresuirezs@hotmail.com

**Ignacio Martín Gutiérrez**

Estudiante de Ingeniería en Industrias de la Madera, FCF-UNaM. Eldorado-Misiones-Argentina. ignacioguti@gmail.com

**Adelaida Bragañolo**

Ingeniera en Industrias de la Madera. Docente de la Facultad de Ciencias Forestales - UNaM. Eldorado-Misiones-Argentina. abeyi33@hotmail.com

**Julio Cesar Bernio**

Ingeniero Forestal. FCF-UNaM. Eldorado-Misiones-Argentina.jbernio@arnet.com.ar

**Daniel Videla**

Ingeniero Forestal. FCF-UNaM. Eldorado-Misiones-Argentina. dandalaret@gmail.com

**Hector Keller**

Dr. Ingeniero Forestal. Docente de la Facultad de Ciencias Forestales - UNaM - Conicet. Eldorado-Misiones-Argentina. kellerhector@hotmail.com

TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF *Guadua trinii* (Nees) Nees ex Rupr. POACEAE FROM THE PROVINCE OF MISIONES

Fecha de Recepción: 09/12/2019 // Fecha de Aceptación: 28/12/2019

## RESUMEN

Cada vez más se avanza con el uso de materiales renovables, el bambú es un material con estas características, además de su rápido crecimiento y considerando la escases de conocimientos sobre las características tecnológicas de la especie *Guadua trinii* (Nees) Nees ex Rupr., se planteó como objetivo general estudiar sus propiedades físicas y mecánicas, para ello se ubicaron e identificaron las matas, luego se talaron al azar los culmos maduros que fueron dejados en su lugar de origen a fin de que se produzca la estabilización del material, transcurrida esta etapa se trasladaron los mismos al laboratorio de tecnología de la madera de la Facultad de Ciencias Forestales, UNaM. Una vez que las muestras estuvieron secas, se elaboraron las probetas para estudiar las propiedades, siguiendo los requisitos de la norma ISO 22157-1. Los resultados obtenidos son comparables con otras especies de bambú, por lo que se puede concluir que el material leñoso de esta especie de bambú bajo estudio, podría usarse para varios usos e inclusive la construcción.

**Palabras clave:** Propiedades físicas; propiedades mecánicas; bambú; *Guadua*.

## SUMMARY

More and more progress is made with the use of renewable materials and bamboo is a material with such characteristics. Beside its rapid growth and considering the shortage of knowledge on technological characteristics of the species *Guadua trinii* (Nees) Nees ex Rupr., the study of its physical and mechanical properties was raised as a general objective. For this, bushes were located and identified, then the mature culms that were left in their place of origin were randomly felled in order to stabilize the material, after this stage they were transferred to the wood technology laboratory of the Faculty of Forest Sciences, UNaM. Once the samples were dry, the probes were made to study the properties, following the requirements of ISO 22157-1. The results obtained are comparable with other bamboo species, so it can be concluded that the woody material of this bamboo species under study could be used for different purposes and even for construction.

**Key words:** Physical properties; mechanical properties; bamboo; *Guadua*

## INTRODUCCIÓN

**L**IZARAZU (2013), en su estudio reconoce 10 especies nativas de bambúes leñosos del Nordeste argentino y 8 en regiones límitrofes, pertenecientes a los géneros *Chusquea*, *Guadua*, *Merostachys* y *Colanthelia*.

En este trabajo nos enfocamos en la Tacuara brava *Guadua trinii* (Nees ex Rupr; especie nativa de la provincia de Misiones. Al tratarse de una Gramínea ésta se desarrolla a través de rizomas produciendo aglomerados denominados comúnmente como “matas” compuestas de cañas o culmos (DIMITRI, 1987), la distancia entre culmos está determinada por la naturaleza del rizoma en este caso es de tipo paquimorfo, esta característica produce matas bastante densas entre las cuales es difícil desplazarse.

Según LIZARAZU (2013) las matas poseen culmos huecos de 8 a 10 m de longitud, diámetros de 3 a 5 cm y 5 a 5 mm de espesor de pared. La superficie de los entrenudos tiene surcos, asperezas y rugosidades, los nudos con espinas rígidas y curvadas, a veces con ramificaciones de hasta 1 m de longitud. Está presente en el sur de Brasil, Uruguay y la Argentina, en nuestro país habita las provincias del NEA llegando hasta el Delta del Paraná extendiéndose por los bosques en galería. En Misiones crece en el interior de la selva y es común encontrarla en los afluentes del río Uruguay (PARODI, 1936).

En cuanto al uso tradicional se la emplea en la construcción de chozas y ranchos adhiriendo barro a entramados realizados con los culmos, el hecho de que tenga espinas y una superficie áspera ayuda a la adhesión del barro (BURKART, 1969; NICORA y RÚGOLO DE AGRASAR, 1987). Segundo KELLER (2008), las comunidades Mbya usan cañas de las especies pertenecientes al género *Guadua* para formar parte de la estructura del techo en construcciones como chozas y templos, cita particularmente a las especies *G. angustifolia* y *G. trinii* que utilizaban como viga transversal (denominado *akamby miri arygua*) para sopportar un alero en parte más baja. Hoy en día el bambú tiene diferentes aplicaciones desde ornamentos y servicios ecosistémicos, productos alimenticios, productos sin industrialización para construcción de viviendas, muebles, cercos, artesanía y productos industrializados como ser laminados y pasta para papel (VILLANUEVA *et al.*, 2014). En cuanto a la mano de obra que puede generar, JANSEN (2000) calcula que 1 ha de bambú en la selva boliviana puede generar hasta 20 Tn/año de material para la cosecha, dando trabajo a 10 miembros de la comunidad.

En Colombia, donde los guaduales son manejados con podas y raleos para su aprovechamiento, se realiza tradicionalmente con machetes, el uso de serrucho también resulta factible. En la región de Misiones no se han registrado antecedentes de manejo silvícola en guaduales.

Diferentes autores han generado antecedentes en investigación sobre propiedades físico-mecánicas en diferentes especies del género *Guadua* Kunth. HERNÁNDEZ *et al.*, (2015), obtuvo para *Guadua aculeata* valores de densidad básica que varían de 0,56 a 0,66 g/cm<sup>3</sup> en forma ascendente en la caña. Las contracciones totales en el espesor fueron de 13,9 % y en longitud 0,1 %. El módulo de rotura a la flexión de 51,9 a 79,6 MPa y el módulo de elasticidad de 15.100 a 24.100 MPa.

ORDOÑEZ y BÁRCENAS (2014), estudiaron las propiedades físicas y mecánicas de tres especies de *Guadua* Kunth nativas mexicanas en condición verde; obteniendo los siguientes valores para *Guadua aculeata* Rupr. ex E. Fourn: Contenido de humedad 97 %, densidad básica 0,57 gr/cm<sup>3</sup>, MOR 71,7 MPa y MOE 16.700 MPa a la flexión estática. *Guadua amplexifolia* J. Presl: Contenido de humedad 127 %, densidad básica 0,48 gr/cm<sup>3</sup>, MOR 90 MPa y MOE 18.500 MPa a la flexión estática. *Guadua velutina* Londoño & L.G. Clark: Contenido de humedad 160 %, densidad básica 0,43 gr/cm<sup>3</sup>, MOR 82 MPa y MOE 17.400 MPa a la flexión estática.

LINDHLM y PALM (2007) obtuvieron para *Guadua chacoensis* (Rojas) LONDOÑO & P. M. PETERSON en Bolivia los módulos de elasticidad a la flexión estática promedio del tramo basal de 1,5 m MOE 10.365 MPa y del tramo siguiente de 1,5 m MOE 12.642 MPa y un MOR general de 19 MPa, con un peso específico aparente entre 0,5 y 0,9 gr/cm<sup>3</sup>.

TRUJILLO y SUNEINA (2016) determinaron para *Guadua angustifolia* Kunth un MOE de 17.204 MPa promedio a la flexión estática y una densidad básica de 0,67 gr/cm<sup>3</sup> al 11,2 % de contenido de humedad.

LUNA *et al.*, (2011) determinaron los valores característicos, esfuerzos admisibles y módulos de elasticidad para *G. angustifolia* en Colombia, para ser aplicado en la construcción bajo diferentes condiciones de carga (A: carga muerta, B: carga muerta + viva, C: carga muerta + viva + carga del viento o sismo), siendo el MOR característico 37,4 MPa y el MOR en A 8,3 MPa, en B 10,4 MPa y en C 12,5 MPa; el MOE promedio 13.900 MPa y el mínimo admisible 3.000 MPa; por otro lado, el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 (2010) determina las características que deben tener los culmos de la especie *G. angustifolia* al 12% de contenido de humedad para ser utilizadas en la construcción: MOR admisible de 15 MPa, MOE promedio 9.500 MPa y MOE mínimo admisible 4.000 MPa.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para este estudio se seleccionaron al azar seis culmos maduros de *G. trinii*, en matas de origen natural en un predio privado de la zona oeste de Eldorado, Misiones, 26°26'44" S 54°38'41" O, 170 msnm; el clima de esta región es subtropical sin estación seca y lluvias más abundantes en los meses de invierno (1800 mm/año). Estas matas carecen de tratamiento o manejo y fueron encontradas en las zonas anegadas del sitio. Al tratarse de un guadual natural desconocemos la edad de los ejemplares. Los mismos fueron cortados con machete por encima del primer nudo y dejados en posición vertical por más de veinte días en su lugar de origen, a efectos de lograr su curado natural o avinagrado para evacuar el agua libre en campo y fermentar los azúcares, principal alimento de insectos fitófagos (VILLANUEVA *et al.*, 2014). Posteriormente los culmos fueron trasladados al laboratorio de Tecnología de la madera de la Facultad de Ciencias Forestales, IMAM, UNAM, para su secado y acondicionamiento bajo cubierta hasta un

contenido de humedad de 16 %. El diámetro promedio de los culmos cosechados fue de 45,36 mm. Luego se elaboraron las probetas para la determinación de pesos específicos aparentes, contracción total y flexión estática. La toma de muestras, obtención de probetas y ensayos de las propiedades se realizaron según lo descripto en la Norma ISO 22157-1:2004. Para estudiar los pesos específicos aparentes se utilizaron 29 probetas, contracción y coeficiente de contracción entre 25 y 26 respectivamente figura 1, y para flexión estática 10 probetas figura 2.

Los ensayos físicos fueron determinados utilizando balanza Mettler, con precisión de 0,01 miligramos, estufas de secado con termostato para regular temperaturas de  $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , calibre con precisión de medidas de 0,01 mm. Los ensayos de flexión estática se realizaron con una máquina universal de ensayos electromecánica, con capacidad de 300 kN y precisión de 3 kN, esta cuenta con un programa de donde se toman los datos del ensayo.

El análisis de los datos obtenidos, se realizó empleando una planilla de cálculo, a través de la determinación de los valores mínimos, máximos, promedio, variancia, desvió estándar y el coeficiente de variación %.



**Figura 1.** Probetas de *Guadua trinii* para medición de densidad para ensayos de propiedades físicas.

**Figure 1.** *Guadua trinii* specimens for density measurement for physical property tests.



**Figura 2.** Probeta de *Guadua trinii* para ensayo de flexión estática.

**Figure 2.** *Guadua trinii* specimen for static bending test.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se presentan los valores mínimos, máximos, variancia, desvío estándar, coeficiente de variación y promedios de los pesos específicos aparentes y contenidos de humedad.

**Tabla 1.** Valores de pesos específicos aparente y contenido de humedad.

**Table 1.** Values of specific apparent weights and moisture content.

	PE g/cm <sup>3</sup>	PB g/cm <sup>3</sup>	PA g/cm <sup>3</sup>	PS g/cm <sup>3</sup>	CH %
<b>MINIMO</b>	0,665	0,489	0,557	0,920	14,249
<b>MAXIMO</b>	0,855	0,614	0,707	1,114	20,358
<b>PROMEDIO</b>	0,751	0,558	0,643	1,049	16,553
<b>VAR</b>	0,003	0,002	0,002	0,002	4,020
<b>DESVEST</b>	0,051	0,041	0,046	0,046	2,005
<b>CV %</b>	6,846	7,436	7,161	4,393	12,113
<b>n</b>	26	26	26	26	26

PEE: peso específico aparente estacionado, PEB: peso específico aparente básico, PES: Peso específico saturado, CH: Contenido de humedad, VAR: variancia, DESVEST: Desvío estándar, CV %: Coeficiente de variación porcentual, n: tamaño de la muestra.

Se puede observar que esta especie tiene un peso específico aparente estacionado promedio de 0,751 gr/cm<sup>3</sup> al 16,5% de contenido humedad, superior al de las otras especies de *Guadua* referenciadas y se encuentra entre los valores 0,5 y 0,9 gr/cm<sup>3</sup> descriptos por LINDHLM & PALM (2007) para *G. chacoensis*.

Se presenta en la tabla 2 los valores de contracción total longitudinal, contracción total en el espesor de pared y el coeficiente de contracción del espesor de pared.

**Tabla 2.** Valores de contracción.

**Table 2.** Contraction values.

	CTL %	CTEP %	CCEP
<b>MINIMO</b>	0,01	5,71	0,32
<b>MAXIMO</b>	0,28	15,76	1,07
<b>PROMEDIO</b>	0,12	11,50	0,72
<b>VAR</b>	0,00	7,95	0,04
<b>DESVEST</b>	0,07	2,82	0,20
<b>CV %</b>	54,35	24,51	28,46
<b>n</b>	26	25	25

CTL: Contracción total longitudinal, CTEP: Contracción total de espesor de pared, CCEP: Coeficiente de contracción de espesor de pared, VAR: variancia, DESVEST: Desvío estándar, CV %: Coeficiente de variación porcentual, n: tamaño de la muestra.

Los valores de contracción total obtenidos para *G. trinii* son menores en el espesor de pared que los descriptos por HERNÁNDEZ *et al.*, (2015) para *G. aculeata* y relativamente iguales en contracción longitudinal.

En la tabla 3 se detallan los resultados obtenidos a partir de los ensayos mecánicos de flexión estática, obtenidos con máquina universal electromecánica.

**Tabla 3. Valores de módulos de elasticidad y rotura solicitados a esfuerzos de flexión estática.****Table 3. Values of elasticity and breakage modules requested for static bending stresses.**

	<b>MOE</b> MPa	<b>MOR</b> MPa
<b>MINIMO</b>	14.101,07	90,48
<b>MAXIMO</b>	32.276,64	172,68
<b>PROMEDIO</b>	21.132,63	122,72
<b>VAR</b>	36.165.521,21	821,17
<b>DESVEST</b>	6.013,78	28,66
<b>CV %</b>		23,35
<b>n</b>		10
		10

**MOE:** módulo de elasticidad a la flexión estática; **MOR:** módulo de rotura a la flexión estática, **VAR:** variancia, **DESVEST:** Desvío estándar, **CV %:** Coeficiente de variación porcentual, **n:** tamaño de la muestra.

La especie estudiada en este trabajo presenta un módulo de elasticidad promedio más alto que los obtenidos para las especies estudiadas por ORDOÑEZ y BÁRCENAS (2014), LINDHLM y PALM (2007), TRUJILLO y SUNEINA (2016); exceptuando *G. aculeata* con valores similares, de HERNÁNDEZ *et al.*, (2015), además posee un módulo de rotura superior a cualquiera de las especies citadas en este trabajo.

## CONCLUSIÓN

Se concluye que la especie aquí tratada presenta valores, en cuanto a sus propiedades tecnológicas, son superiores a otras utilizadas en el rubro de la construcción como *G. chacoensis* y *G. angustifolia*.

Las contracciones totales longitudinal y espesor de pared indican valores de un material con poca variación dimensional.

Los módulos de rotura y elasticidad a la flexión estática representan valores adecuados para ser aplicados en carpintería, pisos y laminados.

## BIBLIOGRAFÍA

BURKART, A. 1969. *Guadua*, pp. 32-35, en A. Burkart (ed), Gramíneas. Flora Ilustrada de Entre Ríos 6 (2): 1-551. Colección Científica del INTA, Buenos Aires.

DIMITRI M. J. 1987. Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería. Tomo 1 Descripción de las plantas cultivadas. Editorial ACME S.A.C.I. (3). Buenos Aires. vol. 1. Pp. 116.

HERNÁNDEZ, Z. I.; Candelaria, V. R. O.; Pazos, G. M.; Borja, A. M.; Sánchez, F. J. 2015. Propiedades físico-mecánicas de una guadua mexicana (*Guadua aculeata*) Maderas: Ciencia y Tecnología 17 (3). pp 505-516

ISO 22157-1:2004. Bamboo - Determination of physical and mechanical properties.

JANSSEN J.A., J. 2000. Design and building with bamboo. Technical report No. 20, INBAR. Technical University of Eindhoven. Eindhoven. Países Bajos. 211 p.

KELLER H. A. 2008. Las plantas usadas en la construcción y el acondicionamiento de las viviendas y templos guaraníes en Misiones, Argentina. Bonplandia 17(1): 65-81.

LINDHOLM, M. & Palm, S. 2007. *Guadua chacoensis* in Bolivia - an investigation of mechanical properties of a bamboo species. Master Thesis. Department of Management and Engineering. Centre for Wood Technology & Design. University of Linköping. 145 p.

LIZARAZU, M. A. 2013. Bambúes leñosos (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae) del Noreste argentino y regiones limítrofes: estudios taxonómicos, morfológicos, anatómicos y biogeográficos. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. Biblioteca Digital FCEN-UBA. 241 p.

LUNA P.; Takeuchi C.; Granados G.; Lamus F.; Lozano J. 2011. Metodología de diseño de estructuras en *Guadua angustifolia* como material estructural por el método de esfuerzos admisibles. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Educación en Ingeniería N° 11. Pp. 66-75

NICORA, E. & Rúgolo de Agrasar, Z. E. 1987. Los géneros de Gramíneas de América Austral. Buenos Aires. Editorial Hemisferio Sur. 611 p.

NSR-10 (2010). Reglamento colombiano de construcción sismo resistente. Asociación colombiana de ingeniería sísmica. República de Colombia. 158 p.

ORDOÑEZ, V. R. & Bárceñas, G. M. 2014. Propiedades físicas y mecánicas de tres especies de guaduas mexicanas (*Guadua aculeata*, *Guadua amplexifolia* y *Guadua velutina*). Revista Madera y Bosques vol. 20, núm. 2: pp. 111-125.

PARODI, L. R. 1936. Las Bambúseas Indígenas en la Mesopotamia Argentina. Revista Argentina de Agronomía. 3: pp. 229-305.

TRUJILLO D. & Suneina J. 2016. Grading of Bamboo. International Network for Bamboo and Rattan working paper 79. Editorial Coventry University. 49 p.

VILLANUEVA F. P.; Cóndor J. P.; Alca A. M. 2014. Experiencias sobre la silvicultura y usos del bambú en Colombia. Xilema, Vol 14. pp .17-23.

# ANÁLISIS DE LAS EFICIENCIAS TÉCNICAS Y DE ESCALA EN SISTEMAS SILVOPASTORILES DE MISIONES

TECHNICAL EFFICIENCIES AND SCALE ANALYSIS OF SILVOPASTURE SYSTEMS IN MISIONES

Fecha de Recepción: 18/02/2018 // Fecha de Aceptación: 29/11/2019

## RESUMEN

Se han estudiado eficiencias en fincas en relación a sus variables explicativas y para ello se han utilizado datos de un estudio de productores que han implantado el Sistema Silvo Pastoril, conjuntamente con el convencional de potreros a cielo abierto en Misiones. Mientras que en aquel estudio se han evaluado las eficiencias de escala y técnicas aplicando Análisis de Envoltura de Datos, en esta investigación el modelo elaborado demuestra su importancia ya que incorpora como variables explicativas no controlable por el productor a la especie arbórea implantada. Además permite agregar existencia de piedras y pendiente del suelo, datos disponibles en la muestra. La diferencia de resultados logrados en la medición de la eficiencia técnica son significativos, y por lo tanto la hipótesis nula de igualdad de eficiencia técnica a lograr usando variables de entrada separadas (controlables por el productor y no controlables por éste) y no separadas es rechazada. La especie forestal implantada en la finca ha sido modelada en término de su peso en la eficiencia aplicando el Proceso Jerárquico Analítico. Son significativos los aumentos logrados en los ingresos por venta de carne y madera, al eliminar inefficiencias técnica y de escala en la finca.

**Palabras Clave:** Sistema Silvopastoril, Optimización, Variables separadas, Multicriterio

## SUMMARY

Efficiencies in farms have been studied in relation to their explanatory variables and for this, data from a study of producers who have implemented the Silvo Pastoril System, together with the conventional open-land paddocks in Misiones, have been used. While in that study the efficiencies of scale and techniques have been evaluated by applying Data Envelope Analysis, in this investigation the elaborated model demonstrates its importance since it incorporates the implanted tree species as explanatory variables not controllable by the producer. It also allows adding the existence of stones and soil slope, data available in the sample. The difference in results achieved in the measurement of technical efficiency are significant, and therefore the null hypothesis of equality of technical efficiency to be achieved using separate input variables (controllable by the producer and not controllable by it) and not separated is rejected. The forest species implanted in the farm has been modeled in terms of its weight in efficiency applying the Analytical Hierarchical Process. The increases achieved in the income from the sale of meat and wood are significant, by eliminating technical and scale inefficiencies on the farm.

**Key Words:** Silvopasture System, optimization , Separated Variables, Multicriteria

## Anabella De Luca

Doctor en Administración, Presidente de la Fundación Misionera de Ciencia y tecnología, ex profesor titular de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNAM Club de Campo La Eugenia – Ruta 105 – Km 5 – 3304 Garupa , Misiones deluca@fce.unam.edu.ar

## José María De Luca

Doctor en Administración, Presidente de la Fundación Misionera de Ciencia y tecnología, ex profesor titular de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNAM Club de Campo La Eugenia – Ruta 105 – Km 5 – 3304 Garupa , Misiones deluca@fce.unam.edu.ar

Maestrando del Programa de Administración Estratégica de Negocios de la UNAM Facultad de Ciencias Económicas – Campus Universitario – 3304 Miguel Lánus – Posadas – Misiones anydeluca86@gmail.com

## INTRODUCCIÓN

### Los sistemas agro forestales en Misiones

**C**omo lo explican (FREY *et al.*, 2012), los sistemas agro forestales combinan los cultivos anuales, a veces conjuntamente con la cría de ganado y cobertura arbórea. Una forma especial de ellos son los Sistemas Silvo Pastoriles (SSP), que son la combinación de cría de ganado, cultivos realizados o aprovisionamiento de forraje y cobertura arbórea en la misma parcela.

Como lo indican (COLCOMBET *et al.*, 2010). extensionistas e investigadores académicos, han planteado recomendaciones a las instituciones gubernamentales y empresarias basadas en experiencias de campo sobre las ventajas de los resultados productivos del SSP frente al manejo convencional.

A pesar de que los sistemas silvopastoriles son importantes en todas las zonas agroeconómicas homogéneas (ZAH) de Misiones (GÜNTHER *et al.*, 2008), la investigación descripta en este artículo se ha limitado a solo dos de ellas, las regiones Noroeste y Centroeste.

El Sistema Silvopastoril tiene una participación del 25 % en el total de las fincas agropecuarias y es un complemento de la actividad forestal en las pequeñas y medianas chacras (GÜNTHER *et al.*, 2008).

El Censo Nacional Agropecuario del 2002 ha arrojado aproximadamente 350.000 cabezas de ganado vacuno en las zonas mencionadas, manejados por 18.500 establecimientos ganaderos y representaba alrededor del 1% del total nacional.

Existían 300.000 ha en producción agrícola, la mayoría de ellas eran de economía mixta, siendo la actividad ganadera complementaria a la de otras como cultivos industriales, bosques implantados y nativos (GÜNTHER *et al.*, 2008).

Las cuencas ganaderas de 25 de Mayo, San Pedro, Ruiz de Montoya, Puerto Rico, Montecarlo y Andresito reunían más del 70 % del total del rodeo ganadero provincial y estaban en manos de aproximadamente 12.000 productores. En estas cuencas los rodeos eran de ciclo completo, con existencias de 50 a 500 cabezas por establecimiento (GÜNTHER *et al.*, 2008).

El 15 % del total de los productores concentraba el 70% del total del rodeo con 175.000 cabezas, y el 85 % de los restantes productores manejaban 75.000 cabezas, en una franja de pequeños ganaderos con rebaños, de menos de 15 cabezas (GÜNTHER *et al.*, 2008).

(FASSOLA *et al.*, 2010) han analizado las características socio económicas y ambientales de los sistemas silvopastoriles en Misiones y NE de Corrientes y han observado el nacimiento de una nueva generación de productores agro forestales.

Han sido identificados una serie de valiosos recursos que abrirían un incipiente escenario de agro negocios en el NEA, apuntado a incursionar en actividades complementarias y conexas, apoyados en un enfoque de negocios integrados (FASSOLA *et al.*, 2010).

No menos importantes en la consolidación de los nuevos negocios, han sido la continua reducción de costos por aumento de la productividad, la mejor calidad lograda

del ganado de los rodeos, el nacimiento de una demanda de carne diversificada y nuevas estrategias de marketing (FASSOLA *et al.*, 2010).

Se ha analizado la sustentabilidad económica, social y ambiental de las actividades agrícolas y forestales de la región del NEA y se ha demostrado la primacía del sistema silvopastoril frente a la ganadería de cielo abierto, la actividad forestal tradicional y los cultivos anuales (FASSOLA *et al.*, 2010).

Los resultados económico financieros esperados por un productor que se inicie en este sistema han sido medidos bajo diferentes técnicas (COLCOMBET *et al.*, 2010).

La importancia de la genética animal adaptada a la región, de la capacidad gerencial del productor, y de orientar el sistema silvopastoril al engorde fueron las conclusiones principales logradas de los factores de éxito extraídos de las entrevistas (COLCOMBET *et al.*, 2010).

Es conveniente implantar la estrategia del sistema silvopastoril, ya que permite mayor rentabilidad que la forestal pura y que la ganadera convencional (FREY *et al.*, 2008).

### La medición de eficiencias en Economía de la Producción

Los avances de Economía en Producción en sectores industriales a mediados del siglo pasado fueron orientados a la obtención de funciones matemáticas que vinculen las producciones logradas y los recursos involucrados (COELLI *et al.*, 1998).

La medición de la productividad ha sido para los economistas una de las metas en el estudio de las eficiencias en una empresa, que es calculada por el cociente entre la producción lograda y el recurso utilizado (AFRIAT, 1972), y si se introducen valores económicos en el cálculo , se obtienen las eficiencias asignativas, (SEIFORD, 1996).

Mediante el cálculo previo de las eficiencias técnicas y asignativas se logra determinar la eficiencia global de la unidad económica (COELLI *et al.*, 1998).

La eficiencia total de la Función de Producción puede ser descompuesta en dos medidas independientes : eficiencia técnica pura y eficiencia de escala (COELLI *et al.*, 1998).

El valor de la eficiencia de escala puede ser conocida realizando el cociente entre la medida de la eficiencia lograda a través del modelo a rendimiento de escala constante (CCR-I) y la del modelo a rendimiento a escala variable (BCC-I) (COELLI *et al.*, 1998).

La Función de Producción que mejor representa el comportamiento de las variables en economía forestal de mano de obra intensiva es el de rendimiento de economía de escala constante, ya que a un aumento proporcional de todas las variables de entrada se obtiene un aumento en la misma proporción de las variables de salida (COELLI *et al.*, 1998)

## La importancia del análisis de envolvente de datos en medición de eficiencias

El Análisis de Envolvente de Datos, cuyo acrónimo en inglés es DEA, es una técnica creada por Charnes, Cooper y Rhodes (CHARNES et al. 1984), que permite estimar con un método no paramétrico, la frontera de producción de un sector económico y evaluar las eficiencias relativas de las unidades económicas integrantes del sector.

DEA permite combinar los recursos de entrada y las producciones de salida utilizando variables de pesos y que mediante la técnica de programación lineal deben ser optimizadas (CHARNES et al., 1984).

## Las variables categóricas medidas con el proceso jerárquico analítico

SAATY (1997) ha creado el método multi criterio denominado Proceso Jerárquico Analítico cuyo acrónimo en inglés es AHP y en español es PJA para resolver la toma de decisiones ante múltiples alternativas, criterios y expertos, quienes generalmente emiten juicios enfrentados, a veces en escalas categóricas.

La ventaja de asignar valores a cada atributo o criterio, logrado a través de comparaciones de a pares es una ventaja del PJA, que permite convertir juicios en escala categórica en una escala numérica (SAATY, 1997).

AZNAR BELLVER y CABALLER MELLADO (2005) han utilizado el PJA, para la valoración agraria de fincas de baja tecnología en España, con igual fin se ha aplicado esta técnica a las especies forestales analizadas en este estudio.

## Avances en los modelos de análisis de envolvente de datos

BANKER y MOREY (1986) han desarrollado modelos DEA donde se puede estimar el progreso en la eficiencia técnica por reducción en el consumo de los recursos, sin disminución de las producciones de salida, y ello posibilita conocer el ahorro de recursos factible a lograr por aumento de eficiencia.

Las eficiencias sectoriales por ahorro de recursos han sido medidas en modelos donde previamente se han clasificado los recursos de entradas en controlables por la empresa y fijos (BANKER y MOREY, 1986).

(BANKER y MOREY, 1987) recomiendan construir tres tipos de modelos DEA avanzados por separación de las variables de los recursos aplicados, y ellos son:

- Modelo de eficiencia técnica pura,
- Modelo de eficiencia de escala
- Modelo de eficiencia técnica pura y de escala

## La importancia del problema a estudiar

Como lo indican (FREY et al., 2012), la necesidad de estudios comparativos de eficiencias de los sistemas agro forestales ha permitido la aplicación de herramientas provenientes de la matemática aplicada y estadística en estos sistemas, y que han sido de mucha utilidad en economía forestal.

Mientras que (FREY et al., 2012) han comparado eficiencias entre diferentes SSP utilizados por la misma finca, esta investigación analiza las sensibilidades de los valo-

res de las eficiencias relacionadas a las variables de entrada de dichas fincas.

## Formulación de la hipótesis y de los objetivos del estudio Objetivos:

Analizar si existen diferencias de eficiencias entre los tres tipos de modelos DEA avanzados (BANKER y MOREY, 1986).

Demostrar que el modelo envolvente aplicado al sistema silvopastoril, para su optimización, requiere reducir las variables controlables de entrada sin importar la eficiencia lograda por economía de escala del mismo (BANKER y MOREY, 1986).

La hipótesis nula de esta investigación sostiene que no hay diferencia significativa entre la eficiencia técnica pura con variables de entrada separadas y no separadas.

Hipótesis Nula:  $[ETPVES] - [ETPVEC] = 0$ , donde:  
ETPVES = Eficiencia Técnica Pura Modelo con Variables de Entrada Separadas

ETPVEC = Eficiencia Técnica Pura Modelo con Variables de Entrada No Separadas

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Eficiencia técnica en sistemas silvopastoriles

En el Sistema Silvopastoril de Misiones existían, al momento del relevamiento, algunas fincas que poseían un solo sistema, otras simultáneamente los dos: a cielo abierto y silvopastoril, y algunas, además, tenían el agregado de la actividad forestal sin cría de ganado en la parcela (FREY et al., 2008).

Se han identificado en la base de datos utilizada (FREY et al., 2008), las variables clasificadas en controlables por el propietario de la finca como Mano de Obra y Capital fijo (insumos y pasturas implantadas exceptuando cultivos de consumo) y otras no controlables por él (exógenas).

Se han asumido como no controlables a las variables de superficie de la finca, especie forestal implantada y el tipo de suelo (FREY et al., 2008).

En las fincas seleccionadas en el estudio, se considera que las especies forestales han sido correctamente implantadas, tanto en su orientación como en la elección del tipo de las mismas según el suelo existente (FREY et al., 2008).

Las especies forestales estudiadas por el método PJA de a pares fueron *Eucaliptus grandis*, *Araucaria angustifolia*, *Eucaliptus dunnii*, *Pinus caribea*, *Pinus elliottii* y *Pinus taeda*.

Se calcularon el autovector y sus autovalores mostrados en la Tabla 1 que son los pesos de importancia de contribución de cada especie forestal al SSP.

El Índice de Importancia es una medida adimensional cuyo mínimo es 0 y máximo 1 a mayor valor, mayor será su contribución al SSP.

Los datos extraídos del estudio anteriormente citado (FREY et al., 2008), conjuntamente con los índices de las especies forestales implantadas en cada finca, permitió construir la base de datos, cuya muestra parcial se presenta en la Tabla 2.

**Tabla 1. Índice de Importancia de la Contribución de la Especie Forestal en el SSP**  
**Table 1. Importance of the Contribution of the Forest Species Index in the SSP**

Especie	Índice de Importancia (adimensional)
<i>Eucalyptus grandis</i>	0,21
<i>Pinus taeda</i>	0,14
<i>Pinus elliottii</i>	0,12
<i>Araucaria angustifolia</i>	0,18
<i>Eucalyptus dunnii</i>	0,20
<i>Pinus caribaea</i>	0,15

**Tabla 2. Muestra de la Información Económica de las fincas estudiadas**  
**Table 2. Sample of the Economic Information of the farms studied**

EAP	Hectáreas (Ha)	Ingresos Forestales (Miles de Pesos Base 2008)	Ingresos de Carne (Miles de Pesos Base 2008)	Mano de Obra (Miles de Pesos Base 2008)	Capital Fijo (Pasturas e Insumos Excluyendo cultivos para consumo) (Miles de Pesos Base 2008)	Importancia de la Especie Forestal de la finca (Índice Adimensional)	Especie Forestal
1	14	222.77	22.84	1.16	152.32	0.21	<i>Eucalyptus grandis</i>
2	3	34.38	4.36	0.13	25.35	0.14	<i>Pinus taeda</i>
3	680	3667.48	531.41	83.57	2634.96	0.14	<i>Pinus taeda</i>
4	8000	48236.90	6607.60	227.37	16832.33	0.12	<i>Pinus elliottii</i>
18	500	3549.40	4958.40	24.02	2638.35	0.14	<i>Pinus taeda</i>

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para analizar la contribución del tipo de especie forestal a la eficiencia técnica de la finca, se han clasificado las fincas según aquella implantada.

La tabla 3 muestra los resultados obtenidos, de sus valores medios y desviaciones standard donde es *Araucaria angustifolia* la especie de mayor contribución a la eficiencia para la actividad silvopotoril y es *Pinus caribaea* la menor. *Eucalyptus dunnii* no tiene valor de desviación standard ya que solo una finca ha implantado esta especie forestal.

A pesar de ello, las diferencias de eficiencias entre fincas clasificadas según las especies forestales implantadas no son marcadamente significativas, ya que todas se ubican entre 50% y 75% de eficiencia técnica.

A los fines de analizar las diferencias entre eficiencia técnica pura, eficiencia de escala, y eficiencia técnica y de escala simultáneamente, se estudiará el caso de la finca 18 cuyas mediciones entregan los valores indicados en la Tabla 4.

Como lo indican (FREY *et al.*, 2008), una eficiencia de 1 (o 100%) significa que la finca es técnicamente eficiente con relación a las otras fincas, o sea, no hay ninguna otra finca o combinación lineal de fincas que logre mayor valor de salidas con igual o menor valor de entradas.

La medición de la eficiencia técnica pura da un valor de 0,618, lo que significa que está debajo del óptimo en 38,2 %, mientras que para la eficiencia de escala la desviación del óptimo es de 21,9 % y para la eficiencia conjunta, técnica y de escala es de 11,5%.

Por los resultados logrados de diferencia entre las eficiencias técnicas puras, de escala y combinadas, se rechaza la hipótesis nula y de esta manera queda demostrado la ventaja de los modelos con variables separadas (BANKER y MOREY, 1986).

**Tabla 3. Eficiencia Técnica según la Especie Forestal de la Finca****Table 3. Technical Efficiency according to the Forest Species of the Farm**

Especie	Eficiencia	
	Media	Desvío Std
<i>Araucaria angustifolia</i>	0,71	0,31
<i>Pinus elliottii</i>	0,66	0,25
<i>Pinus taeda</i>	0,62	0,19
<i>Eucalyptus grandis</i>	0,53	0,01
<i>Eucalyptus dumii</i>	0,52	
<i>Pinus caribaea</i>	0,50	0

**Tabla 4. Resultados de Medición de Eficiencias de la Finca 18****Table 4. Farm Efficiency Measurement Results 18**

Modelos de Medición de Eficiencias	Eficiencia (adimensional)	Holgura Ingresos Forestales (miles de pesos Base 2008)	Holgura Ingresos Carne (miles de pesos Base 2008)	Holgura Mano de Obra (miles de pesos Base 2008)	Holgura Capital Fijo (miles de pesos Base 2008)	Holgura Superficie de la Explotación (Ha)	Holgura Especie Forestal (adimensional)	$\sum \lambda_{j}$ (total de pesos prioritarios)
Eficiencia Técnica Pura	0,618	6585,8	1,142	3,7040	344,56	78,9	1,290	1,092
Eficiencia de Escala	0,781	14161	0	0,3424	0	463,54	101,75	1,094
Eficiencia Técnica y de Escala	0,885	8726,1	0	0,4591	0	468	606,75	1,097

Además, se observa que en los tres modelos de medición de eficiencias, la suma total de los pesos de las fincas estudiadas da un valor superior a la unidad.

Ello significa que la finca 18 se encuentra en los tres modelos, operando en un área de la función de producción que permite posibilidades de aumento del retorno de escala.

Por lo tanto, si las variables controlables o discrecionales, que son las únicas posibles de ser modificadas (mano de obra y capital fijo) aumentan, las variables de producción forestal y carne, aumentarán en una proporción mayor a aquellas.

Para analizar sensibilidades de las eficiencias por cambio en entradas y salidas de la finca 18 se debe analizar la Tabla 5.

Se puede ver que los mayores logros al eliminar ineficiencias se realizan en las producciones de salida, ya que los recursos de entrada tienen poca mejora, especialmente mano de obra,

Los ingresos forestales pueden duplicar sus valores actuales eliminando ineficiencias técnicas y casi triplicarlo, eliminando ineficiencias técnicas y de escala en forma conjunta.

**Tabla 5. Costos e Ingresos Posibles Eliminando Ineficiencias de la Finca 18****Table 5. Possible Costs and Income by Eliminating Farm Inefficiencies 18**

Variables	Valores extraídos de la Tabla 2	Incrementos o Decrementos a lograr eliminando ineficiencia técnica (Miles de Pesos Base 2008)	Incrementos o Decrementos a lograr eliminando ineficiencia técnica y de escala (Miles de Pesos Base 2008)
M O	24.01	-12.87	-3.22
Capital	2638.34	-1352.4	-303.4
Ing Forestales	3549.39	7941.66	9134.27
Ing Carne	4958.7	5036.22	6070.25

## CONCLUSIÓN

Se ha rechazado la hipótesis nula de no incidencia en la eficiencia cualquiera sea la clasificación de los recursos de las variables de entrada.

Se ha demostrado que el modelo envolvente aplicado al SSP, logra ser optimizado reduciendo totalmente las variables controlables, sin importar la economía de escala lograda en el mismo.

El PJA ha sido usado para resolver la conversión de una variable categórica como la especie forestal, en una variable numérica y así ser utilizada como variable no controlable en los modelos de Análisis de Envolvente de Datos.

La técnica del modelo avanzado de DEA con variables separadas (BANKER y MOREY ,1986), permite calcular los valores potenciales a lograr, por eliminación de ineficiencias y permite así obtener información adicional que podría ser útil para mejorar la competitividad y productividad del SSP.

## AGRADECIMIENTO

Este trabajo se ha podido realizar gracias a la generosidad del Dr. Gregory Frey, quien ha facilitado a los autores, todos los trabajos de campo realizados en su investigación sobre este tema.

También los autores agradecen al Dr. Diego Broz por su ayuda en la evaluación de a pares de las especies forestales usadas en la actividad silvopastoril en Misiones, y por último, los autores manifiestan un especial agradecimiento al Dr. Mario Rosemberger por su inestimable colaboración en la construcción de los modelos en Matlab.

## BIBLIOGRAFÍA

AFRIAT, S.N. (1972), "Efficiency Estimation of Production Functions", I.E.R., 13, 568-598.

AZNAR BELLVER J. y Caballer Mellado V. (2005) An Application of the AHP Method in Farmland Appraisal, Depto de Econ y Cs.Soc. Univ Polit. de Valencia. Spain. Spanish Journal of Agricultural Research 3(1), 17-24.

BANKER R.D. y Morey R.C.(1986) Efficiency Analysis for Exogenously Fixed Inputs and Outputs. OperationResearch 34(4): 513-521, <http://dx.doi.org/10.1287/opre.34.4.513> .

BANKER R.D. y Morey R.C.(1987) The Use of Categorical Variables in DEA, Mgmt Sci 32(12):1613-1627, <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.32.12.1613> .

CHARNES A., Cooper W. W., Lewin A. and Seiford L. M.( 1994), "D.EA: Theory, Methodology and Applications"; Boston, Kluwer Academic Publishers;; 402 pages

CHARNES, A.,et. al.(1978),"Measuring the Efficiency of Decision Making Units", European Journal of Operational Research, pp 429-444.

COELLI T., Prasado Rao D.S. y Battese G.E.(1998),"An Introduction to Efficiency and Productivity Analysys", Springer Science-Business Media,L.L.C., pp 8-23.

COLCOMBET L., Crechi E., Keller A., Pachas N., Fassola H., Lacorte S., Esquivel J.(2010). Comparación Preliminar de Resultados Financieros y Económicos de Proyectos Forestales, Ganaderos y Silvopastoriles en Misiones. Actas XIV Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales FCF – EEA Montecarlo INTA , Eldorado , Misiones, disponible en CD ,biblioteca de la FCF , UNAM, Eldorado.

FASSOLA H.E., Lacorte S.M., Pachas N., Keller A.(2010). Sistemas Silvopastoriles en Misiones y NE de Corrientes y su Entorno de Negocios. Actas XIV Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales FCF – EEA Montecarlo INTA , Eldorado , Misiones, disponible en CD ,biblioteca de la FCF , UNAM, Eldorado.

lo INTA , Eldorado , Misiones, disponible en CD ,biblioteca de la FCF , UNAM, Eldorado.

FREY G.E., Fassola H.E., Lacorte S.M., Pachas N., Colcombet L.(2008).La Medición de la Eficiencia Técnica de Sistemas Silvopastoriles en Misiones y Corrientes, Argentina. Revista Yvyrareta Vol 15, 67- 73. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones.

FREY, G. E. , Fassola H.E., Lacorte S.M., Pachas N., Colcombet L, Renkow M.,Perez O., Cabbage F.W. (2012). A within-farm efficiency comparison of silvopasture systems with conventional pasture and forestry in northeast Argentina. Land Economics, 88(4), 639-657.

GÜNTHER D.F., Correa de Temchuk M. y Lysiak E.(2008). Zonas Agroeconomicas Homogeneas de Misiones. Estudios Socioeconómicos de la Sustentabilidad de los Sistemas de Producción y Recursos Naturales.Vol 5. Ediciones INTA. Misiones, Argentina.

SAATY T., (1997). Toma de decisiones para líderes. RWS Publications. Pittsburgh. 424 pp.

# ESTUDIO MORFO-FISIOLÓGICO DE SEMILLAS Y PLÁNTULAS EN *Hyptis australis* EPL. (LAMIACEAE)

MORPHO-PHYSIOLOGICAL STUDY OF SEEDS AND SEEDLINGS IN *Hyptis australis* EPL. (LAMIACEAE)

Fecha de Recepción: 13/12/2019 // Fecha de Aceptación: 19/12/2019

## RESUMEN

### Duarte Evelyn Raquel

Ingeniera Forestal, Doctora en Recursos Forestales, Jefe de Trabajos Prácticos, Facultad de Ciencias Forestales (FCF)-Universidad Nacional de Misiones (UNaM). evelynduarte1982@gmail.com

### Schamne Daniel Ricardo

Ingeniero Forestal, Ayudante de Primera, Facultad de Ciencias Forestales (FCF)-Universidad Nacional de Misiones (UNaM). danielschamne@yahoo.com.ar

### Keller Héctor Alejandro

Ingeniero Forestal, Doctor en Recursos Naturales, Doctor en Antropología, Facultad de Ciencias Forestales (FCF)-Universidad Nacional de Misiones (UNaM). Investigador Adjunto del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). kellerhector@hotmail.com

*Hyptis australis* Epl. es una hierba endémica de la Provincia de Misiones cuyo estado de conservación está gravemente comprometido dada la pérdida del ambiente, su restringida distribución y escases de información sobre su reproducción por semillas. El objetivo del presente estudio fue evaluar el tipo de fotoblastismo que poseen las semillas de *H. australis*, así como cuál es el sustrato más apropiado para la germinación y realizar una descripción del proceso fisiológico y morfológico de plántulas. Para esto se colectaron ramas fructíferas en el año 2017 y se instalaron dos ensayos, uno considerando la presencia o ausencia de luz durante el proceso germinativo, y otro con tres tipos de sustratos (tierra de monte, corteza de pino y arena), a fin de determinar bajo qué condiciones germinan. Los resultados determinaron que las semillas son fotoblásticas positivas, por lo tanto necesitan permanecer en la superficie para germinar, consecuentemente el tipo de sustrato no afecta el proceso morfogénico. La germinación es epígea y se inicia dos días después de la siembra, bajo condiciones de oscuridad las plántulas desarrollan largos hipocótilo y cotiledones pequeños.

**Palabras clave:** endémica, germinación, sustrato, fotoblastismo

## SUMMARY

*Hyptis australis* Epl. is an endemic herb of the Province of Misiones whose conservation status is seriously threatened given the loss of the environment, its restricted distribution and the scarcity of information on its reproduction by seeds. The objective of the present study was to evaluate the type of photoblastism that *H. australis* seeds had, as well as the most appropriate substrate for germination and to describe the physiological and morphological process of seedlings. For this, fruitful branches were collected in 2017 and two tests were installed, one determines the presence or absence of light during the germination process, and the other with three types of substrates (forest soil, pine bark and sand), in order to determine under what conditions they germinate. The results established that the seeds are positive photoblastic, therefore they remain on the surface to germinate, consequently the type of substrate does not affect the morphogenic process. Germination is epigeal and begins two days after sowing, under dark conditions seedlings develop long hypocotyls and small cotyledons.

**Key words:** endemic, germination, substrate, photoblastism.

## INTRODUCCIÓN

**L**a familia de las Lamiaceae está constituida por hierbas, arbustos y ocasionalmente árboles y lianas provistas de glándulas secretoras de aceites esenciales (ORFILA y FARINA 1996; FERNÁNDEZ-ALONSO y RIVERA-DÍAZ 2006). Está compuesta por unos 236 géneros y aproximadamente 7176 especies que se distribuyen en ambos hemisferios (HARLEY *et al.*, 2004). En la Argentina se encuentra representada por 31 géneros y 112 especies de las cuales tres son endémicas (ZULOAGA y BELGRANO 2015), las mismas se distribuyen en todas las regiones geográficas, pero principalmente en zonas templadas a cálidas (EPLING 1949).

*Hyptis* Jacq. es uno de los géneros que habitan en la Argentina, representado por 11 especies (O'LEARY, 2015), entre las cuales se encuentra *H. australis*, considerada endémica de la Provincia de Misiones (KELLER y TRESSENS 2016). Se trata de una hierba perenne de 30-50 cm de alto (EPLING 1949), cuyas flores se disponen en inflorescencias axilares y las unidades de dispersión son frutos conocidos como núcules (EPLING 1949; SCANDALIARIS 2017). Es una especie que podría estar en peligro de extinción dada su escasa distribución y por la pérdida del ambiente específico en el que crece (KELLER y TRESSENS 2016). Actualmente no integra la lista de especies con propiedades medicinales, sin embargo en el género *Hyptis* existen especies que son reconocidas mundialmente como aromáticas, medicinales y alimenticias (NOVOA *et al.*, 2005; GHAFFARI *et al.*, 2014). Asimismo, en varias especies de *Hyptis* se han identificado compuestos químicos de importancia medicinal (FALCÃO y MENEZES 2003), dado que tienen un efecto antimicrobiano y antioxidante (TAFURT GARCIA *et al.*, 2014).

De acuerdo con los antecedentes del género, *H. australis* también podría contener alguna propiedad medicinal. Consecuentemente este aspecto, más el hecho que es endémica, acentúa la necesidad de generar estrategias de conservación. Por ello resulta imprescindible conocer la morfología de la plántula así como su fisiología reproductiva. Por otro lado, existe un escaso conocimiento acerca del proceso germinativo de esta especie, así como cuales son las condiciones más apropiadas para obtener plantas desde semillas.

La germinación de las semillas es un proceso que está regulado por factores internos y externos, que dependen de la señalización de Giberelinas, dado que estimula la división celular y regula el crecimiento en respuesta a la luz o la oscuridad (GUPTA y CHAKRABARTY 2013). De acuerdo a cuál es la respuesta de germinación frente a presencia o ausencia de luz, las semillas pueden ser fotoblásticas positivas, negativas y no fotoblásticas (PIEDRAHITA 1997). El fotoblastismo es el término acuñado para la germinación dependiente del fitocromo (FIGUEROA y VÁZQUEZ YANES 2002).

Además de las condiciones de luz, el sustrato es otro factor relevante en la germinación de semillas a tal punto que puede afectar la sobrevivencia de las plántulas. Por lo tanto, si el sustrato donde se colocan las semillas no

brinda las condiciones óptimas para la germinación y supervivencia de las plántulas, éstas están destinadas a perecer (DUARTE *et al.*, 2019).

Dada la importancia ecológica, el posible potencial medicinal y la escases de información de *H. australis*, se plantea como objetivos de este estudio, conocer el tipo de fotoblástismo que presenta la semilla y determinar cuál es el sustrato óptimo para la germinación, y realizar una descripción del proceso germinativo y de la morfología de las plántulas de la especie bajo estudio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Cosecha de las núcules

Durante el mes de abril del año 2017 se colectaron frutos de *H. australis* del Parque Provincial Teyú Cuaré (27° 16' 43,9" S y 55° 33' 44,9" O), ubicado en la Localidad de San Ignacio (Misiones, Argentina). Posterior a la cosecha, las ramas fructíferas con frutos maduros, se colocaron en bolsas de papel y polietileno para su almacenamiento en heladera durante 12 meses, hasta la obtención de las núcules que fueron utilizadas en el ensayo.

### Experimento para determinar el fotoblástismo en las semillas de *H. australis*

Las núcules se colocaron en un sobre de papel filtro y fueron lavadas con una solución de lavandina (25 g de Cloro por litro) en una concentración del 10% durante 10 minutos y posteriormente se enjuagaron tres veces con agua corriente. Luego de la desinfección, las núcules fueron colocadas en cajas de Petri de 5,5 cm de diámetro, que contenían papel absorbente humedecido con agua corriente. Para evaluar la germinación bajo condiciones de luz, 4 cajas de Petri con 25 semillas cada una, fueron expuestas a condiciones de luz en un periodo de 16 horas luz, en tanto que para evaluar el proceso morfogénico en oscuridad, las cajas de Petri (4 con 25 semillas) fueron recubiertas con papel aluminio. Ambos tratamientos fueron incubados en una cámara con condiciones controladas de luz (116  $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , PAR, fotoperiodo 16 horas) y temperatura ( $27 \pm 2^\circ\text{C}$ ). Las condiciones ambientales de la cámara se controlaron empleando un termómetro de mercurio y una barra medidora de luz (modelo 2017).

Durante los 30 días que transcurrió el ensayo no se agregó agua a las cajas de Petri y al finalizar este periodo las variables analizadas fueron la Capacidad Germinativa (CG),

$$CG (\%) = \frac{G}{N} \times 100 \quad (\text{BALOCCHI } et al., 1998)$$

Donde CG es porcentaje de germinación, G el número total de semillas germinadas y N - número total de semillas cultivas o sembradas.

Y la Germinación Relativa a la Luz (GRL),

$$GRL (\%) = \frac{GL}{(GO+GL)} \quad (\text{FUNES } et al., 2009)$$

Donde GL es el porcentaje de germenación en luz y GO es el porcentaje de germinación en oscuridad. Los valores pueden variar de 0 a 1, estos valores indican que germina solo en oscuridad (0) o solo en presencia de luz (1).

### Experimento en diferentes sustratos

Para estudiar el proceso germinativo en diferentes sustratos, se procedió a colocar 100 núcules (25 por repetición), sin ninguna desinfección, en 4 recipientes herméticos de plásticos de 8 cm de diámetro que contenían, corteza de pino, tierra de monte y arena, todos humedecidos con agua. Las muestras con las semillas fueron colocadas también en las condiciones de luz y temperatura controlada antes mencionada, se realizó un registro diario de la cantidad de semillas germinadas, considerando como tal a las semillas que emitían la radícula (pequeña protuberancia de color blanco) y una vez que se observó un número constante, se dio por finalizado el ensayo y se procedió a determinar la CG, el tiempo medio de germinación y el índice de velocidad de germinación.

El Tiempo Medio de Germinación (TMG) se estimó empleando la siguiente fórmula,

$$TMG(\text{días}) = \frac{\sum D \cdot n}{\sum nt} \quad (\text{BEWLEY y BLACK 1994})$$

Donde, D es el número de días registrados desde el comienzo de la germinación, n es el número de semillas germinadas en el día D y nt es número total de semillas sembradas.

El Índice de Velocidad de Germinación (IVG) se estimó con la siguiente expresión,

$$IVG(\text{semillas germinadas/día}) = \sum_{n=1}^n \frac{G_i}{N_i} \quad (\text{MAGUIRE 1962})$$

Donde, Gi es el número de semillas germinadas y Ni la cantidad de días en el cual germinaron.

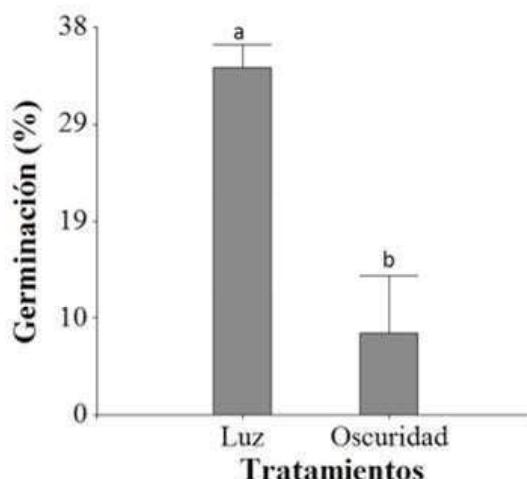
### Diseño estadístico

El diseño utilizado fue completamente aleatorizado con cuatro repeticiones de 25 semillas cada uno. Los datos de las variables del ensayo de fotoblástismo fueron analizados a través del Test t y los del experimento de sustratos por medio de un análisis no paramétrico (Kruskal Wallis), en ambos casos se empleó un nivel de significancia de 5%. El procesamiento de los datos fue realizado empleando el software INFOSTAT (DI RIENZO *et al.*, 2016).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Efecto de la luz sobre la germinación de semillas de *H. australis*

Las semillas de *H. australis* bajo condiciones de luz alcanzaron un  $34 \pm 2,31\%$  de CG, mientras que en oscuridad solo fue del  $8 \pm 5,65\%$ , manifestando diferencias significativas (Gráfico 1). Consecuentemente el valor del GRL fue de 0,81, por lo tanto, se puede decir que las semillas de esta especie tienen un comportamiento de fotoblástismo positivo, fenómeno que ya había sido observado en otras especies del género *Hyptis* (DOS SANTOS NETO *et al.*, 2008; SALES *et al.*, 2011).



**Gráfico 1. Efecto de la luz sobre la CG de *H. australis*.** Letras distintas indican diferencias significativas de acuerdo al Test T ( $P \geq 0,05$ ).

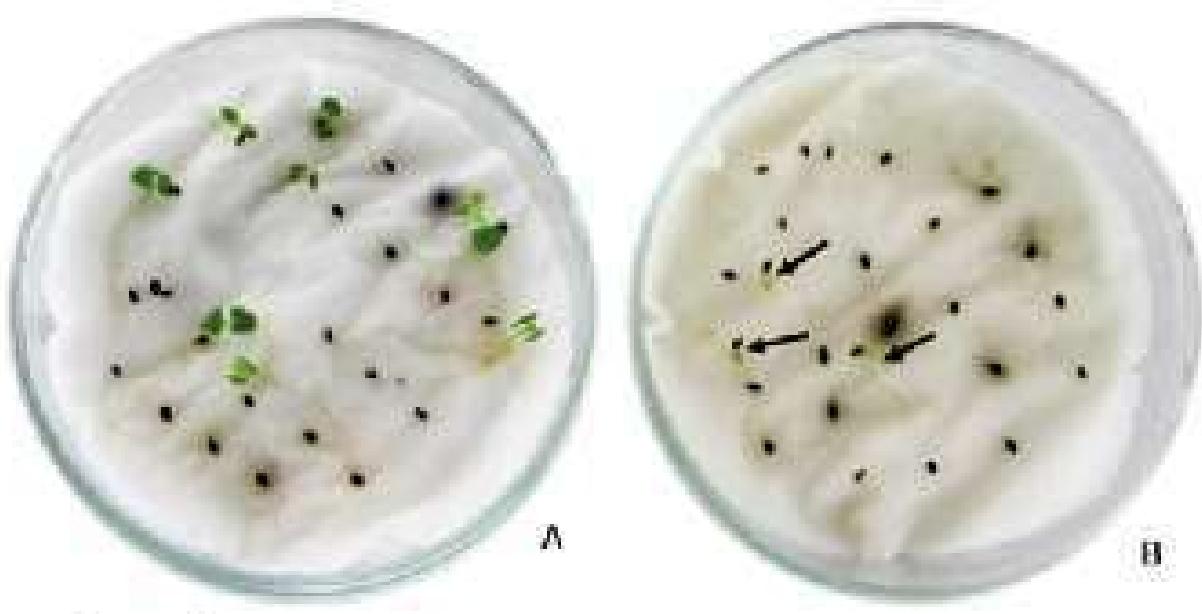
**Graph 1. Effect of light on the GC of *H. australis*.** Different letters indicate notable significant differences according to Test T ( $P \geq 0,05$ )

Este comportamiento en las plantas que poseen semillas pequeñas y además requieren de luz para germinar, es una estrategia de adaptación adquirida por estas especies para crecer en ambientes abiertos, con alta radiación solar (CORREDOR *et al.*, 2015). En las semillas fotoblásticas positivas el porcentaje de germinación varía considerablemente de acuerdo con el grado de irradiación (ESCOBAR y CARDOSO 2015), por lo tanto, es posible la germinación de éstas cuando permanecen en la superficie del suelo (CORREDOR *et al.*, 2015).

En cuanto al aspecto y calidad de las plántulas que germinaron en condiciones de luz y oscuridad, se pudo observar que aquellas bajo tratamiento de luz desarrollaron hipocótilos cortos y cotiledones con una coloración verde oscuro (Figura 1 A), en tanto que las del tratamiento de oscuridad desarrollaron hipocótilos largos, cotiledones más pequeños y de coloración verde más claro (Figura 1 B).

### Efecto del tipo de sustrato en la germinación de *H. australis*

La CG de *H. australis* en los diferentes sustratos varió de 20 a 37% aunque sin diferencias significativas. Asimismo, el proceso germinativo se inició dos días después de la siembra en todos los sustratos evaluados, demarcando una velocidad y tiempo medio de germinación similar en los diferentes tratamientos y por ende sin diferencias significativas (Tabla 1). Estos resultados demuestran que el proceso germinativo en *H. australis* es indiferente al tipo de sustrato, contrario a lo observado por ÁLVAREZ ALARCÓN y RICO ACOSTA (2018) en *Ocimum basilicum L.*, quienes observaron, que la arena manifestó la menor capacidad germinativa. Sin embargo, según las normas ISTA (2016), el sustrato recomendado para estudios de germinación es la arena.



**Figura 1.** Plántulas de *H. australis* germinadas bajo condiciones de luz (A) y en oscuridad, indicadas por las flechas (B), después de 30 días. La barra negra indica 1 cm.

Figure 1. *H. australis* seedlings germinated under light (A) and dark conditions, indicated by arrows (B), after 30 days. The black bar indicates 1 cm.

**Tabla 1. Resultados de las variables en los distintos sustratos**

Table 1. Results for variables on different substrates

Sustrato	CG (%)	TMG	IVG
Corteza de pino	23 ± 11,48 a	3,82 ± 0,12 a	1,67 ± 0,89 a
Tierra de monte	37 ± 22,94 a	3,66 ± 0,64 a	2,58 ± 1,28 a
Arena	20 ± 11,77 a	3,97 ± 0,39 a	1,44 ± 0,93 a

Valores medios ± el desvío estándar (DE) con un n=25. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos ( $P \leq 0,05$  Test de Kruskal Wallis). CG: Capacidad germinativa. IVG: Índice de velocidad de germinación. TMG: Tiempo medio de germinación.

Para que se promueva la germinación es necesario que las condiciones ambientales y el sustrato sean los óptimos, (BEWLEY y BLACK 1994).

Por otro lado, las calidades de las plántulas en los diferentes sustratos fueron relativamente muy similares. No obstante esto último las plantas del tratamiento tierra de monte mostraron un aspecto más vigoroso a medida que transcurrió el tiempo (Figura 2 A), lo cual pudo deberse a que este sustrato presentaba restos de vegetales en descomposición por lo que podría contener más nutrientes que los otros dos (Figura 2 B y C), facilitando el crecimiento de las plantas.

Las condiciones ambientales que presenta el área donde se encuentran las semillas para germinar, son factores relativamente importantes, dado que esas condiciones son las mismas a las cuales la planta debe adaptarse para per-

manecer en el área (DONOHUE *et al.*, 2005). Por lo tanto, es de suma importancia conocer cuáles son las condiciones de luz y sustrato que requieren las semillas para germinar, dado que son factores que pueden limitar la supervivencia de la especie en el ecosistema (CORREDOR *et al.*, 2015; DUARTE *et al.*, 2019).



**Figura 2. Efecto del sustrato sobre la germinación.** Plántulas germinadas en tierra de monte (A), en corteza de pino (B) y en Arena (C). La barra negra indica 2 cm.

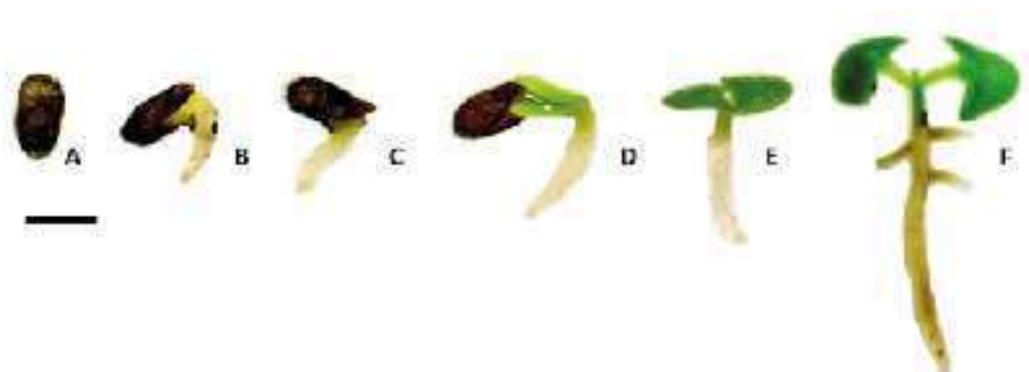
**Figure 2. Effect of the substrate on germination.** Seedlings germinated in rainforest soil (A), in pine bark (B) and in sand (C). The black bar indicates 2 cm.

#### Descripción del proceso germinativo de *H. australis*

Las núcules de *H. australis* son extremadamente pequeñas ( $1,2\text{-}1,3 \times 0,7\text{-}0,9$  mm) ligeramente asimétricas de color marrón rojizo oscuro a negras (SCANDALIARIS 2017). En condiciones de luz y humedad emiten la radícula dos días después de la siembra y los cotiledones emergen por encima del sustrato los próximos dos días después del inicio de la germinación. La germinación es epigea y los cotiledones son inicialmente oblongos y finalizado el crecimiento, éste adquiere una forma reniforme. El hipocótilo es cilíndrico y la raíz embrionaria inicialmente es dominante (Figura 3) pero a partir del tercer día se ramifica y posteriormente se originan otras raíces adventicias que al cabo de varias semanas forman una cabellera. A partir del cuarto o quinto día, e inmediatamente después de los cotiledones, aparecen los nomófilos. El proceso germinativo observado en *H. australis* es igual al registrado en otras especies de *Hyptis* (VUADEN *et al.*, 2005).

plántulas y fisiología de la germinación son altamente relevantes para generar estrategias de manejo y conservación de especies en peligro (LOVEY *et al.*, 2010; ORANTES GARCÍA *et al.*, 2019). Además facilitan el reconocimiento en campo (LOVEY *et al.*, 2010) y brindan información sobre el ciclo biológico de la especie (VUADEN *et al.*, 2005). Por lo tanto los resultados de este estudio brindan valiosa información de *H. australis* que podrán ser utilizados para la identificación y conservación de la misma (DA COSTA *et al.*, 2014; SÁNCHEZ *et al.*, 2015).

Contar con estudios básicos de la morfología de las



**Figura 3. Proceso germinativo de *H. australis* desde la emergencia de la radícula hasta la plántula comprendido en un periodo de 3 días.** La barra negra indica 1 mm.

**Figure 3. Germination process of *H. australis* from emergence of the radicle to the seedling within a period of 3 days.** The black bar indicates 1 mm.

## CONCLUSIÓN

Las semillas de *H. australis* son fotoblásticas positivas y la capacidad germinativa es indiferente al tipo de sustrato. Es entonces fundamental la presencia de luz y que las semillas permanezcan en la superficie del sustrato para lograr la germinación en esta especie. La germinación es epígea dado que los cotiledones emergen por encima del sustrato y el proceso germinativo puede durar de 8 a 30 días. Las plántulas son relativamente pequeñas con cotiledones reniformes y los primeros nomófilos se desarrollan a partir del cuarto o quinto día después del inicio de la germinación. En condiciones de oscuridad la germinación es relativamente baja y las plántulas desarrollan largos hipocótilos.

## BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ ALARCÓN, J. A.; Rico Acosta, H. J. 2018. Respuesta de la Albahaca (*Ocimum basilicum* L.) Variedad Genovesa a la Propagación con Cuatro Sustratos en una Casa Malla en la Granja de la Universidad de los Llanos Sede Barcelona. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad de los Llanos. Villavicencio, Colombia. Disponible on line en <https://repositorio.unillanos.edu.co/bitstream/001/1366/3/Respuesta%20de%20la%20Albahaca....pdf> Consultado el 7 de diciembre de 2019.
- BALOCCHI, O.; López I.; Lukaschewsky. J. 1998. Características físicas y germinativas de la semilla de especies pratenses nativas y naturalizadas del dominio húmedo de Chile. Agro Sur. 27, pp 1-13.
- BEWLEY, J. D.; M. Black. 1994. Seeds. Springer Us. New York. 1-33 pp.
- CORREDOR, B. A. D.; Escobar, D. F. E.; Scatena, V. L. 2015. Morfología de semillas y desarrollo post-seminal de especies de *Comanthaera* (Eriocaulaceae). Revista de Biología Tropical. 63(4), pp 1127-1135.
- DA COSTA, L. G.; da Silva A. G.; Gomes, D. R. 2014. Morfología de frutos, semientes e plántulas, e anatomia das sementes de sobreiro (*Clitoria fairchildiana*). Amazonian Journal Agricultural Environmental Sciences. 4, pp 414-421.
- DI RIENZO, J. A., Casanoves, F.; Balzarini M. G.; González L.; Tablada M.; Robledo C. W. 2016. InfoStat, versión 2016, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- DONOHUE, K.; Dorn, L.; Griffith, C.; Kim, E.; Aguilera, A; Polisetty, C. R.; Schmitt, J. 2005. The evolutionary ecology of seed germination of *Arabidopsis thaliana*: variable natural selection on germination timing. Evolution. 59, pp 758-770.
- DOS SANTOS NETO, A. L.; Medeiros Filho, S.; Teófilo, E. M.; Guimarães, R. M.; Blank, A. F.; Silva-Mann, R. 2008. Influência da luz e da temperatura na germinação de sementes de sambacaitá (*Hyptis pectinata* (L.) Poit). Current Agricultural Science and Technology. 14(4), pp 19-26.
- DUARTE, E. R., González-Rondán, B. Rocha, S. P. 2019. Análisis físico y germinación de semillas de *Austrochthamalia teyucuarensis* H. A. Keller, endémica del bosque atlántico y en peligro de extinción. Agrociencia. 53, pp 403-416.
- EPLING, C. 1949. Revisión del género *Hyptis*. (Labiate). Revista del Museo de la Plata. 7(30), pp 153-497.
- ESCOBAR, D. F. E.; Cardoso, V. J. 2015. Germinación y latencia de semillas de *Miconia chartacea* (Melastomataceae), en respuesta a luz, temperatura y hormonas vegetales. Revista de Biología Tropical. 63(4), pp 1169-1184.
- FALCÃO, D. Q.; Menezes, F. S. 2003. Revisão etnofarmacológica, farmacológica e química do gênero *Hyptis*. Revista Brasileira de Farmácia. 84(3), pp 69-74.
- FERNÁNDEZ-ALONSO, J. L.; Rivera-Díaz, O. 2006. Las labiadas. Disponible on line en: [https://www.researchgate.net/profile/Orlando\\_Rivera\\_Diaz/publication/266327886\\_Las\\_labiadas\\_familia\\_Labiatae\\_-\\_Libro\\_Rojo\\_de\\_las\\_plantas\\_de\\_Colombia/](https://www.researchgate.net/profile/Orlando_Rivera_Diaz/publication/266327886_Las_labiadas_familia_Labiatae_-_Libro_Rojo_de_las_plantas_de_Colombia/) Consultado el 4 de diciembre de 2019.
- FIGUEROA, J. A.; Vázquez-Yanes, C. 2002. Efecto de la calidad de la luz sobre la germinación de semillas en el árbol pionero tropical *Helicocarpus appendiculatus* (Tiliaceae). Revista de Biología Tropical. pp 31-36.
- FUNES, G., Díaz, S.; Venier, P. 2009. La temperatura como principal determinante de la germinación en especies del Chaco seco de Argentina. Ecol. Austral 19 (2), pp 1-8
- GHAFFARI, H.; Ghassam, B. J.; Nayaka, S. C.; Kini, K. R.; Prakash, H. S. 2014. Antioxidant and neuroprotective activities of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. against oxidative stress-induced neurotoxicity. Cellular and molecular neurobiology. 34(3), pp 323-331.
- GUPTA, R.; Chakrabarty, S. K. 2013. Gibberellic acid in plant: still a mystery unresolved. Plant signaling & behavior. 8 (9), pp 1-5.
- HARLEY, R. M.; Atkins, S.; Budantsev, A. L.; Cantino, P. D.; Conn, B. J.; Grayer, R.; Harley, M.M.; de Kok, R.; Krestovskaja, T.; Morales, R.; Paton, A. J.; Ryding O.; Paton, A. J. 2004. Labiateae. Springer, Berlin, Heidelberg. 167-275 pp.
- ISTA. 2016. Reglas Internacionales para el Análisis de las Semillas 2016. Capítulos 1-7, 9. 192 pp.

- KELLER, H. A.; Tressens, S. G. 2016. *Hedeoma teyu-cuarensis* (Lamiaceae), a new species from Misiones, Argentina. *Darwiniana*. 4(1), pp 5-11.
- LOVEY, R. J.; Perissé, P.; Vieyra C.; Coraglio J. C. 2010. Caracterización de semilla, germinación y plántula de *Cologania broussonetii* (Balb.) DC. *Phyton*. 79, pp 5-10.
- MAGUIRE, J. D. 1962. Speed of germination-and in selection and evaluation for seeding emergence and vigor. *Crop Science*. 2, pp 176-177.
- NOVOA, M. C.; Monti, C.; Vizcaíno, C. E. 2005. Anatomía y etnobotánica de cuatro especies de Labiateae de la provincia biogeográfica pampeana, usadas en la medicina popular. *Acta Farmacéutica Bonaerense*. 24(4), pp 512.
- O'LEARY, N. 2015. Synopsis of subtribe Hyptidinae (Lamiaceae) in Argentina. *Phytotaxa*. 233(3), pp 201-235.
- ORANTES-GARCÍA, C.; Farrera-Sarmiento, O.; Gutiérrez-González, R.; Moreno-Moreno, R. A.; Garrido-Ramírez, E. R.; Reyes-Zambrano, S. J. 2019. Morfología y germinación de *Chamaedorea glaucifolia* (Arecaceae), especie en peligro y endémica de México. *Polibotánica*. (47), pp 77-87.
- ORFILA, E. N.; Farina, E. L.; Novara, L. 1996. Lamiaceae. *Aportes Botánicos de Salta-Serie Flora*. 4(2), 1-77.
- PIEDRAHITA, C. 1997. Germinación de semillas de *Jacaranda copaia* bajo condiciones contrastantes de luz. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe (Red AL y C). Crónica Forestal y del Medio Ambiente*. 12(1), pp 5.
- SALES, J. D. F.; Pinto, J. E. B. P.; Oliveira, J. A. D.; Botrel, P. P.; Silva, F. G.; Corrêa, R. M. 2011. The germination of bush mint (*Hyptis marruboides* EPL.) seeds as a function of harvest stage, light, temperature and duration of storage. *Acta Scientiarum Agronomy*. 33(4), pp 709-713.
- SÁNCHEZ S., J.; Flores J.; Muro P. G.; Arias M. S.; Jurado E. 2015. Morfometría de semillas en la cactácea amenazada de extinción *Astrophytum myriostigma* Lemaire. *Polibotánica*. 39, pp 119-131.
- SCANDALIARIS, M. 2017. Caracterización morfo-histológica de las núcules y su valor taxonómico en Lamiaceae nativa de Argentina. Tesis para optar al Grado de Doctora en Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba-Argentina. Disponible on line en <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/4865/Scandalis%20Melina%20-%20Caracterizaci%c3%b3n%20morfo-histol%c3%b3gica%20de%20las%20n%C3%BCculas%20su%20valor%20taxon%C3%b3mico....pdf?sequence=4&isAllowed=y> Consultado el 7 de diciembre de 2019.
- TAFURT GARCIA, G.; Munoz-Acevedo, A.; Calvo, A. M.; Jimenez, L. F.; Delgado, W. A. 2014. Componentes volátiles de *Eriope crassipes*, *Hyptis conferta*, *H. dilatata*, *H. brachiata*, *H. suaveolens* y *H. mutabilis* (Lamiaceae). *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*. 13(3), pp 254-269.
- VUADEN, E. R.; Albuquerque, M. D. F.; Coelho, M. F. B.; Mendonça, E. A. F. 2005. Germinação e morfologia de sementes e de plântulas de hortelã-do-campo *Hyptis cana* Pohl. (Lamiaceae). *Revista Brasileira de Sementes*. 27(02), pp 01-05.
- ZULOAGA, F. O.; Belgrano, M. J. 2015. The Catalogue of Vascular Plants of the Southern Cone and the Flora of Argentina: their contribution to the World Flora. *Rodríguezia*. 66(4), pp 989-1024.

# EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO Y VARIABLES DE COPA EN DISTINTAS PROCEDENCIAS DE *Pinus taeda* y *Pinus elliottii x P. caribaea* var. *hondurensis* EN EL NORDESTE DE CORRIENTES, ARGENTINA

EVALUATION OF GROWTH AND CROWN VARIABLES IN DIFFERENT ORIGINS OF *Pinus taeda* and *Pinus elliottii x P. caribaea* var. *hondurensis* IN THE NORTHEAST OF CORRIENTES, ARGENTINA

Fecha de Recepción: 04/03/2019 // Fecha de Aceptación: 06/06/2019

## RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el crecimiento y variables de copa, en el noreste de la provincia de Corrientes se instaló un ensayo de procedencias de *Pinus taeda* (2 huertos locales: Marion y Livingston) e híbridos de *Pinus elliottii x Pinus caribaea* var *hondurensis* (2 familias F1 y un área productora de semillas F2). Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con 6 réplicas y parcelas de 5 plantas en línea. A los 3.6 años de edad se midieron altura total, diámetro a la altura del pecho y se determinó el volumen por árbol. Para las variables de copa se seleccionó el árbol medio de cada réplica (30 árboles), donde se evaluaron diámetro, longitud, número de ramas y verticilos por metro, longitud internodal, ángulo de inserción, cociente de forma del fuste y volumen de copa. Se estimó área foliar específica, para determinar área foliar total, área foliar proyectada e índice de área foliar a nivel de árbol individual. Los tratamientos se diferenciaron estadísticamente, excepto en altura total, diámetro, longitud de ramas e índice de área foliar. *Pinus elliottii x P. caribaea* var *hondurensis* tiene alto potencial de crecimiento y una mejor estructura de copa, comparado con *P. taeda*.

**Palabras claves:** materiales genéticos, productividad, área foliar específica.

## SUMMARY

In order to assess growth and crown variables, a origin trial of *Pinus taeda* (2 local orchards: Marion and Livingston) and hybrids of *Pinus elliottii x Pinus caribaea* var *hondurensis* (2 orchards) was installed in the northeast of the province of Corrientes. F1 families and an F2 seed producing area). A randomized complete block design was used, with 6 replicates and plots of 5 plants in line. At 3.6 years of age, total height, diameter at chest height, and volume per tree were measured. For the crown variables, the average tree of each replica (30 trees) was selected, where diameter, length, number of branches and whorls per meter, internodal length, insertion angle, stem shape quotient and crown volume were evaluated. Specific leaf area was estimated to determine total leaf area, projected leaf area and leaf area index at the individual tree level. Treatments were statistically differentiated, except for total height, diameter, branch length and leaf area index. *Pinus elliottii x P. caribaea* var *hondurensis* has high growth potential and better crown structure compared to *P. taeda*.

Key words: genetic materials; productivity; specific leaf area.

## Vanesa Ortega

Ing. Agr. Recibida de la Universidad del Salvador, sede Gdor. Virasoro Corrientes.  
vanesa\_ortega11@hotmail.com

## Raúl Schenone

Ing. Ftal. Msc. Jefe Departamento Genética y Vivero/ Forestal Bosques del Plata. Profesor de Práctica para la formación. Universidad del Salvador.  
rschenone@cmpc.com.ar

## Raúl Pezzutti

Ing. Ftal. Dr. Gerente interino/ Forestal Bosques del Plata. Profesor de Dasonomía de la Universidad del Salvador.  
rpezzutti@cmpc.com.ar

## INTRODUCCIÓN

**S**egún ELIZONDO (2009), la provincia de Corrientes alcanzó en el año 2008 las 418.134 ha forestadas. En un principio, las forestaciones estaban conformadas en su mayoría con *Pinus elliottii*, *P. caribaea* y *P. taeda*.

*Pinus taeda* es la conífera que más se planta en el mundo por su alta productividad en madera. La mayor superficie forestada con fines productivos se encuentra en Estados Unidos (65% de la especie establecida es *Pinus taeda*) de donde es originaria, seguido de Brasil, Argentina y Uruguay (DE LUNGO *et al.*, 2006). Es la especie forestal con mayor superficie cultivada en la provincia de Misiones y Corrientes, habiéndose adaptado a un amplio rango de condiciones edáficas y climáticas, predominando bajo suelos del orden Kandiudult, conocidos localmente como “suelos rojos” (MARTIARENA *et al.*, 2014). A partir de la década del noventa, con la introducción del pino híbrido *Pinus elliottii* x *P. caribaea* var *hondurensis* (P.e.e x P.c.h) desde Australia, se inician plantaciones con este material el cual ha sido preferido por los forestadores para su plantación (GAUCHAT *et al.*, 2005). Para el año 2008 la provincia de Corrientes contaba con 31.000 ha forestadas con este material (ELIZONDO 2009).

Según NIKLES *et al.*, (1991), los híbridos F1 de *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var *hondurensis* poseen una excelente tasa de crecimiento, adaptabilidad, forma y resistencia al viento. Además de la mayor producción, otras características elevan la demanda por este híbrido: buena rectitud de fuste, pocas ramas y de diámetro reducido, favorable ángulo de inserción y muy buena permeabilidad a la luz; esta última característica hace al híbrido muy deseable para los sistemas silvopastoriles (NIELLA y ROCHA, 2008). Las generaciones F1 y F2 de *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var *hondurensis* han expresado su alto potencial en crecimiento, rectitud del fuste, grosor de ramas y estructura de copa, en plantaciones comerciales y ensayos instalados en diferentes sitios de la región mesopotámica, en algunos casos igualan o superan a *P. taeda* (GAUCHAT *et al.*, 2005). Desde el punto de vista de sus cualidades tecnológicas, varias industrias locales han consumido y valorado positivamente su madera, tanto para el mercado nacional como internacional. Un aspecto destacable es su mayor rendimiento industrial, dada la menor conicidad que presenta el fuste respecto de otras especies como por ejemplo *Pinus taeda* (GAUCHAT *et al.*, 2005).

Tener un amplio conocimiento sobre el crecimiento de las plantaciones de *Pinus* es de vital importancia para poder determinar la producción de las forestaciones (PEZZUTTI 2011). Mediante el área foliar es posible inferir en procesos de transpiración, fotosíntesis, absorción de carbono, intercepción de radiación a nivel de árbol individual o bosque y está estrechamente relacionada con el crecimiento y la productividad (DALLA TEA y JOKELA, 1992; MCGARVEY *et al.*, 2004). El índice de área foliar, es uno de los parámetros usados para analizar la estructura y productividad forestal, tanto a nivel de árbol individual o de población (AMARILLA *et al.*, 2012). Para XIAO (2000) las copas de los árboles son más dinámicas durante las pri-

meras etapas de desarrollo. Segundo EMHART *et al.*, (2007), en un estudio realizado en Florida Estados Unidos, sobre variación clonal de la estructura de copa, absorción de radiación fotosintéticamente activa y crecimiento de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii*, de 4-5 y 6 años, obtuvieron copas más grandes, mayor área foliar, ángulos de ramas más agudo, e intercepción de radiación mayor en *Pinus taeda*. Segundo XIAO (2000), en un ensayo de crecimiento y características de copa a los 3 y 4 años de edad, en *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* en el centro norte de Florida Estados Unidos, *P. taeda* mostró mayor volumen de copa, biomasa de las ramas y área foliar total por árbol, también presentó mayor área foliar específica que *P. elliottii*.

Las experiencias locales se han orientado principalmente a diferenciar los materiales genéticos en términos productivos; sin embargo, las características morfológicas relacionadas a estructura de copa y forma del fuste no se han evaluado cuantitativamente con la misma intensidad. Conocer estas diferencias es importante para estimar posibles impactos en los rendimientos industriales y calidad de los productos forestales, así como para comprender aspectos fisiológicos que diferencian a las especies ó procedencias.

El objetivo de este estudio fue evaluar el crecimiento y variables de copa en procedencias de *P. taeda* y *Pinus elliottii* x *P. caribaea* var *hondurensis*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en parcelas pertenecientes a la Universidad del Salvador, sede Gdor. Virasoro, Corrientes. Las coordenadas geográficas son 28°19'28'' LS; 56°12'09'' LO y altitud de 150 msnm. El clima de la región se clasifica como subtropical húmedo sin estación seca (Cfa) según KÖPPEN (1948). El suelo pertenece al orden de los Ultisoles, serie Díaz de Vivar, rojo arcilloso, profundo y bien drenados (ESCOBAR *et al.*, 1996).

El diseño estadístico fue el de bloques completos al azar, con 6 réplicas, 5 plantas en línea, con un espaciamiento de (3 x 3m) y los tratamientos evaluados fueron: 2 huertos semilleros clonales de *Pinus taeda* procedencia Livingston y Marion (HSCA, HSCB) producidos en el vivero el Pindó de la empresa Bosques del Plata, un área productora de semilla F2 (HU1) de Unión Bancos Suizos y 2 familias F1 de *P. elliottii* x *P. caribaea* var *hondurensis* (H295, H196) también producidos por Bosques del Plata.

A los 3,6 años de edad se midió el diámetro a la altura del pecho en centímetros (DAP) a (1.30 m) y altura total en metros (HT) en todo el ensayo. El volumen por árbol en metros cúbicos (VOL) se calculó con la fórmula de un paraboloide. Para las variables de copa, en cada parcela se seleccionó el árbol promedio en base al DAP, rectitud, forma y sanidad. En los 30 árboles seleccionados se evaluaron: diámetro de ramas en milímetros (DR), número de ramas por metro (NRm), número de verticilos por metro (NVm), ángulo de inserción de ramas (AI), longitud internodal en metros (LI), para determinar un cociente de forma del fuste (CF) se midió el diámetro del fuste a una altura de 4 metros y se lo dividió por el DAP.

El volumen de copa en metros cúbicos (VC) se estimó midiendo el diámetro de copa en 3 alturas (1,5-3-4m) y en dos direcciones perpendiculares promediando los resultados en cada altura. Se calculó el volumen de 4 secciones las cuales compusieron el volumen total de copa. Las primeras 3 secciones de copa se determinaron mediante la fórmula de Smalian, la última sección hasta el ápice se calculó con la fórmula del volumen de un cono, el volumen total de copa se obtuvo por sumatoria de las 4 secciones.

Para la estimación del área foliar específica (AFE) se utilizó la metodología empleada por DE LA VEGA *et al.*, (2010) aplicando un método indirecto. La copa se dividió en 3 secciones, en cada tercio se caracterizó una rama elegida a partir del diámetro promedio, y se evaluaron: longitud de rama en metros (LR), números de fascículos, longitud de acículas y diámetro medio. Se tomaron muestras por tercio de rama de 30 fascículos. Se determinó el peso húmedo (g) y el peso seco (g) de las muestras recolectadas en balanza digital y el secado se efectuó en estufa a 70°C hasta peso constante.

Para determinar el área foliar se analizaron 30 fascículos por tercio de rama, en cada acícula del fascículo correspondiente se midieron el diámetro medio con calibre digital, la longitud con regla milimetrada y posteriormente se asumió la forma del fascículo como un cilindro. Para calcular el AFE de la rama, primero se determinó el AFE de las muestras compuestas por 30 fascículos, y luego según la cantidad de fascículos se extrapoló el valor a toda la rama, el AFE por tercio de copa (1,2 y 3T) se estimó mediante un modelo de Regresión Polinomial, donde se relacionó la longitud de las ramas con el AFE de las mismas. El número de fascículos (N°FASC) de la rama evaluada y la longitud de la misma, se utilizaron para determinar el número de fascículos para cada rama, con un modelo de Regresión Lineal. Con el peso seco de las muestras se obtuvo el peso seco para cada rama, según el total de fascículos. La biomasa total de acículas de cada tercio se logró por sumatoria. El área foliar individual de cada tercio se determinó multiplicando el AFE por su biomasa de acículas, con la sumatoria de los 3 tercios se obtuvo el área foliar total en metros cuadrados (AFT). Para obtener el área foliar proyectada en metros cuadrados (AFP), el área foliar de las acículas fue dividida por 2,36 según NIINEMETS *et al.*, (2001). El índice de área foliar (IAF) es resultado de la división del AFP y el área de suelo ocupado por el árbol, determinado por el máximo diámetro de copa.

Para todas las variables en cuestión, se realizó análisis de la varianza (ANOVA) utilizando el modelo indicado para bloques completos al azar. En las variables en que hubieron diferencias de medias significativas en el ANOVA se utilizó el test de Duncan para diferenciar las medias de los tratamientos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se presentan resultados del análisis de la varianza y test de Duncan para las variables de producción significativas. Para el DAP y VOL, se detectaron diferencias estadísticas en ANOVA al 1% de probabilidad

(P<0,01). Sin embargo, para Altura total no se detectaron diferencias estadísticas significativas.

Las procedencias de *P. taeda* y las familias híbridas F1, presentaron los mayores valores para las variables DAP y VOL, siendo superiores al híbrido F2, que presentó un DAP de 12.95 cm y volumen por árbol de 0.043 m<sup>3</sup>. Los resultados para las variables de producción en este estudio, corresponden con los expuestos por GAUCHAT *et al.*, (2005), donde generaciones F1 y F2 de *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var *hondurensis* igualan o superan en crecimiento a *Pinus taeda*. SCHENONE *et al.*, (2003), obtuvieron para progenies híbridas de *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var *hondurensis* a los 4 años de edad, diferencias significativas al 1% de probabilidad para variables de crecimiento DAP, HT y VOL, superando algunas de ellas a los testigos *Pinus taeda* Marion-Florida y *Pinus elliottii*. En este caso, los resultados concuerdan con los obtenidos en el presente estudio, donde los híbridos F1 y procedencias de *Pinus taeda*, se presentan en el mismo grupo de significancia para la variable volumen.

XIAO (2000), obtuvo diferencias significativas para variables de crecimiento DAP y altura, a los 3 y 4 años para *Pinus taeda* en comparación con *Pinus elliottii*, en el centro norte de Florida Estados Unidos. En este estudio los tratamientos no se diferenciaron estadísticamente en altura, pero si en diámetro a la altura del pecho. Según PAHR *et al.* (2002), a los 4 años en el norte de Misiones, materiales de *Pinus taeda* Marion frente a materiales genéticos mejorados como el híbrido de *P. elliottii* x *P. caribaea* var *hondurensis* (F1), presentan resultados similares en DAP.

En la tabla 2 y 3, se presentan las funciones ajustadas para la estimación del número de fascículos y área foliar específica, a partir de la longitud de rama.

Para la estimación del número de fascículos de cada rama, la función matemática que presentó un mayor ajuste fue el modelo de regresión lineal. Excepto en el tratamiento H196, el ajuste fue menor con un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 0,57. Sin embargo, para la estimación del área foliar específica se obtuvo un mejor ajuste con el modelo de regresión Polinómica, los híbridos F1 (H295 y H196) fueron los que presentaron menor  $R^2$  de 0,58 y 0,40. La variable independiente que se utilizó por presentar una mayor relación tanto con el número de fascículos y AFE, fue en este caso la longitud de ramas.

A continuación, en la tabla 4 se presentan los resultados promedios y test de Duncan para las variables de copa. Para las variables NRM, NVM, LI, AI y CF se obtuvieron diferencias en los tratamientos al 1% (P<0,01) de probabilidad y al 5% (P<0,05) para VC. En cambio, los tratamientos no se diferenciaron estadísticamente para DR y LR.

La longitud interno dal, ángulo de inserción de ramas y cociente de forma del fuste, fue superior en los materiales híbridos, estos tienen buen AI mayor a 60°, ramas con un diámetro menor a 20 milímetros, longitud de las mismas de 1.47-1.53 metros, CF cercano a 1 presentando el fuste más cilíndrico que *Pinus taeda*. En cambio, los tratamientos HSCA y HSCB presentaron un mayor NRM y NVM. Las procedencias de *Pinus taeda* y familias F1 del híbrido tuvie-

ron un VC mayor que el híbrido F2. En concordancia con, GAUCHAT *et al.*, (2005), generaciones F1 y F2 de *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var *hondurensis* han expresado su alto potencial en crecimiento, rectitud del fuste, grosor de ramas y estructura de copa en diferentes sitios de la región mesopotámica. EMHART *et al.*, (2007), obtuvieron diferencias significativas para variables de copa, entre *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* a los 5 años de edad, destacándose *Pinus taeda* con un volumen de copa mayor de 10.88 m<sup>3</sup>, diámetro de ramas de 1.54 cm, ángulo de inserción de ramas de 51.1°, en Florida Estados Unidos. En comparación, en este estudio no se diferenciaron estadísticamente el diámetro y longitud de ramas, pero si se obtuvo mayor volumen de copa y un ángulo de inserción de ramas más agudo, para los dos materiales de *Pinus taeda*.

En la tabla 5, se presentan los valores medios de las variables de copa y resultados del test de Duncan. Las variables que se diferenciaron en el ANOVA al 1% de probabilidad fueron (AFE por tercios, AFP y AFt). Si bien para el IAF los tratamientos no se diferenciaron estadísticamente, los híbridos F1 presentan los menores valores medios.

Las variables de copa AFE por tercio (1, 2 y 3T) se diferenciaron estadísticamente al 1% de probabilidad en todos los tratamientos evaluados. El híbrido F2 superó a los materiales híbridos F1 y procedencias de *Pinus taeda*. Si bien otros autores como MC GARVEY *et al.*, (2004) y XIAO (2000) citan que el AFE fue mayor en *Pinus taeda* comparado con *Pinus elliottii*. En este ensayo se utilizó el valor de Área Foliar Específica para obtener el Área Foliar total y el Área Foliar Proyectada.

Los valores de AFE y AFP son similares a los obtenidos por DE LA VEGA *et al.*, (2010), para *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var *hondurensis* en varias edades y por tercio, realizado en Misiones, donde a los 7 años el AFE promedio fue 117.53 cm<sup>2</sup>\*gr<sup>-1</sup> y el AFP total de los tres tercios de 73.83 m<sup>2</sup>. En contraposición, MCGARVEY *et al.*, (2004), obtuvieron valores de AFE a los 4 años para *Pinus taeda* en el tercio superior de 155.5 cm<sup>2</sup>\*gr<sup>-1</sup> y para *Pinus elliottii* en el mismo tercio 128.1 cm<sup>2</sup>\*gr<sup>-1</sup>.

**Tabla 1. Resultados del análisis de la varianza (ANOVA) y test de Duncan para HT, DAP y VOL, a los 3.6 años de edad.**

**Table 1. Results of variance analysis (ANOVA) and Duncan test for total height, diameter at breast height, and volume, at 3.6 years of age.**

Variable	F-valor	p-F	CV %	Media	TRAT	HT	DAP	VOL
HT (m)	2.04 ns	0.1187	5.40	6.53	H196	6.68	15.52 a	0.064 a
					HSCB	6.78	15.01 ab	0.061 a
DAP (cm)	8.43 s*	0.0002	5.65	14.55	H295	6.37	14.84 ab	0.058 a
					HSCA	6.56	14.44 b	0.055 a
VOL (m <sup>3</sup> )	8.48 s*	0.0002	12.13	0.056	HU1	6.3	12.95 c	0.043 b*

TRAT: tratamientos, F-valor: F de Fisher, p-F: probabilidad de F, CV%: coeficiente de variación, Media: media aritmética, ns: diferencias estadísticas no significativas, s\*: diferencias estadísticas significativas al 1%, \*letras distintas indican diferencias significativas (P<0.01).

Si bien los híbridos F2 y F1 presentan mayor AFE que los demás tratamientos, *Pinus taeda* presentaron mayor Área foliar total y AFP. Estos valores obtenidos concuerdan con los expuestos por XIAO (2000), a los 4 años de edad en el centro norte de Florida Estados Unidos, donde *P. taeda* se diferenció estadísticamente de *Pinus elliottii*, presentando mayor volumen de copa, biomasa de ramas, Área foliar total por árbol mayor a 50 m<sup>2</sup> y mayor AFE de 176.6 cm<sup>2</sup>\*gr<sup>-1</sup>.

Para los distintos materiales genéticos no se detectó diferencia estadística significativa para el Índice de Área Foliar, los híbridos de *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var *hondurensis* presentaron menor área de ocupación de suelo por árbol, debido al menor diámetro de copa que presentan frente a procedencias de *P. taeda*. Si bien los resultados de IAF son elevados comparados a nivel de población o bosque que tienen como valor máximo 6, hay que tener en cuenta que este método de estimación es a nivel de árbol individual, y los árboles están próximos al cierre de copa (5-6 años).

Los híbridos presentan mejores características de copa (NRm, NVm, AI, LI, VC y AFE) que *Pinus taeda* y un fuste más cilíndrico. Los híbridos F1 se encuentran en el mismo grupo de significancia para la variable de producción (VOL) que las dos procedencias de *Pinus taeda*. Las variaciones encontradas en los materiales híbridos de *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var *hondurensis* con respecto a las procedencias de *Pinus taeda* en la estructura de copa, pueden generar impactos importantes en sistemas silvopastoriles permitiendo un mayor ingreso de luz al suelo, disminución en costos operacionales de poda debido a la menor cantidad de ramas y de menor diámetro, mejorando la calidad de la madera al tener menos nudos y ramas con un buen ángulo de inserción, contribuyendo a obtener mayores rendimientos industriales. Los híbridos presentaron menor volumen de copa, sin embargo los crecimientos fueron similares a *P. taeda*, este resultado en productividad de madera podría explicarse por los mayores valores de AFE que mostraron los materiales de *P. elliottii* x *Pinus caribaea* var *hondurensis*.

**Tabla 2. Funciones ajustadas para la estimación de Número de fascículos, a partir de la longitud de rama.**  
**Table 2. adjusted functions for the estimation of number of fascicles, from the branch length.**

TRAT	N°FASC	R <sup>2</sup>
H295	y = 1003.8*x-523.61	0.92
H196	y = 643.5*x+6.2581	0.57
HU1	y = 1065.2*x-553.25	0.92
HSCA	y = 867.75*x-186.99	0.94
HSCB	y = 1314.5*x-1027.9	0.99

TRAT: tratamientos, y: número de fascículos, x: longitud de rama (en metros), R<sup>2</sup>: coeficiente de determinación.

**Tabla 3. Funciones ajustadas para la estimación del AFE a partir de la longitud de rama.**

**Table 3. adjusted Functions for the estimation of the AFE from the branch length.**

TRAT	AFE	R <sup>2</sup>
H295	y = -0.4473x <sup>2</sup> + 4.811x + 111.53	0.58
H196	y = -1578.3x <sup>6</sup> + 14483x <sup>5</sup> - 54448x <sup>4</sup> + 107389x <sup>3</sup> - 117221x <sup>2</sup> + 67148x - 15652	0.4
HU1	y = 95.91x <sup>2</sup> - 300.43x + 354.22	0.77
HSCA	y = 1405.7x <sup>6</sup> - 14302x <sup>5</sup> + 59892x <sup>4</sup> - 132147x <sup>3</sup> + 162011x <sup>2</sup> - 104631x + 27914	0.74
HSCB	y = 85.975x <sup>5</sup> - 695.1x <sup>4</sup> + 2181x <sup>3</sup> - 3303.9x <sup>2</sup> + 2399x - 546.72	0.98

TRAT: tratamientos, y: número de fascículos, x: longitud de rama (en metros), R<sup>2</sup>: coeficiente de determinación.

**Tabla 4. Resultados promedios para variables de copa (DR, LR, NRm, NVm, LI, AI, CF, VC), y test de Duncan a los 3.6 años de edad.**

**Table 4. Average results for crown variables (DR, LR, NRm, NVm, LI, AI, CF and VC), and Duncan test at 3.6 years of age.**

TRAT	DR	LR	NRm	NVm	LI	AI	CF	VC
HSCA	22.08	1.62	8.79 b	2.75 a	0.34 b	49.00 b	0.58 b	16.58 a
HSCB	21.44	1.80	12.46 a	2.51 a	0.38 b	48.33 b	0.59 b	19.11 a
H295	19.92	1.53	7.42 b	2.10 b	0.44 ab	68.33 a	0.68 a	15.72ab
H196	19.87	1.47	6.74 b	1.89 b	0.53 a	77.67 a	0.67 a	15.58ab
HU1	19.86	1.47	5.88 b	1.79 b	0.53 a	68.83 a	0.68 a	11.50b

**Tabla 5. Test de medias (Duncan) para variables de copa (AFE por tercios, AFP, AFt e IAF) a los 3.6 años de edad.**  
**Table 5. Test of mean (Duncan) for crown variables (AFE by thirds, AFP, AFt and IAF) at 3.6 years of age.**

TRAT	AFE 1T	AFE 2T	AFE 3T	AFP	AFt	IAF
HU1	123.30 a*	120.39 a	122.43 a	26.73 c	63.08 c	7.94
H295	117.33 b	117.83 b	117.69 b	31.73 c	74.90 c	7.23
H196	115.81 c	115.90 c	116.04 b	29.23 c	69.00 c	7.22
HSCB	114.44 d	113.61 d	113.37 c	49.23 a	116.09 a	8.8
HSCA	106.84 e	104.52 e	106.64 d	40.00 b	94.70 b	7.92

TRAT: tratamientos, \*letras distintas indican diferencias significativas (P<0.01).

## CONCLUSIÓN

Con los resultados obtenidos se concluye que los materiales de *Pinus taeda* y las familias híbridas F1 presentaron crecimientos similares en DAP y volumen siendo superiores al híbrido F2, el crecimiento en HT fue similar entre los tratamientos.

Los materiales genéticos mostraron variaciones en la estructura de copa, los híbridos presentaron menor volumen de copa, NRM, NVm, y mayor largo de internudos en general, mayor ángulo de inserción de ramas y cociente de forma del fuste, que las procedencias de *Pinus taeda*.

Estos valores demuestran que *Pinus elliottii* x *P. caribaea* var *hondurensis* tiene un alto potencial de crecimiento y una mejor estructura de copa, comparado con las procedencias de *Pinus taeda*.

## BIBLIOGRAFÍA

- AMARILLA, W. B., Fassola, H. E., Barth, S. R., Pinazo, M. A. 2012. Evaluación de un método indirecto para la determinación de índice de área foliar en *Eucalyptus grandis* hill ex maiden de Misiones y Norte de Corrientes. 15as Jornadas Técnicas, Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNAM-EEA Montecarlo, INTA, Eldorado, Misiones. AR. p. 1-6.
- DALLA TEA F., Jokela E.J. 1992. Estimación del índice de área foliar en plantaciones de *Pinus elliottii* var *elliottii* y *Pinus taeda*. Forest Systems 1(2): 123-136.
- DE LA VEGA M.A., Pinazo M.A., Marquina J., Crechi E. 2010. Efectos de los raleos sobre las características del canopeo en plantaciones de *Pinus elliottii* var *elliottii* Engelm x *Pinus caribaea* var *hondurensis* Morelet en la provincia de Misiones. 14as Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNAM-EEA Montecarlo, INTA, Eldorado, Misiones. AR10(11).
- DE LUNGO A., Ball J., Carle J. 2006. FAO. Global planted forests thematic study: results and analysis. Planted forests and Trees Working. Paper 38. Rome.
- ELIZONDO M. 2009. Primer Inventario Forestal de la Provincia de Corrientes. Metodología, trabajo de campo y resultados. Consejo Federal de Inversiones, Provincia de Corrientes. 66p.
- EMHART, V. I., Martin, T. A., White, T. L., Huber, D. A. 2007. "Clonal variation in crown structure, absorbed photosynthetically active radiation and growth of loblolly pine and slash pine". Tree Physiology, 27(3), 421-430.
- ESCOBAR E. H., Ligier H. D., MatteioH., Melgar R., Vallejos O., 1996. Mapa de Suelos de la provincia de Corrientes. Corrientes. INTA Centro Regional.
- GAUCHAT M.E., Rodríguez G.H., Belaber E. 2005. Híbridos de alta productividad combinando crecimiento y forma. Revista de Información sobre Investigación y Desarrollo Agropecuario. Idia XXI vol 5 (8): 168-170.
- KÖPPEN, W. 1948. Climatología. Ed. Fondo de Cultura Económica, México, P. 233.
- MARTIARENA R.A., Frangi J.L., Von Wallis A., Arturi M.F., Fassola H.E., Fernández R.A. 2014. Propiedades del suelo y productividad de *Pinus taeda* L. en la Mesopotamia Argentina. AUGMDOMUS 6: 47-65.
- MCGARVEY R.C., Martin T.A., White TL. 2004. Integrating within-crown variation in net photosynthesis in loblolly and slash pine families. Tree Physiology. 24: 1209-1220.
- NIELLA, F., Rocha, P. 2008. Multiplicación axilar in vitro de *Pinus elliottii* var *elliottii* x *Pinus caribaea* var *hondurensis*. XIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales - Facultad de Ciencias Forestales, UNAM - EEA Montecarlo, INTA. Eldorado, Misiones, Argentina. 1-11.
- NIKLES, D. G. (1991). Increasing the value of future plantations in argentina and southern Brazil using Slash x Caribbean pine hybrids developed in Queensland. Jornadas sobre *Pinus caribaea*, Eldorado, Argentina. p. 25-26.
- NIINEMETS Ü., Ellsworth D.S., Lukjanova A., Tobias M. 2001. Site fertility and the morphological and photosynthetic acclimation of *Pinus sylvestris* needles to light. Tree Physiology 21:1231-1244.
- PAHR N.P., Gauchat M.E., Sorge F., Rodriguez G.H. 2002. Ensayo comparativo de pinos subtropicales mejorados de NO de Misiones, Argentina. IX Jornadas Técnicas Forestales. FCF-UNAM-INTA-MENyR. Eldorado. Misiones.
- PEZZUTTI R. 2011. Efeitos biológicos e económicos de tratamentos silviculturais em plantios de *Pinus taeda* L. no nordeste argentino. Tesis de Doctorado. Universidad Federal de Santa María. Santa María. 179 p.
- SCHENONE R.A., Pezzutti R.V. 2003. Productividad de progenies de *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var *hondurensis*. Paper submitted to the XII World Forestry Congress, Quebec City, Canadá.
- XIAO, Y. 2000. Crown structure, growth performance, nutritional characteristics, and their genetic parameter estimates in juvenile loblolly pine and slash pine. Doctoral dissertation. University of Florida, Gainesville, 221 p.

# LA INDUSTRIA MADERERA DE SANTIAGO DEL ESTERO. UNA MIRADA AL INTERIOR DE LAS EMPRESAS

WOOD INDUSTRY IN SANTIAGO DEL ESTERO. A LOOK TO THE INNER CORE OF COMPANIES

Fecha de Recepción: 15/07/2019 // Fecha de Aceptación: 13/09/2019

**Rolando Schimpf**  
**Miriam Ludueña**  
**Rocío Sánchez Ugalde**  
**Marta Coronel Renolfi**  
Docentes-investigadores.  
Instituto de Tecnología de la Madera. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano (s) 1912. 4200. Santiago del Estero.  
E-mail: mrenolfi@gmail.com

**Rita Ragazzi**  
Ingeniera Forestal. Profesional independiente.

**Lucrecia Ibarra**  
Estudiante de Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

## RESUMEN

El trabajo analizó los resultados de 100 encuestas a titulares de establecimientos madereros localizados en los Departamentos Capital, Banda, Loreto, Copo, Alberdi y Robles, de la provincia de Santiago del Estero, con el objetivo de trazar un diagnóstico de su actual situación. Se realizaron entrevistas personales insitu; se analizó perfil del establecimiento, estatus tecnológico, especies maderables utilizadas, comercialización y resultados de la actividad. Se efectuó un análisis descriptivo univariante y se compararon los seis sitios para destacar características diferenciales entre los mismos. Los resultados mostraron que todas son microindustrias de larga trayectoria, con escaso personal permanente medianamente capacitado. La maquinaria es adecuada pero obsoleta, con baja tasa de utilización. Predominan altos costos, ventas estancadas y ganancias moderadas y las perspectivas son poco favorables para la actividad.

**Palabras clave:** MiPyMEs madereras, aserraderos y carpinterías, diagnóstico

## SUMMARY

The results of 100 surveys to owners of logging establishments were analyzed with the aim of drawing a diagnosis of their current situation. These are located in the Departments of Capital, Banda, Loreto, Copo, Alberdi and Robles, in the province of Santiago del Estero. On-site personal interviews were conducted. The profile of the establishment, technological status, used timber species, commercialization and results of the activity were analyzed. A univariate descriptive analysis was carried out and the six sites were compared to highlight differential characteristics among them. The results showed that they are all long-standing micro-industries, with few permanent, moderately trained personnel. The machinery is adequate but obsolete, with a low utilization rate. High costs, stagnant sales and moderate profits predominate and the prospects are not very favorable for the activity.

Key words: MiPyMEs lumber, sawmills and carpentry, diagnosis

## INTRODUCCIÓN

**D**urante el año 2016 se lleva a cabo el Censo Nacional de Aserraderos (CNA) en el marco del Programa de Sustentabilidad y Competitividad Forestal-BID 2853 OC/AR que “contempla la contribución al manejo sustentable y el aumento de la calidad de información de la industria de primera transformación, a fin de lograr mayor conocimiento y ampliar la información sobre la situación del primer eslabón industrial de la cadena forestal”. En abril de 2017 se presenta el informe del relevamiento correspondiente a la provincia de Santiago del Estero (MINISTERIO DE AGROINDUSTRIA, 2017). El censo en Santiago del Estero se realizó entre octubre y noviembre de 2016 relevando información del año 2015.

¿Qué otra información actual existe sobre el sector maderero de Santiago del Estero? En el ámbito nacional se dispone de informes de instituciones estatales e intermedias que publican información agregada para todo el país o por regiones. Las referencias más actuales son el análisis de diagnóstico sectorial madera y muebles (FEDERICO, 2013), el análisis prospectivo del complejo foresto-industrial (IDÍGORAS, 2016), el informe de cadenas de valor del sector papel y muebles (SSPE, 2016) y el informe actualidad de la cadena de valor forestoindustrial (FAIMA, 2019).

A nivel provincial se cuenta con el informe de consultoría de SÁNCHEZ UGALDE (2012), el Plan Estratégico 2020 de Santiago del Estero (MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN-UISDE, 2013) y la publicación de UMLANDT y HOYOS (2018).

Según el CNA (MINISTERIO DE AGROINDUSTRIA, 2017), el sector industrial de la madera en la provincia de Santiago de Estero comprende dos subsectores bien diferenciados: a) industrialización primaria que procesa los rollizos y elabora durmientes y madera aserrada para el campo y b) industrialización secundaria que abarca la elaboración de aberturas, muebles, pisos de madera, implementos para la ganadería y otros productos de carpintería. El censo releva 206 establecimientos entre aserraderos e industrias de manufactura e identifica tres zonas madereras: Zona Norte (comprende los departamentos Pellegrini, Copo y Alberdi); Zona Centro (departamentos Capital, Río Hondo, Figueroa, Moreno, Ibarra, Sarmiento, San Martín, Robles, Silípica y Guasayán) y Zona Sur (departamentos Choya, Loreto, Atamisque, Avellaneda, Taboada, Ojo de Agua, Salavina, Quebrachos, Aguirre, Mitre, Belgrano y Rivadavia). Los ítems analizados son los siguientes: materia prima (cantidad consumida), producción (volúmenes generados de los diferentes productos aserrados y manufacturados), tamaño de los aserraderos (según rangos de producción), capacidad instalada (capacidad teórica de producción anual), subproductos, empleo (cantidad de puestos de trabajo directos generados), tecnología (cantidad de máquinas y potencia instalada), comercialización y precio de los productos.

Por otra parte, el trabajo de SÁNCHEZ UGALDE (2012) señala que Santiago del Estero cuenta con tres centros transformadores de la madera, bien diferenciados entre sí. Un polo industrial se ubica en los Departamentos Capital y Banda (nodo Capital-Banda) donde se asientan

MiPyMEs que elaboran una diversidad de productos forestales, por la existencia de comercios mayoristas o centros de acopio que provén de insumos para la segunda industrialización de la madera. Otro polo industrial se encuentra en el Departamento Loreto (nodo Loreto), a 60 km de la capital provincial, que aglutina mueblerías de pequeño porte. El tercer polo se concentra en el noreste de la provincia (nodo Noreste) con aserraderos ubicados en Monte Quemado, Los Pirpintos, Pampa de los Guanacos (Departamento Copo), Campo Gallo (Departamento Alberdi), Tintina, Weisburd y Quimilí (Departamento Moreno); son puntos de elaboración de productos forestales primarios dedicados principalmente a la primera transformación mecánica de la madera. En esta región se encuentra la mayor parte de los recursos forestales nativos.

El Plan Estratégico 2020 (MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN-UISDE, 2013) detalla las cadenas productivas líderes del desarrollo industrial de Santiago del Estero tales como la textil, bioenergía, frutihortícola, cárnica e insumos para la construcción, y dedica escasas páginas a describir las cadenas secundarias, entre ellas la foresto-industrial.

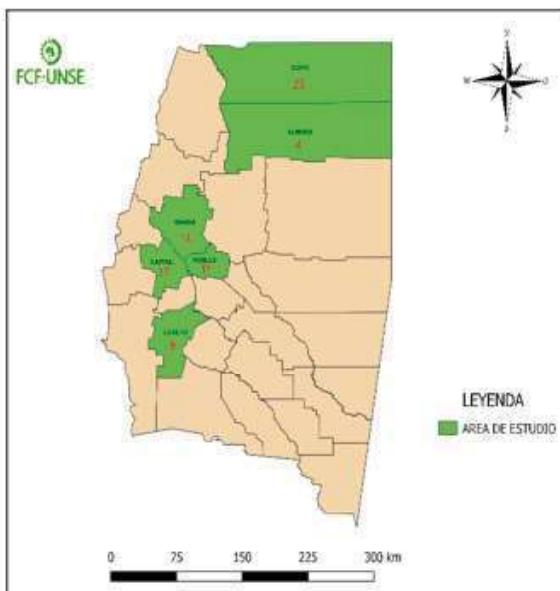
UMLANDT y HOYOS (2018) publican un resumen del panorama general de la industria maderera de Santiago del Estero, donde se pone en perspectiva la problemática a resolver y se señala una serie de propuestas para incrementar la competitividad del sector. Dichos autores advierten acerca de la “escasa disponibilidad de información a nivel local sobre la actividad maderera y de la amplia discrepancia entre los datos informados por distintos estudios”.

El objetivo del presente trabajo es complementar el diagnóstico efectuado por SÁNCHEZ UGALDE (2012) y los datos del Censo Nacional de Aserraderos (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2017), avanzando de modo especial en el relevamiento de aspectos cualitativos no recogidos en dichos estudios. Se intenta efectuar una mirada exploratoria de varios aspectos que hacen al crecimiento de las empresas tales como el grado de capacitación del personal ocupado, tasa de utilización del equipamiento, tipo de clientes, percepción del grado de competencia, nivel de ganancia obtenido, ritmo de ventas, costos y dificultades que enfrentan.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La población de análisis fue definida como el sector de la industria de transformación física de la madera. La muestra incluyó a establecimientos emplazados en Capital (Dpto. Capital), La Banda (Dpto. Banda), Loreto (Dpto. Loreto), Monte Quemado (Dpto. Copo), Campo Gallo (Dpto. Alberdi) y Fernández (Dpto. Robles) de la provincia de Santiago del Estero. Se obtuvo información primaria recurriendo a una encuesta estructurada, instrumentada a través de entrevistas personales con aplicación de un cuestionario (DÍAZ DE RADA, 2009). Se realizaron entrevistas *in situ* a 100 titulares de establecimientos madereros, durante los años 2017 y 2018. La figura 1 muestra la ubicación de los sitios de estudio y la cantidad de encuestadas por sitio.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN



**Figura 1. Ubicación geográfica de los sitios de estudio y cantidad de encuestas por sitio**

**Figure 1. Geographical location of the study sites and number of surveys per site**

Se aplicó un muestreo por conveniencia que consiste en la elección, por métodos no aleatorios, de una muestra cuyas características sean similares a las de la población objetivo.

El cuestionario, con 30 preguntas cerradas, apuntó a identificar cinco dimensiones de análisis: perfil industrial, tecnología, materia prima, comercialización y resultados de la actividad. El mismo incluyó numerosas variables cualitativas (ordinales y nominales) y algunas cuantitativas (ARRIAZA BALMÓN, 2006). Los indicadores relevados fueron los siguientes: tipo y antigüedad del establecimiento, cantidad de personal ocupado y su nivel de capacitación, grado de competencia en el sector, estado de la maquinaria y grado de utilización, clase de materia prima procesada, tipo de clientes, nivel de ganancias, desempeño pasado y proyección de ventas, entre los aspectos más destacados. El tipo de establecimiento incluyó las categorías de aserraderos, carpinterías, corralones y otros. El grado de capacitación del personal y el nivel de ganancias se ponderó con tres niveles (alto, moderado y bajo). La competencia en el sector se evaluó con aspectos internos de competitividad de la empresa (ROJAS *et al.*, 2000), contenidos en tres preguntas del cuestionario: reconocimiento de competidores, grado de percepción de competencia (alto, normal, bajo y nulo) y estrategias aplicadas para competir. El grado de utilización de la capacidad instalada se estimó con las siguientes categorías: muy bajo (menos del 30% de utilización), bajo (30-50%), medio (51-70%) y alto (más del 70%).

Se efectuó un análisis descriptivo de tipo univariante y se compararon los seis sitios para destacar aquellas características diferenciales entre los mismos.

### Perfil de los establecimientos

**Tipo de establecimiento.** Según la tabla 1, cerca de un tercio de la muestra son aserraderos. Las carpinterías representan el 56% del total; un 10% funciona como carpintería exclusivamente, mientras que un 46% restante tiene el aserradero integrado a la misma. Los corralones, dedicados al corte y venta de madera a medida, cubren el 11%. La categoría “otros” representan un 3% y hace referencia a establecimientos dedicados a trabajos de tornería y artesanías, reparación de muebles y fábrica de virutas.

**Tabla 1. Tipos de establecimiento**

**Table 1. Types of Enterprise**

Tipo	(%)
Aserradero	30
Carpintería	10
Carpintería integrada	46
Corralón	11
Otros	3

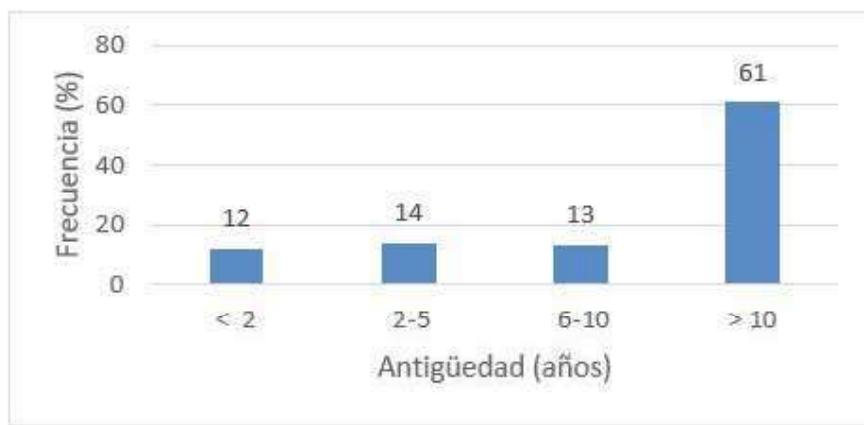
El gráfico 1 muestra que los aserraderos están situados principalmente en Monte Quemado-Campo Gallo y La Banda. Las carpinterías con aserradero incorporado se ubican en Capital, Loreto, Monte Quemado y Fernández. Por su parte, Loreto y Fernández representan dos sitios de carpinterías integradas especializados en la fabricación de muebles y aberturas.

**Antigüedad del establecimiento.** En el gráfico 2 se puede observar que seis de cada diez de las empresas entrevistadas iniciaron sus actividades hace más de 10 años (algunas con 50 o más años de trayectoria en la actividad); es la situación predominante en las industrias de Loreto y Fernández y en una gran mayoría de Capital y La Banda. Un 24% de los casos son establecimientos que no superan los 5 años de antigüedad; se trata principalmente de aquéllos instalados recientemente en Monte Quemado.

**Cantidad de personal y grado de capacitación.** Según el CNA (MINISTERIO DE AGROINDUSTRIA, 2017) las industrias madereras de la provincia generan empleo directo de 970 puestos de trabajo. La zona norte es la que posee la mayor cantidad de empleados, con un promedio de 6 personas por establecimiento; las industrias de la zona centro, 5 personas; y las de la zona sur; 3 personas. Según las encuestas, todas las empresas visitadas son microindustrias unipersonales, ya que ninguna supera los diez empleados permanentes.



**Gráfico 1.** Tipo y cantidad de establecimientos por sitios  
**Graph 1.** Type and amount of enterprise per sites

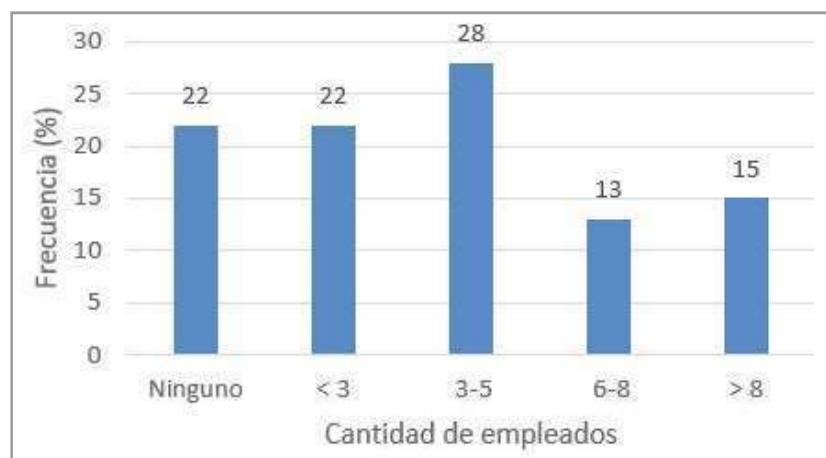


**Gráfico 2.** Antigüedad de los establecimientos  
**Graph 2.** Seniority of the enterprise

De acuerdo al gráfico 3, las industrias que trabajan con más de ocho empleados representan un escaso 15%; pertenecen a Monte Quemado-Campo Gallo y a Capital. Asimismo se observa que un 41% posee entre tres y ocho trabajadores. Un 22% opera con personal temporal (no ocupa mano de obra permanente); otra proporción similar trabaja con una plantilla que no supera los dos operarios. Las carpinterías de Loreto y Fernández presentan la mayor cantidad de casos en estas dos últimas categorías.

El relevamiento de FAIMA (2019) señala que el 30% de las empresas del sector disminuyó su dotación de personal durante el año 2018. Esta situación relevada a nivel nacional no se verifica en las entrevistas locales ya que los establecimientos de Santiago del Estero no registran despidos.

Según las encuestas, el nivel de capacitación del personal es normal-medio para el 87% del total de empresas que declaran disponer de empleados registrados. El resto posee trabajadores sin adiestramiento. En el gráfico 4 se destacan Monte Quemado-Campo Gallo y Capital con una mayor proporción de mano de obra calificada.



**Gráfico 3. Cantidad de personal**

**Graph 3. Number of staff**



**Gráfico 4. Cantidad de personal capacitado por sitios**

**Graph 4. Number of trained personnel per sites**

## Tecnología disponible

### Potencia instalada y estado del equipamiento.

La potencia instalada del parque de maquinaria suma unos 7.171 Hp. El 43% corresponde a la zona norte de la provincia, que potencialmente tiene la mayor capacidad de producción; le siguen las zonas centro y sur en menor medida (MINISTERIO DE AGROINDUSTRIA, 2017). Según el relevamiento del presente trabajo, las máquinas utilizadas tienen una antigüedad promedio de 23 años. A pesar de la obsolescencia, en promedio, el estado del equipamiento es bueno en un 64%, mientras que un 19% es regular y un 17% es muy bueno.

**Grado de utilización.** De acuerdo con el CNA (MINISTERIO DE AGROINDUSTRIA, 2017), la capacidad ociosa promedio del equipamiento ronda el 34% y la zona centro ostenta el valor más alto. Los datos de las encuestas respaldan estos resultados: según el gráfico 5 solo un tercio de las industrias aprovecha casi el total de la capacidad de procesamiento de su maquinaria. La tasa de utilización de la maquinaria es de grado alto en Loreto, Monte Quemado y Campo Gallo; moderado en Capital y grado bajo en La Banda.

## Materia prima

**Especies forestales utilizadas.** En el 70% de los casos, la materia prima es provista por agentes intermedios. En general, las industrias santiagueñas utilizan poca variedad de especies forestales. En las industrias forestales de Monte Quemado-Campo Gallo predomina el consumo de maderas de quebracho blanco y colorado; y a medida que se avanza hacia la zona sur de la provincia, si bien el consumo de materia prima es marcadamente inferior, las proporciones del uso de algarrobo aumentan (MINISTERIO DE AGROINDUSTRIA, 2017; SÁNCHEZ UGALDE, 2012).

Según las encuestas, una tercera parte de los casos señala al algarrobo blanco (*Prosopis alba*) como la madera empleada en primer lugar (gráfico 6). También se mencionan al pino (*Pinus sp*), quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco*), quebracho colorado (*Schinopsis quebracho colorado*) y cedro (*Cedrela sp*) en orden decreciente.

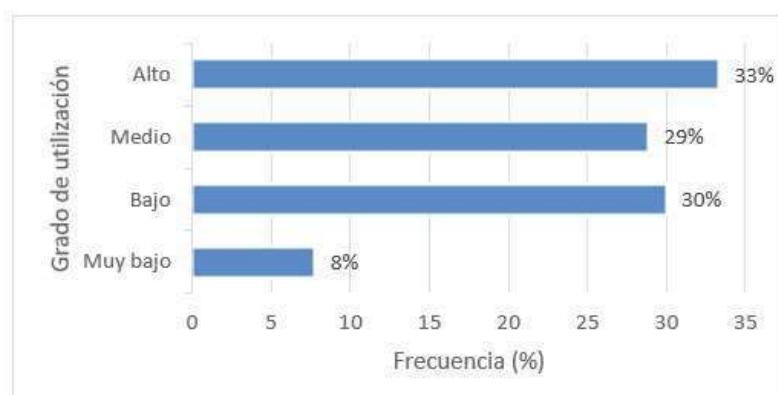


Gráfico 5. Grado de utilización de la maquinaria

Graph 5. Degree machinery use

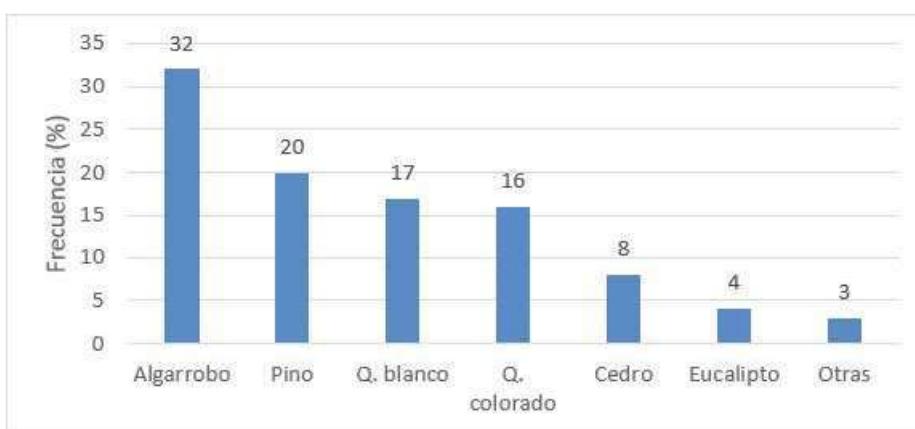


Gráfico 6. Especies forestales más utilizadas

Graph 6. Most used forest species

Los establecimientos de primera transformación (aserraderos de La Banda, Monte Quemado y Campo Gallo) emplean como materia prima solamente la madera de quebracho colorado, quebracho blanco y algarrobo, proveniente del bosque nativo. Las industrias de segunda transformación (carpinterías de Loreto, Fernández, Monte Quemado-Campo Gallo y Capital) utilizan principalmente el algarrobo. Es importante advertir que existen dificultades crecientes en el abastecimiento de los rollos de algarrobo a causa de una marcada disminución de su stock.

Para la fabricación de muebles, las carpinterías ubicadas en los centros de consumo de Capital y La Banda emplean maderas de origen extraprovincial, como el cedro y el pino, además del algarrobo de origen local. Loreto y Fernández son dos núcleos de carpinterías especializadas en la fabricación de muebles de algarrobo.

**Principales defectos de la madera.** Entre los principales defectos de la materia prima se señalan los siguientes: presencia de torceduras, fisuras y rajaduras, madera húmeda y madera enferma por la acción de hongos e insectos.

**Generación de residuos.** La cantidad de residuos de material en las empresas es pequeña. Casi siete de cada diez de aquellas (un 66%) generan menos de 30% de desperdicios de madera, mientras que el resto (un 28%) obtiene un 30-50% de residuos. Sólo en siete casos, la generación de residuos supera a la mitad de la materia prima empleada. Los restos de madera obtenidos son donados en la mayoría de los casos, o vendidos con destino a producción de leña, virutas, artesanías y manualidades. Cuando el material no es donado ni vendido, se procede a su quema, generalmente en el mismo predio industrial.

#### Comercialización y resultados de la actividad

**Competencia en el sector.** Un 21% de las industrias manifiesta no tener competidores. En el otro extremo, si bien la gran mayoría (79%) reconoce el accionar y la influencia de la competencia en el sector, no se la percibe en igual grado, como muestra la tabla 2. Un tercio de las industrias (32%) identifica su actividad como moderadamente competitiva (principalmente en Monte Quemado). Un 28% afirma que la competencia es alta (especialmente en Loreto), mientras que un 19% sostiene que es de grado bajo.

**Tabla 2. Grado de percepción de competencia**

**Table 2. Degree of competence perception**

Grado	(%)
Alto	28
Moderado	32
Bajo	19
Nulo	21

Las estrategias utilizadas para enfrentar la competencia son, en orden decreciente, la calidad (con la mayor cantidad de menciones), la experiencia, los precios bajos y la especialización. El diseño y la buena atención al cliente son estrategias poco mencionadas por los entrevistados.

**Tipo de clientes.** La comercialización de los pro-

ductos tiene como destino el mercado local. Casi el 60% de las empresas comercializa sus productos al consumidor final. Un 17% es exclusivamente proveedor de empresas mientras que un 25% atiende un "mix" de clientes que incluye particulares, empresas y, de modo excepcional, el Estado Provincial (tabla 3).

**Tabla 3. Tipo de clientes**

**Table 3. Customers type**

Cliente (%)
Consumidor final 58
Mix 24
Empresas 17
Estado 1

**Desempeño de las ventas.** Las respuestas acerca del comportamiento pasado de las ventas fueron muy dispares. Según los resultados, un 38% considera que en los últimos tres años (2015-2017) sus ventas experimentaron una reducción significativa. Por otro lado, un 36% señala un nivel estable de las mismas, mientras que un 23% califica el ritmo de ventas con un comportamiento ascendente (gráfico 7). La mayor proporción de casos con desempeño descendente de ventas se evidencia en las carpinterías de Loreto y Fernández dedicadas a la fabricación de muebles. El escenario en estos dos sitios coincide con la situación que se verifica a nivel nacional dado que FAIMA (2019) informa que la industria del mueble cayó un 37,5% mientras que la de madera y sus manufacturas un 16,7% interanual entre 2017 y 2018.

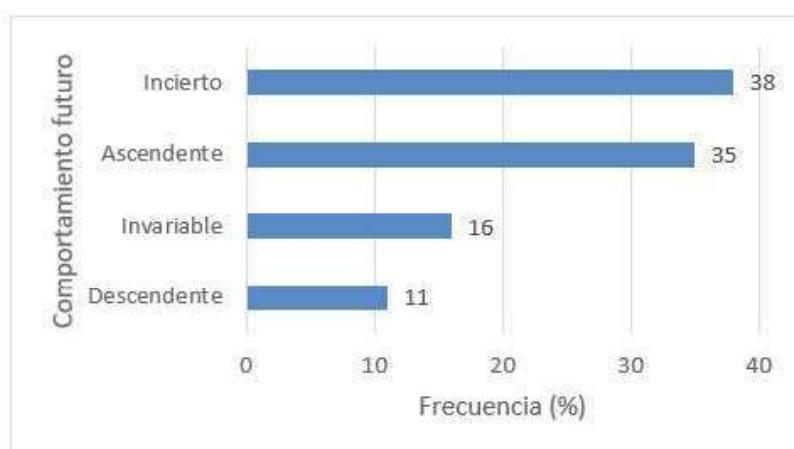
El pronóstico de ventas (gráfico 8) para los próximos tres años (2018-2020) es alejador solo para el 35% de los casos, principalmente en Loreto y Monte Quemado, donde se concibe un escenario optimista para el desempeño de las ventas. Existe un 38% con incertidumbre sobre el futuro, sobre todo en La Banda y Capital, mientras que el 27% restante sostiene expectativas poco optimistas al respecto, situación observada con mayor proporción en Fernández.

La contracción de las ventas y el escenario incierto que se señala a nivel local concuerda con el desempeño a nivel nacional que describe el informe FAIMA (2019). Según dicho relevamiento, durante el año 2018 el 74% de las empresas disminuyó la producción y el 72% registró descenso en las ventas; además se señala que las expectativas para el 2019 muestran que 8 de cada 10 empresas no esperan una recuperación.

**Nivel de ganancias.** Según la tabla 4, seis de cada diez industrias consignan un nivel moderado de ganancias; cerca de un tercio reporta un grado bajo o muy bajo, situación que prevalece en Loreto. Los argumentos expuestos por los entrevistados para explicar el nivel bajo o moderado de ganancias se repiten en todos los casos: la excesiva competencia y la actual situación de inestabilidad económica del país que origina disminución en las ventas y aumento en los costos de producción, tanto de la materia prima y la energía eléctrica como los costos laborales e impositivos.



**Gráfico 7. Comportamiento pasado de las ventas**  
**Graph 7. Past performance of sales**



**Gráfico 8. Proyección de las ventas**  
**Graph 8. Projection of sales**

**Costos de producción.** Ante la requisitoria para identificar los rubros del costo más sobresalientes, cerca de la mitad (48%) reconoce que el costo de la materia prima ocupa el primer lugar, mientras que un tercio (31%) señala al costo de la energía eléctrica como el de mayor peso. Otro rubro que incide en el costo de producción es el de salarios.

**Principales dificultades de la empresa.** Entre los principales problemas de funcionamiento que enfrentan las empresas, las menciones más numerosas fueron, en orden decreciente, las siguientes: abastecimiento de la materia

prima, defectos de la madera, falta de capacitación y responsabilidad del personal, dificultad en el acceso al crédito, incertidumbre en las ventas y el precio de la madera, altos costos y equipamiento insuficiente y/u obsoleto.

## CONCLUSIÓN

La gran mayoría de las industrias sonde larga trayectoria en el sector; no obstante se verifica una escasa proporción de establecimientos de reciente instalación, principalmente en Monte Quemado.

Son microindustrias unipersonales, con una nómina que no excede los diez empleados permanentes. Por un lado, las industrias de Monte Quemado-Campo Gallo y Capital se destacan con una plantilla de más de ocho empleados, mientras que, por el otro, las carpinterías de Loreto y Fernández operan con personal temporario o, en el mejor de los casos, con una nómina que no supera los dos operarios. En la gran mayoría el nivel de capacitación del personal es normal-medio. Monte Quemado-Campo Gallo y Capital son los sitios con mayor proporción de mano de obra calificada.

**Tabla 4. Nivel de ganancias**  
**Table 4. Profit level**

Nivel	(%)
Muy bajo	9
Bajo	22
Moderado	61
Alto	5
NS/NC	3

Las industrias han quedado estancadas en cuanto a modernización tecnológica. A pesar de la obsolescencia, en líneas generales, el equipamiento se encuentra en buen estado de mantenimiento.

En general, las industrias santiagueñas utilizan poca variedad de especies forestales. Los establecimientos de primera transformación emplean como materia prima solamente la madera de quebracho colorado, quebracho blanco y algarrobo, proveniente del bosque nativo. Por su parte, las industrias de segunda transformación utilizan principalmente la madera de algarrobo. La madera nativa es de calidad regular y diámetros variados debido a la falta de manejo del recurso forestal.

Las industrias atienden una plaza local con venta directa a compradores particulares principalmente. Operan en un mercado moderadamente competitivo.

Los rubros del costo más sobresalientes son el de materia prima y energía eléctrica; en segundo orden aparece el de salarios.

El ritmo de ventas ha sido descendente o estable en los tres últimos años. La industria del mueble es el segmento más afectado. La caída del consumo es el principal factor que explica este comportamiento debido a la alta elasticidad de los muebles y las manufacturas de madera respecto de la reducción del salario real.

Se consigna un nivel moderado de ganancia en la mayoría de los casos, nivel asociado a la actual situación de inestabilidad económica del país que origina una disminución en el ritmo de ventas y un aumento de los costos de producción, tanto de la materia prima y la energía eléctrica como los costos laborales e impositivos.

La caída de ventas sumado a los aumentos de costos asociados a tarifas de servicios, tasas de interés y algunos insumos dolarizados, condiciona la rentabilidad del sector. Las expectativas para los años venideros muestran un escenario pesimista, sin posibilidades de recuperación para dos de cada tres empresas entrevistadas.

## BIBLIOGRAFÍA

ARRIAZA BALMÓN M. 2006. Guía práctica de análisis de datos. Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Sevilla, España. 198pp.

DÍAZ DE RADA V. 2009. Análisis de datos de encuestas. Editorial UOC. Universitat Oberta de Catalunya. Barcelona, España. 331pp.

FAIMA. Federación Argentina de la Industria Madereira y Afines. 2019. Observatorio FAIMA 2019. Actualidad de la cadena de valor foresto industrial N° 7. 20pp. [En línea]. Disponible en: <https://www.dropbox.com/s/v4agnbz8t7g2136/2019-01%20Informe%20Observatorio%20FAIMA%20%236.pdf?dl=0>

FEDERICO J. 2013. Análisis de diagnóstico tecnológico sectorial. Madera y muebles. Buenos Aires: Secretaría de Planeamiento y Políticas, Ministerio de Ciencia,

Tecnología e Innovación Productiva. 62pp.[En línea]. Disponible en: <http://www.mincyt.gob.ar/adjuntos/archivos/000/043/0000043765.pdf>

IDÍGORAS G. 2016. Análisis tecnológicos y prospectivos sectoriales. Prospectiva tecnológica al 2025 del complejo foresto-industrial. Buenos Aires: Secretaría de Planeamiento y Políticas, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. 76pp. [En línea]. Disponible en: <http://www.mincyt.gob.ar/adjuntos/archivos/000/047/0000047562.pdf>

MINISTERIO DE AGROINDUSTRIA. 2017. Censo Nacional de Aserraderos. Informe del relevamiento censo en la provincia de Santiago del Estero. Buenos Aires. Ministerio de Agroindustria. 27pp. [En línea]. Disponible en: [https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss\\_desarrollo\\_foresto\\_industrial/censos\\_inventario/\\_archivos/censo//000000\\_Provincia%20de%20Santiago%20del%20Estero%20\(Abril%202017\).pdf](https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss_desarrollo_foresto_industrial/censos_inventario/_archivos/censo//000000_Provincia%20de%20Santiago%20del%20Estero%20(Abril%202017).pdf)

MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN-UISDE. 2013. Plan Estratégico Industrial Santiago del Estero 2020. Santiago del Estero: Ministerio de Producción, Unión Industrial de Santiago del Estero. 196pp. [En línea]. Disponible en: [http://uisde.com.ar/documentos/PEI-SE\\_VERSION-IMPRESA.docx](http://uisde.com.ar/documentos/PEI-SE_VERSION-IMPRESA.docx).

ROJAS P.; S. Romero y S. Sepúlveda. 2000. Algunos ejemplos de cómo medir la competitividad. IICA. Serie Cuadernos Técnicos N° 14. San José, Costa Rica. 49pp.

SÁNCHEZ UGALDE R. 2012. Mejora de la competitividad sistémica de las industrias de primera transformación mecánica de la madera. Informe final de consultoría para la instalación de un centro de capacitación. Programa de sustentabilidad y competitividad forestal. BID 2853 OC/AR. 92pp.

SSPE. Subsecretaría de Programación Económica. 2016. Informes de cadenas de valor. Forestal, papel y muebles, Año 1, n.º 14. Buenos Aires: Subsecretaría de Programación Económica, Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas. 60pp. [En línea]. Disponible en: [www.economia.gob.ar/peconomica/docs/SSPE\\_Cadenas%20de%20valor\\_Forestal,%20papel%20y%20muebles.pdf](http://www.economia.gob.ar/peconomica/docs/SSPE_Cadenas%20de%20valor_Forestal,%20papel%20y%20muebles.pdf)

UMLANDT M. y G. Hoyos. 2018. ¿Qué sabemos del sector de la industria de la madera en Santiago del Estero? Quipu Forestal 4, pp 22-23. Colegio de Graduados en Ciencias Forestales. Santiago del Estero.

# CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBU *Guadua chacoensis* (Rojas) Londoño & P. M. Peterson NATIVO DE EL-DORADO, PROVINCIA DE MISIONES

CHARACTERIZATION OF THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF *Guadua chacoensis* (Rojas)  
Londoño & P. M. Peterson ELDORADO NATIVE BAMBOO, PROVINCE OF MISIONES

Fecha de Recepción: 03/11/2019 // Fecha de Aceptación: 17/12/2019

## RESUMEN

## SUMMARY

En la provincia de Misiones existen un gran número de especies nativas y exóticas de bambúes leñosos, que presentan potencialidades económicas trascendentes, pero son escasos los estudios realizados sobre las características tecnológicas de los mismos, por lo tanto se ha planteado en este trabajo como objetivo general, evaluar las propiedades físicas y mecánicas de la especie *Guadua chacoensis* de la zona oeste de Eldorado, Misiones, Argentina. Se seleccionaron al azar seis culmos maduros del bambú que se dejaron estacionados en forma vertical en el laboratorio de tecnología de la madera hasta lograr su secado natural con un promedio del contenido de humedad del 18%. Luego se realizaron las probetas para los ensayos, según lo establecido en la Norma ISO 22157-1. Para estudiar las propiedades físicas se utilizó balanza con precisión de 0,01 miligramos, estufas de secado, calibre con precisión de 0,01 mm. y para determinar flexión estática, una máquina universal de ensayos, con capacidad de 300 kN. Los valores medios de las propiedades estudiadas se compararon con los valores de la misma u otras especies obtenidos por otros investigadores observando similitud. Por lo que se puede sugerir que este material leñoso sería adecuado para varias aplicaciones, construcción de tableros, pisos, uso estructural.

**Palabras clave:** Bambuseae, contracción e hinchamiento, pesos específicos, flexión estática

In the province of Misiones there are a large number of native and exotic species of woody bamboo, which have significant economic potential, but few studies have been carried out on their technological characteristics, therefore, the general objective of the present work is to evaluate the physical and mechanical properties of the *Guadua chacoensis* species from the western zone of Eldorado, Misiones, Argentina. Six mature bamboo culms were randomly selected and seasoned, vertically, in the wood technology laboratory until naturally drying with an average moisture content of 18%. Then the test specimens were made for the tests, according to what is established in the ISO 22157-1 Standard. To study the physical properties, a balance with an accuracy of 0.01 milligrams, drying stoves, and a gauge with an accuracy of 0.01 mm were used; and to determine static bending, a universal testing machine with a capacity of 300 kN was used. The mean values of the studied properties were compared with the values of the same or other species obtained by other researchers observing similarity. So it can be suggested that this woody material would be suitable for various applications such as board construction, flooring and structural use.

**Key words:** Bambuseae, contraction and swelling, specific weights, static flexion

### Teresa María Suirezs

Mgter. Ingeniera Forestal. Docente de la Facultad de Ciencias forestales- UNaM- IMAM. Eldorado-Misiones-Argentina.  
teresuirezs@hotmail.com

### Ramón Alejandro Friedl

Mgter. Ingeniero Forestal. Docente de la Facultad de Ciencias forestales-UNaM, FCF, Bertoni 124, Eldorado, Misiones, Argentina. afriedl@facfor.unam.edu.ar

### Ignacio Gutiérrez

Estudiante de Ingeniería en Industrias de la Madera, FCF-UNAM. Eldorado-Misiones-Argentina. ignacioguti@gmail.com

### Christian Bulman Hartkopf

Ingeniero Forestal. UNaM, FCF, Bertoni 124, Eldorado, Misiones, Argentina. bulman\_c@hotmail.com

### Adelaida Bragaño

Ingeniera en Industrias de la Madera. Docente de la Facultad de Ciencias Forestales- UNaM. IMAM. Eldorado-Misiones-Argentina. abeyi33@hotmail.com

### Daniel Videla

### Julio Cesar Bernio

### Maria Angélica Aguilera

Ingeniero Forestal. Docente de la Facultad de Ciencias Forestales- UNaM. Eldorado-Misiones-Argentina. dangalaret@gmail.com; jbernio@arnet.com.ar; mangelica713@hotmail.com

## INTRODUCCIÓN

**M**isiones es la provincia Argentina con mayor desarrollo del sector foresto-industrial, donde se pueden encontrar varias especies nativas y exóticas de bambúes leñosos con potencialidades de diferentes usos y económicas. La actual importancia de trabajar con nuevos materiales renovables se presenta como un espacio de relevancia para generar un estudio de las propiedades físicas y mecánicas de esta especie a fin de poder, con mayor conocimiento orientar y allanar nuevos caminos de expansión económica y productiva.

LIZARAZU (2013) reconoce 18 taxones leñosos que pertenecen a los géneros nativos y 12 de géneros exóticos, que habitan en el noreste argentino y zonas límitrofes.

El bambú *Guadua chacoensis* (Rojas) Londoño & P. M. Peterson conocido como tacuara o tacuaruzú, presentan culmos de 10 a 20 m de alto, cañas huecas de 8 a 15 cm de diámetro, los entrenudos en estadios juveniles son surcados y cilíndrico a la madurez, crece en bosques en galería. Se distribuye en Bolivia, Paraguay, Uruguay, Brasil y Argentina (LIZARAZU, 2013).

Las bambuseas leñosas son consideradas como un material de gran riqueza y con un gran potencial económico, dada su alta tasa de crecimiento, capacidad de reconstitución de suelos, control de erosión y las múltiples aplicaciones que originan como ser las fibras textiles, papel de excelente calidad, producción de chapas, tableros, productos compuestos (DEMONARI, 2009).

THOMAE *et al.*, (2008) propone utilizar la *Guadua chacoensis* en forma maciza para componer productos estructurales y establece que la sustentabilidad de la *Guadua* se garantiza en la posibilidad de su aprovechamiento ininterrumpido, causando la menor alteración del ecosistema a través de "podas" periódicas y de esta manera se estarían aprovechando toneladas de material de buena calidad que hasta el presente se deterioran y se pierden descomponiéndose en los montes misioneros, por desconocimiento de sus cualidades.

MARTÍNEZ (2010) ha realizado un análisis de la cadena productiva del bambú en la Argentina, definiendo como un producto forestal no maderable y sus potencialidades son en gran parte desconocidas en nuestro país, a pesar de la larga experiencia de China en materia de transformación y venta de productos de bambú o de países como Colombia y Ecuador. La provincia de Misiones, lugar de desarrollo del sector foresto-industrial por excelencia, alberga un número importante de especies nativas y exóticas de bambúes leñosos presentando potencialidades económicas trascendentales.

APONTE (2016) al estudiar las propiedades de la *Guadua angustifolia* Kunth de Colombia obtuvo una densidad básica de 620,41 kg/m<sup>3</sup>, módulo de rotura 55,29 MPa y módulo de elasticidad 12560,27 MPa a la flexión estática.

LINDHOLM y PALM (2007) investigaron las propiedades mecánicas de *Guadua chacoensis* de Colombia, presentan valores promedios de 12642 MPa para módulo de elasticidad y 19 MPa para el módulo de rotura a la flexión estática, además describen que los valores de peso específico aparente de esta especie se encuentran entre los 0,500 y 0,900 g/cm<sup>3</sup>.

ORDÓÑEZ y BÁRCENAS (2014), estudiaron algunas propiedades de tres *Guadua* mexicanas con el fin de evaluar sus posibilidades en usos estructurales. Los valores obtenidos pudieron establecer a estas especies como factibles técnicamente de ser utilizadas en la construcción. Entre las especies estudiadas se encuentra la *Guadua velutina*, de la que obtuvieron los siguientes valores promedios de la base del culmo: contenido de humedad 17%, densidad básica 0,418 gr/cm<sup>3</sup>, para flexión estática el módulo de rotura fue de 72,2 MPa y el módulo de elasticidad de 14,8 GPa (14800 MPa).

LUNA *et al.*, (2014) determinaron valores de propiedades mecánicas de la *Guadua angustifolia* con el fin de generar parámetros que sirvan a la industria de la construcción, ya que es una especie muy utilizada en la construcción en países de Centroamérica. Los valores de resistencia que obtuvieron fueron: Modulo de rotura a la flexión 37,4 MPa, al Corte 3,5 MPa, Compresión paralela 20,3 MPa, Tracción paralela 40,7 MPa y Compresión perpendicular 1,7 MPa.

HERNÁNDEZ (2018) al determinar las propiedades de la especie *Bambusa oldhamii* de México encontró un valor medio del módulo de rotura de 778 kg/cm<sup>2</sup> y para módulo de elasticidad de 188730 kg/cm<sup>2</sup>.

HERNÁNDEZ *et al.*, (2015) estudiaron las propiedades físico-mecánicas de la *Guadua aculeata* de México, obteniendo valores promedio de contracciones totales de 13,9 % en espesor de pared y 0,1 % en la longitud.

LUNA *et al.*, (2011), realizaron una metodología de diseño de estructuras para el material de *Guadua angustifolia* por el método de los esfuerzos admisibles y presentan como valor característico del módulo de rotura a la flexión estática 37,4 MPa y valores de esfuerzo admisible tales como 8,3 MPa para carga muerta; 10,4 MPa para carga muerta más carga viva y 12,5 MPa para carga muerta más carga viva más carga de viento o sismo y 13900 MPa para módulo de elasticidad a la flexión estática.

El reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. (1997). Asiente como esfuerzo admisible para módulo de rotura 15 MPa y módulo de elasticidad de 9500 MPa a la flexión estática para *Guadua angustifolia* Kunth.

Se planteo como objetivo general evaluar algunas propiedades físicas y una propiedad mecánica de la especie *Guadua chacoensis*, de la provincia de Misiones, considerando la hipótesis, que los culmos de la especie bajo estudio presenta características físicas y mecánicas aptas para ciertas aplicaciones estructurales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realiza con material obtenido a partir de bambusales nativos no manejados de *G. chacoensis*, de la zona oeste de la ciudad de Eldorado, ubicada al noroeste de la provincia de Misiones, Argentina. Los suelos de la zona son en su mayoría los denominados "tierra colorada" descripto por la Compañía Argentina de Relevamientos Topográficos y Aeroftogramétricos (C.A.R.T.A), la temperatura media anual registrada fue de 21,4°C, media máxima

de 32,9°C en enero y medias mínimas de 10,8°C, con heladas entre mayo y agosto.

Recorriendo la zona, una vez ubicados los bambusales, se identificó la especie en base a caracteres morfológicos, se observó y describió las características del mismo.

Para este estudio de dichos bambusales, se seleccionaron al azar culmos maduros, se registraron los diámetros, alturas y estado de los tallos antes de talar, luego fueron dejados en su misma mata durante veinte días, con el fin de lograr una estabilización natural en su lugar de origen. Posteriormente se trasladaron los culmos a la Facultad de Ciencias Forestales, UNAM, para el secado y acondicionamiento bajo cubierta. Lograda la humedad de equilibrio de aproximadamente 18%. La preparación de las probetas y los ensayos se realizaron según las pautas establecidas en la norma técnica ISO 22157-1:2004. Para estudiar los pesos específicos aparentes se utilizaron 36 probetas, contracción y coeficiente de contracción entre 28 y 36 respectivamente y para flexión estática 12 probetas.

Para realizar los ensayos físicos se utilizaron los siguientes elementos de trabajo: balanza Mettler, con precisión de 0,01 miligramos, estufas de secado con termóstato para regular temperaturas de  $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}$ C, calibre con precisión de medidas de 0,01 mm, desecadores y cubetas. Los ensayos de flexión estática se realizaron con una máquina universal de ensayos electromecánica, con capacidad de 300 kN y precisión de 3 kN. Imagen 1. La misma cuenta con un programa de donde se toman los datos del ensayo.

El análisis de los datos obtenidos, se realizó empleando una planilla de cálculo, determinándose los valores mínimos, máximos y promedios para verificar si los resultados observados responden a los valores requeridos para ciertos usos.



**Imagen 1. Maquina universal de ensayo con probeta de bambú para de flexión estática**

**Image 1. Universal testing machine with bamboo sample for static bending**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se presentan los valores promedios de los pesos específicos aparentes, contenido de humedad, valores mínimos, máximos, variancia, desvío estándar, coeficiente de variación y tamaño de muestra del bambú *Guadua chacoensis*.

El valor del peso específico aparente estacionado de esta especie es superior a la *G. velutina* obtenida por ORDOÑEZ Y BÁRCENAS, 2014, a la *Guadua angustifolia* Kunth de Colombia estudiada por Aponte, 2016 y se encuentra entre los entre los valores 0,500 y 0,900 g/cm<sup>3</sup> presentados por LINDHOLM y PALM (2007) para la *Guadua chacoensis* de Colombia.

En la tabla 2 se observan los comportamiento de la *G. chacoensis* en cuanto a su estabilidad dimensional en la longitud de la caña y en el espesor de la pared, además se presenta el coeficiente de contracción en el espesor de la pared, valores mínimos, máximos, variancia, desvío estándar, coeficiente de variación y tamaño de muestra.

Comparando con la *Guadua aculeata* estudiada por HERNÁNDEZ *et al.*, 2015, la contracción en el espesor de pared de la especie bajo estudio es menor, en cambio en la dirección longitudinal es mayor.

En la tabla 3 se presentan los valores promedios del módulo de elasticidad y módulo de rotura a la flexión estática, valores mínimos, máximos, variancia, desvío estándar, coeficiente de variación y tamaño de muestra. El valor medio del contenido de humedad de las probetas ensayadas fue de 17,17%.

Los valores de módulo de elasticidad y rotura a la flexión estática obtenidos en este estudio son mayores que los obtenidos por LINDHOLM y PALM (2007) para la *Guadua chacoensi* de Bolivia. Comparando con los valores de *Guadua angustifolia* logrados por APONTE 2016 y LUNA *et al.*, 2014 y 2011 se observa que los culmos de la *Guadua chacoensi* estudiada en este trabajo arrojan valores superiores. Como así también supera los valores de MOE y MOR de la *Guadua velutina*, ORDOÑEZ y PAZOS BÁRCENAS 2014. HERNÁNDEZ (2018) obtuvo valores de módulo de elasticidad y rotura a la flexión estática superiores en la *Bambusa oldhamii* de México.

**Tabla 1. Valores de pesos específicos aparentes y contenidos de humedad.**

Table 1. Values for specific apparent weights and moisture content.

Estadísticos	Propiedades estudiadas				
	PEE g/cm <sup>3</sup>	PEB g/cm <sup>3</sup>	PEA g/cm <sup>3</sup>	PES g/cm <sup>3</sup>	CH %
Mínimo	0,545	0,397	0,454	0,809	11,98
Máximo	0,825	0,659	0,865	1,098	38,32
Promedio	0,697	0,536	0,615	0,966	17,17
Variancia	0,006	0,004	0,007	0,005	40,66
Desvío estándar	0,079	0,065	0,083	0,067	6,38
Coef. de variación	11,39	12,08	13,45	6,97	37,14
n	36	36	36	36	36

PEE: peso específico aparente estacionado. PEB: peso específico aparente básico. PEA: peso específico aparente anhidro. PES: peso específico saturado. CH: Contenido de humedad. n: repeticiones. n: tamaño de muestra.

**Tabla 2. Valores de contracción total longitudinal, espesor de pared y coeficiente de contracción de espesor de pared.**

Table 2. Total longitudinal shrinkage, wall thickness and wall thickness shrinkage coefficient values.

	CT Long %	CT ep %	CC ep
Mínimo	0,06	2,96	0,01
Máximo	0,35	15,18	0,35
Promedio	0,18	7,96	0,12
Variancia	0,01	12,73	0,01
Desvío estándar	0,07	3,57	0,08
Coef. de variación	39,9	44,8	68,0
n	36	32	28

CT long: Contracción total longitudinal. CTep: Contracción total del espesor de pared. CCep: coeficiente de contracción del espesor de pared. n: tamaño de muestra.

**Tabla 3. Valores de módulo de elasticidad y módulo de rotura a la flexión estática.**

Table 3. Modulus of elasticity and modulus of rupture to static deflection values.

	MOE N/mm <sup>2</sup>	MOR N/mm
Mínimo	6866,6	38,8
Máximo	22387,4	112,8
Promedio	16117,9	76,8
Variancia	20867838,1	470,4
Desvío estándar	4568,1	21,7
Coef. de variación	28,3	28,3
n	12	12

MOE: Módulo de elasticidad. MOR: Módulo de rotura. n: tamaño de muestra.

## CONCLUSIÓN

El peso específico aparente de la *Guadua chacoensis* corresponde a valores apropiados para varias aplicaciones entre ellas construcciones.

Los valores de contracción total en la dirección longitudinal y en el espesor de pared definen a este material con buena estabilidad dimensional.

Los módulos de elasticidad y de rotura a la flexión estática indican valores considerados como aptos para uso estructural, carpintería y fabricación de tableros para piso.

## BIBLIOGRAFÍA

APONTE, A. F. G. 2016. Caracterización físico-mecánica de la *Guadua* en el municipio de Guaduas cundinamarca. Tesis maestría. Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá Facultad de Artes Maestría en Construcción Bogotá D.C., Colombia.

DEMONARI, S. M. 2009. "Viverización de Tacuaruz, *Guadua chacoensis* (Rojas) Londoño & Peterson". Integradora II (trabajo de graduación) de la Facultad de Ciencias Forestales, UNAM.

HERNÁNDEZ Zaragoza, I.; Ordoñez Candelaria, V. R.; Pazos Barcenas, G. M.; Borja de la Rosa, A. M.; Zamudio, F. J. 2015. Propiedades físico-mecánicas de una guadua mexicana (*Guadua aculeata*). Maderas. Ciencia y Tecnología 17(3): 505-516.

HERNÁNDEZ, J. Á. Tesis. 2018. Determinación de las propiedades mecánicas de la *Bambusa oldhamii*. Facultad de Arquitectura Universidad Veracruzana.

ISO 22157-1:2004. Bamboo- Determination of physical and mechanical properties.

LINDHOLM, M.; Palm S. 2007. “*Guadua chacoensis* in Bolivia -an investigation of mechanical properties of a bamboo species”. Master thesis. Department of Management and Engineering. Centre for Wood Technology & Design. Linköping University. LIU-IEI-TEK-A--07/00256—SE <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:liu:diva-10372>.

LIZARAZU, M. A. 2013. Bambúes leñosos (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae) del Noreste argentino y regiones limítrofes: estudios taxonómicos, morfológicos, anatómicos y biogeográficos. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. Biblioteca Digital FCEN-UBA.

LUNA, P.; Lozano, J.; Takeuchi, C. 2014. Determinación experimental de valores característicos de resistencia para *Guadua angustifolia*. Publicado en la revista Maderas. Ciencia y tecnología 16(1):77-92, 2014. Universidad del Bío – Bío.

LUNA, P.; Takeuchi,C.; Granados, G.; Lamus, F.; Lozano, J.. 2011. Metodología de diseño de estructuras en *Guadua angustifolia* como material estructural por el método de esfuerzos admisibles. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (Colombia). Revista Educación en Ingeniería. N° 11. Pp 67-75.

MARTÍNEZ, C. 2010. Análisis de la cadena productiva del bambú en Argentina. Trabajo final de grado, integradora II. Facultad de Cs. Forestales, UNAM.

ORDOÑEZ Candelaria, V. R.; Pazos Bárcenas, G. M. 2014. Propiedades físicas y mecánicas de tres especies de guaduas mexicanas (*Guadua aculeata*, *Guadua amplexifolia* y *Guadua velutina*). Revista Madera y Bosques vol. 20, núm. 2: Pp. 111-125.

REGLAMENTO COLOMBIANO de Construcción Sismo Resistente NSR-10. Ley 400. 1997. Titulo G- Estructuras de maderas y estructuras de *Guadua*. NSR-10. Capítulo G.12- Estructuras de *Guadua*. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

THOMAE, A. M. C; Thomae, J. A; Tonn M. J.; Caro, M. E. 2008. Eldorado Bambú: Una propuesta innovadora para la fabricación de laminados de bambú. 13as Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM - EEA Montecarlo, INTA.

# ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE CARBÓN VEGETAL DE LA CUENCA DE GOBERNADOR ROCA EN LA PROVINCIA DE MISIONES

SOCIOECONOMIC ANALYSIS OF THE CHARCOAL PRODUCTION OF THE GOBERNADOR ROCA BASIN IN THE PROVINCE OF MISIONES

Fecha de Recepción: 27/02/2019 // Fecha de Aceptación: 17/12/2019

**Alejandro Roberto  
Vargas**

Profesor Investigador. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones  
vargasforestal55@gmail.com

**Juan Ángel Gauto**

Profesor Investigador. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Subsecretario de Desarrollo Forestal de Misiones. sdesfor@gmail.com

**Oscar Arturo Gauto**

Profesor Investigador. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones.

**Rechberger Fabián**

Graduado de la carrera de ingeniería forestal - Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones.

**Francisco Simón Bordin**

Estudiante becario FCF- Universidad Nacional de Misiones. Carrera Ingeniería agronómica.  
franbordin22@gmail.com

## RESUMEN

La producción de carbón vegetal en la provincia de Misiones es una actividad realizada por agricultores familiares. Esta actividad está arraigada culturalmente en varios sectores de la provincia, formando parte de los ingresos familiares en complemento a actividades hortícolas, apícolas, y ganadería de consumo. Los agricultores utilizan, por lo general, hornos tipo media naranja argentino, hechos de barro y ladrillos. En el presente trabajo se realiza un análisis socioeconómico y productivo de una de las cuencas productoras de carbón vegetal de la provincia de Misiones, con datos provenientes de un relevamiento de la Subsecretaría de Desarrollo Forestal de la provincia de Misiones hecho en el año 2.018. Los resultados muestran que es una actividad de subsistencia, de bajos ingresos para las familias, pero que les permite obtener dinero en un corto lapso de tiempo; las viviendas son generalmente precarias; los hornos que utilizan son del tipo media naranja argentino; trabajan con materia prima proveniente de montes nativos propios o de terceros, en el segundo caso siempre lo compran a cambio de trabajo; la venta es realizada en boca de horno y a un precio bajo, sin tener en cuenta ninguna metodología de costos. A pesar de que se utilice materia prima proveniente mayoritariamente de bosques nativos, existe permeabilidad a utilizar materia prima proveniente de bosques cultivados. Sin embargo, las cuestiones económicas y la forma de abastecimiento no están resueltas.

**Palabras clave:** agricultor, combustible sólido, horno media naranja, carbonizar, costos de producción.

## SUMMARY

Charcoal production in the province of Misiones is an activity carried out by family farmers. This activity is culturally rooted in various sectors of the province, forming part of the family income in addition to horticultural, apicultural, and consumer livestock activities. Farmers generally use Argentine half orange kiln, made of clay and bricks. In the present work, a socioeconomic and productive analysis of one of the charcoal producing basins of the province of Misiones is carried out, with data from a survey carried out by the Undersecretary for Forest Development of the province of Misiones in the year 2.018. The results show that it is a low-income subsistence activity for families, but that it allows them to obtain money in a short period of time; the houses are generally precarious; the furnaces are of the Argentine half orange kiln type; they work with raw material from their own native forests or from third parties, in the second case they always buy it in exchange for work. The sale is carried out in the oven and at a low price, without taking into account any cost methodology. Despite the fact that raw material is used mainly from native forests, there is permeability to use raw material from cultivated forests. However, economic issues and the way of supply have not been settled.

**Key words:** farmer, solid fuel, half orange kiln, charring, production costs.

## INTRODUCCIÓN

**D**e acuerdo con KOLLMAN (1959) el carbón vegetal es el producto de la combustión incompleta de la madera.

Según la FAO (1983), “el carbón vegetal es el residuo sólido que queda cuando al “carbonizar” la madera, o se la “hidroliza”, en condiciones controladas, en un espacio cerrado, como es el horno de carbón. El control se hace sobre la entrada del aire, durante el proceso de pirólisis o de carbonización, para que la madera no se queme simplemente en cenizas, como sucede en un fuego convencional, sino que se descomponga químicamente para formar el carbón vegetal.”

El carbón vegetal es un combustible sólido de color negro con mayor poder calorífico que la madera, con gran superficie específica, muy apto para su uso como filtro. Aunque no todo el carbón vegetal se obtiene de la madera, en la mayoría de los casos, ésta es el origen del mismo (MARTIN 1989).

En sus inicios para la elaboración de carbón vegetal se utilizaban fosas excavadas en la tierra. En la actualidad el trabajador rural trabaja con hornos de ladrillo tipo media naranja. Según la FAO (1983), el horno media naranja argentino, se construye totalmente con ladrillos. Por lo general sin soportes de hierro o acero en ningún lugar. Se usan como argamasa, el polvo de carbón vegetal (carbonilla) y barro. La forma es semiesférica, de un diámetro de alrededor de 6 m (varía de 5 a 7 m). El tamaño de los ladrillos es de 0,24 m x 0,12 m x 0,06 m, siendo necesario un total de 5.500 a 6.000 ladrillos para construir un horno, teniendo en cuenta las roturas de su construcción.

En cuanto al ciclo de producción, a la hora de fabricar 9 a 10 toneladas de carbón vegetal en una carbonera de 7 m de diámetro, se necesitan 13 a 14 días para finalizarlo completamente. Este ciclo productivo, que en síntesis es la carbonización como proceso, cuenta con 5 etapas: carga, quemado, purga, enfriado y descarga (FAO 1983).

Alrededor de la mitad de la madera extraída de los bosques del mundo se utiliza para producir energía, principalmente para cocinar y proporcionar calefacción. De toda la madera empleada como combustible, el 17% es en forma de carbón vegetal (FAO 2017).

En Argentina, las provincias de Chaco y Santiago del Estero son las principales productoras de carbón vegetal. En la provincia de Santiago del Estero, el carbón es el principal producto forestal, con una producción de alrededor de 100.000 toneladas anuales (DE BEDIA *et al.*, 2016).

En cuanto a los datos estadísticos de producción de carbón la provincia de Misiones, en el año 1984 tuvo una de las mayores participaciones respecto al total de la producción del país alcanzando el 4% de la producción nacional. No se dispone de información a partir del año 1.984 (ESPER 2001).

En la actualidad, en Misiones la producción de carbón es a pequeña escala, siendo los principales productores los agricultores familiares. En el año 2.012 la Subsecretaría de Desarrollo Forestal de la provincia de Misiones (VARGAS 2012) realizó un relevamiento georreferenciado de los productores de carbón vegetal, obteniendo datos de

producción, comercialización y caracterización socioeconómica de la población de productores. Los mismos revelan que es una actividad heredada de los padres a los hijos y, de subsistencia de larga data en la provincia. La materia prima utilizada es leña proveniente de monte nativo. La actividad es parte de la producción e ingresos de muchas familias rurales, de los departamentos de Gral. Manuel Belgrano, San Pedro, Iguazú, San Ignacio, Candelaria y L. N. Alén, con mayor predominancia en los tres últimos. Los productores utilizan mano de obra familiar y muchas de esas familias dependen exclusivamente de ese ingreso, o complementan la actividad con producción hortícola, apícola, aves de corral, ganadería y agricultura de autoconsumo. El sistema de quema utilizado se caracteriza por un bajo rendimiento de madera a carbón.

En general, la comercialización se realiza en el mismo horno, a acopiadores intermediarios, que compran al productor pagando un bajo precio. Los intermediarios efectúan sus ventas de forma directa al consumidor final o en los supermercados. Muchas veces, son los mismos intermediarios los que se encargan de abastecer a los productores, de bolsas de polietileno, necesarias para empaquetar el carbón. El uso de Elementos de Protección Personal (EPP), vestimenta apropiada y la aplicación de técnicas para realizar la actividad es escasa o nula en la mayoría de los casos (VARGAS 2012). El mismo autor afirma que uno de los principales problemas asociados a la producción de carbón vegetal en Misiones, es el origen de la materia prima, ya que proviene casi en su totalidad de leña de madera de monte nativo, y la utilización de materia prima proveniente de bosques implantados es poco aceptado por los productores de carbón.

Según SCHEINKERMAN *et al.*, (2007), se denominan campesinos y pequeños productores “al conjunto heterogéneo de productores y sus familias (entre ellos los campesinos en su concepción clásica) que reúnen los siguientes requisitos: intervienen en forma directa en la producción, aportando al trabajo físico y la gestión productiva; no contratan mano de obra permanente; cuentan con limitaciones de tierra, capital y tecnología”. La provincia de Misiones tiene un elevado número de explotaciones agropecuarias (EAPS) que se corresponden con el tipo de producción familiar.

Estos productores, fueron fundamentales de la actual estructura agraria de Misiones donde se puede decir, a grandes rasgos, que las EAPS de pequeños productores que han tenido un acompañamiento del Estado y han logrado procesos de capitalización se han dedicado al cultivo de especies perennes, como yerba y té. Aquellas familias que han participado del proceso de colonización espontánea se han dedicado en mayor medida al cultivo de tabaco y producciones para el autoconsumo, como porotos, maíz, animales de granja y pequeñas huertas (MAYP 2016).

Existe una diversidad de productores rurales cuando se las considera según: el tipo de población rural que involucra; la organización del trabajo y la producción de las fincas; por la relación con los mercados, otros agentes económicos y actores sociales. A su vez, el agricultor familiar se clasifica en cinco categorías acorde a los criterios antes mencionados, a la utilización de mano de obra externa a la

familia o no, a su situación de ingresos y ubicación respecto a la línea de pobreza (RAMOS 2016).

Desde el año 2010, con la entrada en vigencia de la Ley XVI 106, la provincia viene trabajando en una serie de acciones para lograr los objetivos en ella propuestos. En lo que compete a la actividad carbonera, menciona, disminuir la deforestación en beneficio de los bosques nativos; sustituir la producción, comercialización y consumo industrial de leña y de carbón vegetal de origen de bosques naturales, por leña de bosques cultivados, subproductos y residuos biomásicos de la forestoindustria y/o el aprovechamiento de biomasa remanente de operaciones de poda, raleo y post-aprovechamiento de bosques cultivados; mejorar la calidad de vida y la sustentabilidad de la actividad de pequeños leñateros y/o carboneros (Ley XVI 106, Art. 2º).

El objetivo del presente trabajo es realizar un diagnóstico social, económico y productivo de la actividad carbonera del área del municipio de Gobernador Roca del departamento San Ignacio de la provincia de Misiones, que permita su caracterización socioeconómica y productiva.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en el municipio de Gobernador Roca del departamento San Ignacio de la provincia de Misiones (Figura 1), se eligió esta zona por ser una de las cuencas de mayor peso en la actividad carbonera según el relevamiento de la Subsecretaría de Desarrollo Forestal de la provincia de Misiones (VARGAS 2012).



**Figura 1. Localización geográfica del área de estudio.**

**Figure 1. Geographic location of the studied area.**

(Fuente: propio a partir de datos del IGN).

### Fuente de datos

Los datos analizados provienen del relevamiento de productores carboneros de la provincia de Misiones, ejecutado por la Subsecretaría de Desarrollo Forestal de la provincia, en el marco de la Ley de Recursos Dendroenergéticos Renovables XVI 106. En este relevamiento se tomaron datos de variables sociales, productivas y económicas de las familias productoras de carbón vegetal. La recolección de los datos se realizó por medio de una planilla de estructura tabular que permitió relevar información cuali-cuantitativa de la actividad carbonera.

La unidad productiva en estudio la constituye cada familia productora de carbón, independientemente si hay participación directa de todos los integrantes en la actividad.

El levantamiento de la información fue realizado por técnicos de la Subsecretaría de Desarrollo Forestal, en planillas impresas en papel, registrando además la posición geográfica de la ubicación de la unidad productiva.

Se estudiaron los datos provenientes de 90 familias ubicadas en una cuenca del municipio de Gobernador Roca.

Para caracterizar el perfil social se relevaron datos de la composición familiar, los materiales constructivos de sus viviendas, tipo de sanitarios utilizados, cobertura social; en lo referente a la producción se relevó el número de hornos que posee cada unidad productiva, las etapas de cada ciclo de carbonización con sus respectivos tiempos y rendimientos; en lo económico, los costos de los insumos y materia prima de la producción, precios de ventas y canales de comercialización.

### Procesamiento de datos

Los datos se trabajaron en planillas de cálculos, extrayendo los parámetros estadísticos de promedios, medias y sumatorias.

### Análisis de datos

En lo social, se realizó un análisis de la estructura familiar de cada unidad productiva, número de integrantes, si tienen cobertura social, los materiales constructivos de las viviendas, tipos de sanitarios utilizados; se tomó en cuenta a todos los individuos que viven bajo "un mismo techo" y dependen económicamente de esa unidad productiva. También siguiendo la metodología del Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina (INDEC 2010), se calculó el índice de hacinamiento de los productores relevados.

En lo productivo, se analizaron el tipo, números y tamaño de los hornos que poseen cada unidad productiva, el tipo y procedencia de la materia prima que utilizan como leña y los rendimientos obtenidos.

En lo económico, el análisis se enfocó en el costo de los insumos y materia prima utilizada, precio de los embalajes según tipo y la venta de la producción, analizando el punto de venta.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Aspectos sociales

En las 90 unidades productivas se registraron 326 personas. En base a estos datos se estimó un promedio de 3,6 habitantes/vivienda, siendo el valor modal de 3 habitantes/vivienda, con asimetría hacia la derecha y mayores niveles de hacinamiento como indica la tabla 1. Estos resultados se condicen con los datos publicados por el INDEC (2010), donde para el departamento de San Ignacio se registró un total de 57.471 habitantes en 17.424 viviendas, arrojando un promedio de 3,29 habitantes/vivienda, muy similar al valor obtenido en el presente trabajo.

**Tabla 1. Composición habitacional de las familias.**

**Table 1. Family housing composition.**

Nº de habitantes/vivienda	Unidades productivas (familias)	Nº de personas
1	6	6
2	16	32
3	31	93
4	16	64
5	6	30
6	8	48
7	5	35
8	1	8
10	1	10
<b>Total</b>	<b>90</b>	<b>326</b>
<b>Promedio</b>		<b>3,6</b>

En cuanto a la condición de acceso a la disponibilidad de una cobertura de salud, como indica el Grafico 1, se observa que el 54% de las unidades productivas no posee individuos con cobertura de salud; el 27% de las unidades productivas presenta más de un individuo con cobertura de salud; y el 19% de las unidades censadas posee solamente un individuo con obra social.

El INDEC (2010) informa que, en el segundo trimestre del año 2017, el 69,8% de la población de Misiones tenía algún tipo de cobertura de salud, un porcentaje ligeramente superior al valor observado en el promedio regional y en el promedio país.



**Gráfico 1. Cobertura social de la población de estudio.**

**Graph 1. Social security of the study population.**

La diferencia, respecto a los valores expuestos en el presente trabajo, se debe a que en los datos del INDEC (2010) incluyen a toda la población misionera. Cuando tomamos solamente datos de los productores carboneros, este valor disminuye, manifestándose la existencia de agricultores familiares que viven en los niveles por debajo de la línea de pobreza.

En cuanto al tipo de sanitario utilizado, los datos arrojan que casi un 50% de las familias utilizan el baño tipo letrina, como se observa en el grafico 2. Esto se debe a que sus bajos ingresos económicos no les permite realizar inversiones en infraestructuras básicas para el bienestar familiar.



**Gráfico 2. Tipo de sanitario utilizado por las familias.**

**Graph 2. Type of sanitary used by families.**

Los materiales constructivos se analizaron en base a los distintos tipos utilizados para las estructuras de sus viviendas. En las tablas 2, 3 y 4 se muestran los resultados de los componentes asentados para la construcción de los pisos, paredes y techos.

**Tabla 2. Materiales constructivos del piso de la vivienda.**

**Table 2. Building materials of the apartment floor.**

PISOS	Frecuencia	%
Tierra	1	1%
Contrapiso rústico	4	4%
Tabla	4	4%
Cerámica	22	24%
Alisado con ferriter	24	27%
Mixto	35	39%
<b>Total general</b>	<b>90</b>	<b>100%</b>

El uso de un equipo completo de elementos de protección personal (EPP), es poco frecuente en la actividad, aunque un 50% de los censados, usa algún EPP. Un equipo completo de EPP para trabajar en la actividad carbonera, debería estar compuesto por: casco, conjunto de ropa de trabajo (pantalón y camisa de algodón), guantes, barbijo, antiparras, zapatos de seguridad, "chiripa" o pantalón de motosierra y una faja para la columna para la etapa de preparación de la materia prima. Hay una conciencia generalizada de la necesidad de su uso, pero el motivo por el cual no lo hacen es por falta de capacitación y la dificul-

tad económica de comprarse el equipo. La siguiente tabla (Tabla 5) muestra la frecuencia y el porcentaje de personas que utilizan, en caso que tuviesen, los EPP.

**Tabla 3. Materiales constructivos de las paredes de la vivienda.**

**Table 3. Building materials of the housing walls.**

PAREDES	Frecuencia	%
<b>Mixto</b>	15	17%
<b>Ladrillo</b>	35	39%
<b>Madera</b>	40	44%
<b>Total, general</b>	<b>90</b>	<b>100%</b>

**Tabla 4. Materiales constructivos del techo de la vivienda.**

**Table 4. Building materials for the housing roof.**

TECHOS	Frecuencia	%
<b>Chapa de cartón</b>	1	1%
<b>Chapas de zinc trapezoidal</b>	1	1%
<b>Mixto</b>	4	4%
<b>Chapa de zinc acanalado</b>	84	93%
<b>Total, general</b>	<b>90</b>	<b>100%</b>

**Tabla 5. Predisposición a utilizar el equipo de EPP.**

**Table 5. Predisposition to use EPP equipment.**

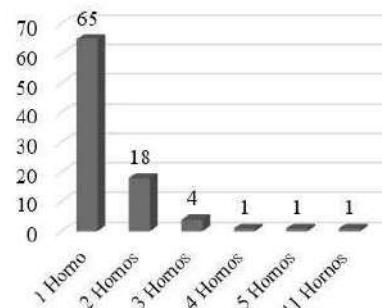
¿Usaría todo el equipo de EPP?	Frecuencia	%
<b>Si</b>	75	83%
<b>No</b>	7	8%
<b>Quizás</b>	1	1%
<b>Solo algunos EPP</b>	4	4%
<b>No sabe</b>	3	3%
<b>Total, general</b>	<b>90</b>	<b>100%</b>

### Aspectos productivos

El 100 % de los hornos utilizados para la producción de carbón vegetal en el área de estudio son del tipo media naranja argentino. Se analizó el número de hornos con los que cuenta cada unidad productiva. La mayor parte de los productores, 65 unidades productivas, poseen solamente 1 horno; con 2 hornos se registraron 18 unidades productivas; mientras que los casos con 3 hornos, en sus unidades productivas, fueron 4; y a partir de 4 hornos o más se registraron 3 unidades, siendo más bien situaciones de carácter excepcional (Gráfico 3). De estos datos se puede inferir la condición de subsistencia de la actividad. Por el tamaño de cada unidad productiva y los relatos de los productores, se puede asegurar que a este ritmo la actividad no les garantiza un crecimiento económico, por los ingresos que aporta, sino que es una forma de obtener un ingreso de manera más rápida que otra actividad agrícola. Conforme a lo que establece RAMOS (2016) se los podría encuadrar en la categoría tres, caracterizada por agricultores familiares de subsistencia, que están por debajo de la línea de pobreza, con ausencia de capital, con su producción orientada al autoconsumo, organización precaria del trabajo dentro de la

chacra, y en cuanto le es posible venden su fuerza laboral, en general destinados a empleos temporarios “changas”.

**Número de hornos por unidad productiva**



**Gráfico 3. Número de hornos por unidades productiva.**  
**Graph 3. Number of kilns per productiveunits.**

Mayoritariamente los productores utilizan madera de bosques nativos como materia prima, aunque existe una tendencia a su reemplazo por materia prima proveniente de bosques cultivados, sea por la creciente escasez de madera procedente de bosques nativos o por la exigencia legal hacia su remplazo por madera proveniente de bosques cultivados.

Se comprobó que el 94% de los productores tiene alguna experiencia en producir con leña proveniente de especies implantadas, pudiendo citar al *Eucaliptus grandis*, *Hovenia dulcis*, *Pinus* sp., *Acacia* sp. y *Melia azedarach* como las más utilizadas, con diferentes grados de satisfacción. En cuanto a la tenencia del bosque que provee la materia prima, en el 43% de los casos son bosques propios ubicados en el mismo predio de producción; el 29% se provee de forma mixta de bosques propios y de terceros; 26% únicamente de bosques de terceros. En el primero de los casos, al no haber desembolsos directos por la adquisición de la materia prima, cuentan con cierta ventaja económica, donde la disposición propia de la materia prima incide decisivamente. El 2% de los encuestados, utiliza residuos de aserraderos como materia prima, lo cual es un aspecto interesante ya que el valor que se paga es bajo o nulo y, contribuye a eliminar residuos que de otro modo son quemados a cielo abierto. En ningún caso existe un desembolso directo de dinero para la compra de materia prima. Cuando adquieren materia prima de terceros, lo hacen a cambio de trabajo, generalmente limpian los lotes y extraen la leña para carbonizar como parte de pago.

Las opiniones de los productores respecto al futuro de la actividad, teniendo en cuenta la legislación vigente, son diversas, aunque convergen en que “se necesita encontrar una alternativa para mejorar la actividad”. En general son permeables al cambio de materia prima, hacia madera de bosques cultivados, aunque con cierta incertidumbre por los costos elevados que podrían acarrear.



**Gráfico 4. Procedencia de la materia prima.**  
**Graph 4. Origin of the raw material.**

La duración del ciclo de carbonización, depende del tamaño del horno y de las técnicas empleadas por cada productor; varían entre 6 y 15 días, contando desde la etapa de carga del horno hasta el empaquetado y disposición para la venta.

El rendimiento promedio manifestado de leña/carbón fue del 12%; este valor está muy por debajo del rendimiento promedio indicados por la FAO (1983) para este tipo de hornos que varían de 16 a 22%, y al 25% indicado por KEES (2018) para pequeños productores del oeste del chaco Argentino. El bajo rendimiento que se encontró puede responder a una práctica muy común entre los productores de carbón del área de estudio, que muchas veces aceleran la etapa de quema y enfriamiento agregando agua para el apagado, esto hace que el rendimiento sea menor porque queda parte de madera sin quemar, los llamados vulgarmente “tizos”.

#### Aspectos económicos

Uno de los insumos de la producción de carbón, son las bolsas para el empaquetado o envasado. Se utilizan tres tipos de bolsas, de polietileno que los productores llaman “bolsa común”; otro tipo es el de polietileno reforzado “bolsa reforzada”; y en menor medida usan paquetes de papel madera. El costo de la bolsa de polietileno varía según sea reforzado o no, entre \$1 hasta \$2,8. La bolsa reforzada se utiliza generalmente por solicitud de los intermediarios acopiadadores; en cambio el uso de paquetes de papel madera no es muy común, debido al alto costo, que ronda entre \$6 y \$9/paquete.

En cuanto a la leña para carbonizar, en general no es computada o tenida en cuenta entre los costos de producción. El 100% de las unidades encuestadas no compra materia prima, utilizan de bosques propios o intercambian por trabajo para terceros, y aunque la materia prima tiene un valor que resulta del esfuerzo realizado para obtenerla, este no es considerado en el balance económico de su producción.

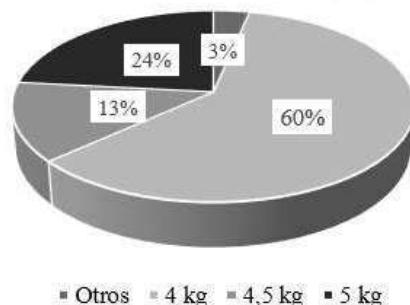
La expectativa que tienen los productores sobre la

actividad a futuro, frente a la escasez de leña de monte nativo y las legislaciones vigentes, es que se va a cambiar por leña de monte implantado, según el 91% de los encuestados. El 7,7 % de los productores manifiesta que se va a parar de producir carbón, mientras que el 1,1 % asegura que se va a continuar usando leña de monte nativo. Esto denota el grado de concientización que existe actualmente en los productores, respecto a la necesidad de reemplazar el uso de madera proveniente de monte nativo.

Las ventas se realizan en “boca de horno”, o en caso de que los productores tengan vehículos de transporte (camioneta o camión de pequeño porte), se comercializa en mercados de la zona o en Posadas. El 84% de los productores comercializa el carbón en boca de horno, ya sea a consumidor final o a intermediarios. Los precios de comercialización, varían según el lugar de venta, desde \$15 a \$20 cuando el productor realiza la venta en boca de horno, \$22 a \$24 cuando la venta lo realiza en negocios de la zona, y \$25 en la feria franca de Posadas. Con estos valores, el productor no cubriría los costos de fabricación del producto en caso que tuviese que realizar desembolso de dinero para la compra de la leña. Se observa un pequeño margen cuando la comercialización se ejecuta directamente en los comercios, pero no todos tienen transporte propio y además el costo del combustible es actualmente un factor determinante.

En cuanto al tamaño de los paquetes, el gráfico 5 refleja que es muy uniforme.

#### Tamaño de los paquetes



**Gráfico 5. Tamaño de los paquetes de Carbón.**  
**Graph 5. Size of the Charcoal packages.**

## CONCLUSIÓN

En general, los productores de carbón viven en casas de bajo estándar a precarias, con escaso número de personas con cobertura social, y con un porcentaje con altos índices NBI, siendo una de las franjas más vulnerables del entramado social de Misiones.

La actividad carbonera es considerada por el productor misionero como una actividad de subsistencia que no le permite crecimiento, pero es una forma de obtener ingresos rápidos ya que el proceso de carbonización en promedio es de una semana y la comercialización se efectúa al instante de su culminación.

No requiere de grandes erogaciones monetarias en materiales e insumos, los ladrillos suelen ser fabricados por el mismo productor y la leña suele ser de su propia chacra.

La gestión económica y productiva de la actividad adolece de serios problemas. No se cuenta con registros de ningún tipo; las actividades no se analizan desde un punto de vista económico; no existe control correcto de las variables del proceso.

En general el productor está expuesto a riesgos innecesariamente elevados por el no uso de elementos de protección personal.

Existe un conocimiento general de la nueva normativa en relación a la actividad y aceptación a considerar la madera de bosques cultivados como materia prima. Sin embargo, para las familias que producen carbón, significa una serie de interrogantes relacionados al hecho de tener que comprar la madera y calidad de producto.

## BIBLIOGRAFÍA

DE BEDIA G.R.;Navall J.M.;Auhad L.A. 2016. Carbón Santiagueño: Características de un mercado en crecimiento. Santiago del Estero. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Centro Regional Tucumán. Artículo de divulgación.

ESPER N. 2001. Estudio de casos sobre combustibles forestales. Buenos Aires. Proyecto información y análisis para el desarrollo forestal sostenible, FAO. 30 pp.

FAO 1983. Métodos simples para fabricar carbón vegetal .Roma, Italia. Artículo de Silvicultura de la FAO 41, 154 pp.

KESS 2018. Rendimientos y costos de la fabricación de carbón elaborados por pequeños productores del oeste chaqueño. 7 pp.

FAO 2017. La transición al carbón vegetal - La ecologización de la cadena de valor de carbón vegetal para mitigar el cambio climático y mejorar los medios de vida locales. Roma, Italia. 184 pp.

Ley XVI 106. Marco Regulatorio de los Recursos Deroenergéticos Renovables (2010). Provincia de Misiones.

MARTIN. F.M. 1989. El carbón vegetal: propiedades y obtención. Mundi-Prensa. España. 112 pp.

MINISTERIO DEL AGRO Y LA PRODUCCION 2016. Proyecto de inclusión socio-económica en áreas rurales (PI-SEAR). Plan de implementación provincial. Posadas. Misiones.

RAMOS, Á. 2016. Definición de “Agricultura Familiar” como categoría socioeconómica. Redes (St. Cruz Sul, Online), 21(3), 10-28. <http://dx.doi.org/10.17058/redes.v21i3.8243>

SCHEINKERMAN, E. de O.; Foti, M. del P.; Román, M.E. 2007. Los pequeños productores en la República Argentina. Importancia en la producción agropecuaria y en el empleo en base al Censo Nacional Agropecuario 2012. Serie *Estudios e Investigaciones*. Número 10. PROINDER-DDA-SAGPyA / IICA-Argentina.

VARGAS A.R. 2012. Relevamiento de Carboneros, presentado en la jornada de Informes Técnicos de la Subsecretaría de Desarrollo Forestal de la Provincia de Misiones.

# CARACTERIZACIÓN DE UN BOSQUE SECUNDARIO Y RESULTADOS INICIALES DE LA APLICACIÓN DE DOS TRATAMIENTOS SILVICULTURALES, EN LA RESERVA DE GUARANI

CHARACTERIZATION OF A SECONDARY FOREST AND INITIAL RESULTS OF THE APPLICATION OF TWO SILVICULTURAL TREATMENTS IN GUARANI RESERVATION

Fecha de Recepción: 06/11/2019 // Fecha de Aceptación: 17/12/2019

## RESUMEN

El objetivo del trabajo es presentar los avances obtenidos en la caracterización inicial del bosque secundario de la Reserva de Uso Múltiple Guaraní y los primeros efectos de la aplicación de tratamientos silviculturales, dirigidos a aumentar su valor como sistema de producción. Trabajando en subparcelas de 0,5 ha, se evaluaron inicialmente el estrato arbóreo y la regeneración natural. En una de las subparcelas se plantaron en fajas cuatro especies nativas y en la otra se redujo el 20 % del área basal inicial. Los resultados del relevamiento inicial señalan que el bosque presenta buena evolución en estructura, con 620 ind/ha y 30,6 m<sup>2</sup>/ha; la riqueza es de 29 especies, con predominio de la clase comercial C y especies sin valor comercial. La supervivencia de plantas en el enriquecimiento fue 64% y los crecimientos en diámetro y altura fueron bajos. En la apertura de dosel el número de renovales y la riqueza aumentó luego del tratamiento. Los tratamientos aplicados muestran efectos positivos en la recuperación del bosque; en ambos casos se deberá ajustar el grado de apertura para favorecer el crecimiento de las plantas y lograr un mayor establecimiento de la regeneración de especies de valor comercial.

**Palabras claves:** recuperación, regeneración, enriquecimiento, apertura dosel, especies nativas

## SUMMARY

The objective of the work is to present the results obtained in the initial characterization of the secondary forest in Reserva de Usos Múltiples Guaraní and the first effects of the application of silvicultural treatments, aimed at increasing its value as a production system. Working in subplots of 0.5 ha, the tree stratum and natural regeneration were initially evaluated. In one of the subplots four native species were planted in strips and in the other 20% of the initial basal area was reduced. The results of the initial survey indicate that the forest has a good evolution in structure, with 620 ind / ha and 30.6 m<sup>2</sup> / ha; 29 species, with predominance of the commercial class C and species without commercial value. Plant survival in enrichment was 64% and the growth in diameter and height were low. At the opening of the canopy the number of renovations and enrichment increased after treatment. The treatments applied show positive effects on forest recovery; In both cases, the degree of opening should be adjusted to favor the growth of the plants and achieve a greater establishment of the regeneration of commercially valuable species.

**Key word:** recovery, regeneration, enrichment, canopy opening, native species

### Lidia López Cristóbal

Ing. Ftal., Docente, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Bertoni 124, (3380) Eldorado, Misiones (Argentina), lidia@facfor.unam.edu.ar.

### Norma Vera

Ing. Ftal., Docente, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Bertoni 124, (3380) Eldorado, Misiones (Argentina), nvera@facfor.unam.edu.ar.

### Romario Andrés Dohmann

Alumno Ing. Ftal, Becario de Investigación, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Bertoni 124, (3380) Eldorado, Misiones (Argentina), romariodohmann@live.com.ar.

## INTRODUCCIÓN

**L**a comisión nacional de certificación forestal de Costa Rica define al bosque secundario como “Aquella tierra con vegetación leñosa de carácter sucesional secundaria que se desarrolla una vez que la vegetación original fue eliminada por actividades humanas o fenómenos naturales, con una superficie mínima de 0.5 ha y una densidad no menor a 500 árboles por ha de todas las especies, con DAP no menor a 5 cm. (LOUMAN *et al.*, 2001).

La OIMT (2002) (organización Internacional de Maderas Tropicales), define estos bosques de manera similar, agregando que pueden mantener en algunos casos hasta 10 % de su cobertura boscosa original coexistiendo con la que se va desarrollando a través del proceso de sucesión secundaria.

Este tipo de formaciones conjuntamente con los bosques primarios degradados son parte importante del paisaje de zonas tropicales y subtropicales y aunque su real extensión es difícil de determinar se están convirtiendo cada vez más en el tipo de bosques predominantes en las zonas mencionadas. En muchos países, como por ejemplo Costa Rica, hoy representan una fuente importante de productos forestales.

Los bosques secundarios, así como los primarios degradados, gradualmente tienen que cumplir las funciones de los bosques primarios de antiguo crecimiento, aunque su capacidad de hacerlo dependerá del sistema de manejo a que sean sometidos. Muchas veces la degradación extrema y el uso anterior degradante en el caso de los bosques secundarios, impiden la rápida recuperación productiva. Los tratamientos silviculturales como los raleos y las liberaciones pueden ser apropiados, previa evaluación de las condiciones de cada bosque en particular (VERA *et al.*, 2018).

En los casos donde la respuesta del bosque a la liberación no sea efectiva en aumentar la regeneración de especies de valor comercial, el tratamiento de enriquecimiento podría ser la opción a utilizar, aunque los crecimientos y las supervivencias de las especies nativas son variables y para muchas, más bien bajos (VERA *et al.*, 2014; GRANCE y MAIOCCO, 1995).

El modelo de desarrollo de un bosque lluvioso secundario neotropical en suelos no degradados y con suficiente fuente de semilla, desarrollado por Finegan y Sabogal, tiene tres etapas. En la primera que abarca los primeros 3 años aproximadamente, hay un predominio de herbáceas pioneras coexistiendo con abundante regeneración natural de especies arbóreas heliófitas efímeras; la segunda etapa se caracteriza por la dominancia de las heliófitas durables que forman un dosel continuo bajo el cual ya se puede encontrar regeneración de especies arbóreas heliófitas durables y algunas esciòfitas. La tercera etapa se caracteriza por la desaparición del dosel de heliófitas efímeras (especies de vida corta, aproximadamente 10 a 15 años en el trópico americano) y la formación del dosel continuo de especies heliófitas durables coexistiendo con un estrato inferior de especies esciòfitas (FINEGAN, 1992).

En situaciones de buena disponibilidad de semillas y un uso anterior no degradante, la productividad de estos

ecosistemas es elevada debido a su rápido crecimiento y predominio de especies heliófitas durables, aunque los fustes tienen escasas dimensiones, la madera es de mediana densidad y para usos determinados.

Estos ecosistemas en general tienden a aumentar rápidamente la densidad y la dominancia, en las situaciones mencionadas (DUMMEL *et al.*, 2017; VERA *et al.*, 2018).

Si bien en otras zonas la silvicultura ya ha sido desarrollada, tanto a través de sistemas silviculturales monocíclicos o policíclicos, en Misiones aun existe un desconocimiento sobre las opciones de manejo; frecuentemente la posibilidad considerada es la transformación a otros usos como plantaciones o cultivos.

En la Reserva de Usos Múltiples de Guaraní (RUMG), propiedad de la Universidad Nacional de Misiones, bajo la administración de la Facultad de Cs Forestales, predominan los bosques primarios bien conservados; inmersos en la matriz de bosque primario se presentan algunos parches de distintas superficies y edades de bosque secundario en distintas etapas sucesionales. Su desarrollo se debe a la práctica de roza y quema que efectúan las dos comunidades de Pueblos Originarios de la etnia Mbyá Guaraní que habitan la Reserva. La extensión ocupación varía entre 100 a 200 ha; en parte de la misma, desarrollan los cultivos para su subsistencia (maíz, porotos, mandioca, zapallos entre otros) por un tiempo y luego abandonan el área dando lugar a la recuperación por barbecho natural con la formación de vegetación secundaria (DUMMEL y GRANCE, 2013).

Desde el año 1998 se desarrollaron en la RUMG estudios básicos sobre la composición y estructura de estos bosques, aunque de manera discontinua; a partir del año 2003 con la instalación de parcelas permanentes, se avanzó en estudios de dinámica y evolución de estos ecosistemas bajo restauración biológica no asistida. La información generada a partir de dichos estudios, permite entender el funcionamiento del bosque secundario en situaciones similares a las de la Reserva. A la vez nos desafía a avanzar en alternativas para la transformación de estos ecosistemas de alta eficiencia biológica en sistemas de producción viables para productores pequeños y medianos, avanzando en técnicas de restauración asistida. El equipo de trabajo bajo esta premisa, se encuentra desarrollando desde el año 2016 un proyecto que avanza en la aplicación de tratamientos silviculturales y la evaluación de las respuestas del ecosistema.

El objetivo de este trabajo es presentar los primeros avances obtenidos; se enfatiza la caracterización inicial del bosque secundario de la RUMG donde se desarrolla el proyecto y los primeros efectos de la aplicación de dos tratamientos silviculturales que intentan aumentar su valor como sistema de producción para el pequeño y mediano productor.

La hipótesis planteada fue que tanto el enriquecimiento como la disminución del área basal en fajas – los 2 tratamientos aplicados- promoverán un mejoramiento y aumento en la cantidad y riqueza de renovaless acelerando la evolución de estos ecosistemas para que sean más productivos en menor tiempo y favorecidas sus especies más valiosas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

## **Caracterización general del área de estudio**

El estudio se realizó en la Reserva de Uso Múltiple de Guarani (RUMG), localizada al Nordeste de la República Argentina, y en la región Sudeste de la Provincia de Misiones. La RUMG forma parte de la Reserva de Biosfera Yabotí y del Corredor Verde (DUMMEL y GRANCE, 2013). Tiene una extensión de 5.343 hectáreas. Está ubicada en el Municipio de El Soberbio, Departamento de Guarani. Limita al Noroeste con el Parque Provincial Caá Yarí, al Sureste con la Reserva Natural Cultural Papel Misionero, al Noreste con el Arroyo Paraíso y al Suroeste con el Arroyo El Soberbio (Figura 1).

El paisaje es ondulado con algunas pendientes escarpadas. El punto más alto es de 574 m sobre el nivel del mar en el sector sur. Hacia el sudoeste las alturas son inferiores, donde el promedio es de 200 m sobre el nivel del mar. El clima es subtropical sin estación seca. La temperatura promedio es de 21°, con una máxima registrada de 39° C y mínima de -6° C, el promedio anual de lluvias es de 1800 mm, (RIVERO, 2008)

Posee una cobertura boscosa conocida como Selva Misionera (TORTORELLI, 1956) y PARODI (1964), Selva Subtropical Oriental ó Selva Paranaense (CABREIRA, 1994), Provincia Paranaense (CABRERA, 1976), denominada también como Ecorregión del Bosque Atlántico del Alto Paraná (DI BITTETI *et al.*, 2003).

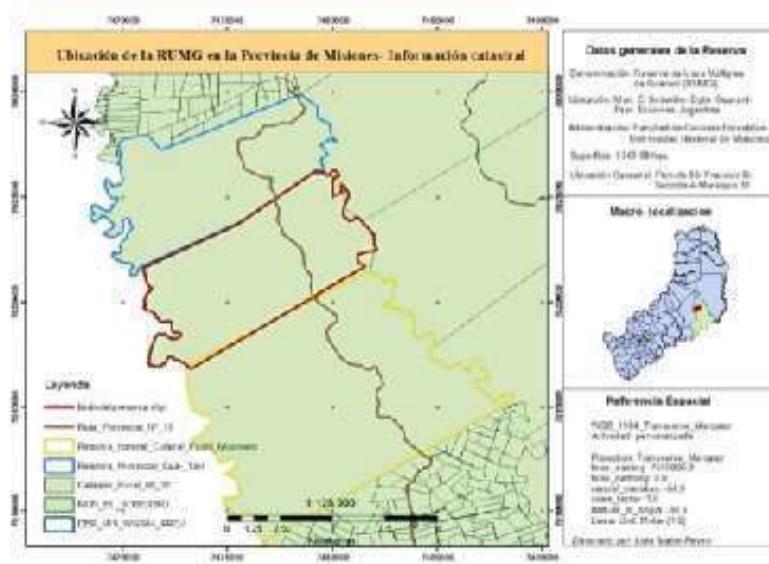
El relevamiento florístico de plantas vasculares de la R.U.M.G. ha arrojado un total de más de 800 especies en cerca de 5000 ha. TRESSENS *et al.*, (2008).

En 1997, TRESSENS *et al.*, hallaron para toda la reserva 114 especies arbóreas siendo éstas de gran porte, medianos y bajos; las mismas se encontraban distribuidas

en 92 géneros y representadas por 42 familias; por su parte LÓPEZ CRISTÓBAL *et al.*, (1996), hallaron en una superficie de 10 hectáreas del bosque primario conservado en el mismo predio, 89 especies arbóreas, pertenecientes a 30 familias botánicas diferentes, siendo las más representadas las Fabaceae (56,7%), Lauraceae (20%), Euphorbiaceae, Rutaceae y Mirtaceae (16,7%), Sapindaceae, Boraginaceae y Meliaceae (13,3%); el valor medio de área basal hallado por los mismos autores fue de  $23,7\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ , variando entre 18 y  $32\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ , y la densidad media fue de 315 individuos/ha, con valores extremos de 186 y 417, para árboles mayores o igual a 10 cm de DAP.

Los estudios faunísticos realizados en el área por Stetson y otros en el año 1992, concluyeron que existe una riqueza bioecológica, fundamentalmente, porque han detectado la presencia de especies en probable peligro de extinción como *Tapirus terrestres* (Tapir o Anta) entre otros (DUMMEL y GRANCE 2013).

En el predio existen en la actualidad dos asentamientos de Pueblos Originarios de la etnia Mbyá Guaraní conformando dos comunidades, Caramelito e Itapirú que ocupan entre 100 a 200 ha. Una característica fundamental de estas comunidades nómadas, es que luego de la ocupación de un área, la abandonan, dando lugar a la recuperación del área a través de la formación de vegetación secundaria. Este tipo de vegetación en la Reserva es mínima en relación a la superficie total de bosques primarios que presenta. Son parches de pequeñas superficies y edades, dependiendo su restauración del estado de degradación ocasionado por las prácticas de roza y quema efectuados por las comunidades. Estas, tienen su economía basada fundamentalmente en agricultura de subsistencia (maíz, porotos, mandioca, zapallos entre otros). También la recolección de frutos de estación y caza artesanal con trampas.



**Figura 1. Ubicación de la Reserva dentro de la Provincia de Misiones.**

**Figure 1. Location of the Reserve within the Province of Misiones.**

## Metodología

En un bosque secundario de la Reserva de usos múltiples Guarani (RUMG), se dividió una hectárea en dos subparcelas (Nº 1 y Nº 2) de media hectárea cada una, en las cuales se llevaron a cabo tratamientos silvícolas diferentes a los fines de evaluar la respuesta de la regeneración y la estructura arbórea a dichos tratamientos. Las subparcelas fueron delimitadas con estacas de madera impregnadas y pintadas, ubicadas en cada vértice y a cada 20 m de distancia (una de la otra), siendo la orientación de la línea media de sentido Este-Oeste. Los vértices y comienzos de fajas fueron registrados como puntos con GPS.

Previo a la aplicación de tratamientos se realizó un estudio de la estructura arbórea, diversidad y composición florística del bosque secundario en estudio. Para la descripción de la estructura y composición florística del bosque, se procedió a relevar en la subparcela Nº 1, todos los árboles con DAP  $\geq 10$  cm dentro de 3 de las 4 fajas abiertas, de 5 m de ancho y 100 m de largo ( $1500\text{ m}^2$ ), cada árbol medido fue pintado a la altura de 1.3 m con aerosol rojo.

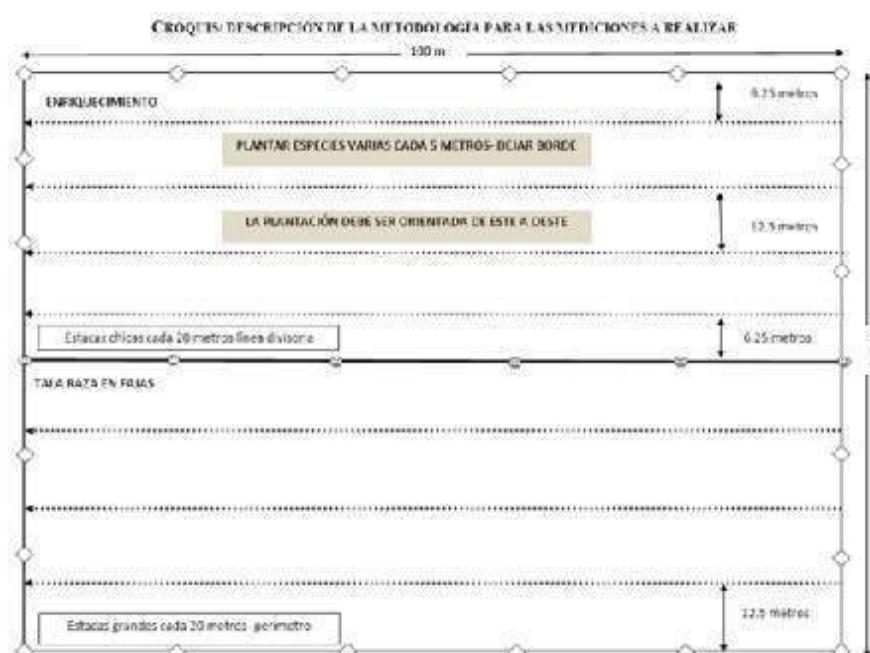
En la subparcela Nº 1, se realizó enriquecimiento, en septiembre de 2016, con cuatro especies nativas. Las especies utilizadas fueron (*Peltophorum dubium*) (Spreng.) Taub. Cañafistula, (*Enterolobium contortisiliquum*) (Vell.) Morong, Timbó colorado, *Cabralea oblongifoliola* C. DC. Cancharana y *Cedrela fissilis* Vell. Cedro misionero. Se abrieron 4 fajas de 5 m de ancho y 100 m de largo cada una, distanciadas entre sí cada 12.5 m, dejando espacio de borde a ambos lados de la parcela, de 6.25 m (Figura 2); la distancia entre plantas en cada faja fue de 5 m, lo que significa una

densidad de 160 plantas/ha; en cada faja se implantaron las 4 especies de manera alternada (es decir, todas las especies en cada faja). En la subparcela Nº 2, en septiembre de 2016, en media hectárea de superficie, se realizó un tratamiento de disminución del área basal en un 20% de la misma para favorecer la regeneración natural, los árboles cortados son de especies sin importancia comercial. Para el estudio de la regeneración fueron implementados dos tamaños de parcelas, de 1m x 1m para individuos de 15 a 30 cm de altura, y de 2m x 2m para individuos desde 30 cm de altura a 9,99 cm de DAP. Estas parcelas fueron medidas cada 20 metros en las tres fajas del tratamiento de liberación, obteniéndose un total de 15 parcelas de cada categoría de tamaño.

Las parcelas de regeneración fueron medidas antes de realizar el tratamiento de disminución del área basal con igual metodología que la utilizada luego de un año de la apertura. Los árboles retirados fueron quitados con cuidado para no alterar la regeneración. Algunos árboles fueron anillados para que su extracción no genere disturbios. Las parcelas de regeneración fueron marcadas para su remediación con estacas.

Con esta información se evaluaron inicialmente el estrato arbóreo y la regeneración natural observando la evolución en estructura y la riqueza. Utilizándose el IC (índice de cobertura) para la evaluar estructura y los índices diversidad de Shannon y de equitatividad.

En el enriquecimiento se evaluó supervivencia de plantas y en la apertura de dosel el número de renovales y la riqueza en comparación con los datos iniciales.



**Figura 2. Esquema de distribución de parcelas, fajas y estacas dentro del ensayo de Bosque Secundario.**  
**Figure 2. Scheme of distribution of plots, belts and stakes within the Secondary Forest trial.**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Caracterización del bosque secundario en estudio

La composición florística de este bosque está representada por 29 especies arbóreas en la superficie muestreada y sus respectivos nombres científicos y familia botánica se observan en la tabla 1. Las especies que se encuentran en este bosque son típicas de estos ecosistemas secundarios como son el Araticú, Azota caballo, Blanquillo, Cocú, Anchico blanco, Yerba mate, Camboata, María preta, Laureles varios, entre otras.

**Tabla 1. Especies y Familias encontradas en el bosque secundario bajo estudio.**

**Table 1. Species and Families found in the secondary forest under study.**

Especie	Nombre científico	Familia
Anchico blanco	<i>Alliaria simplicifolia</i>	Fabaceae
Anchico enlorzado	<i>Panaciptadenia rigida</i>	Fabaceae
Araticú	<i>Rouinia salicifolia</i>	Annonaceae
Azota caballo	<i>Lithocarpus diversifolius</i>	Tiliaceae
Blanquillo	<i>Sebastiana conmersoniana</i>	Euphorbiaceae
Camboata blanco	<i>Mataeoa elegans</i>	Sapindaceae
Camboata colorado	<i>Cupania vernalis</i>	Sapindaceae
Canelas de venado	<i>Hamelia apiculata</i>	Rubiaceae
Canelón	<i>Myrseia balansae</i>	Myrsinaceae
Corní	<i>Allophylus edulis</i>	Sapindaceae
Espina corona	<i>Gleditsia amorphoides</i>	Fabaceae
Guabirá	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	Mirtaceae
Guzatumbi amarillo	<i>Aspidosperma multiflorum</i>	Apocynaceae
Guzayoburá	<i>Cordia americana</i>	Boraginaceae
Guzzatumba	<i>Clusiaria decipiens</i>	Malpighiaceae
Laurel amarillo	<i>Nectandra lanceolata</i>	Lauraceae
Laurel ayuí	<i>Ocotea dyspirifolia</i>	Lauraceae
Laurel guaicá	<i>Ocotea puberula</i>	Lauraceae
Laurel negro	<i>Nectandra megapotamica</i>	Lauraceae
Mámica de cedela	<i>Fagaropsis</i>	Rutaceae
Maria preta	<i>Dipterocarpus torquatus</i>	Sapindaceae
Marmelero	<i>Ruprechtia laxiflora</i>	Polygonaceae
Palo de leche	<i>Sobralia brasiliensis</i>	Euphorbiaceae
Pata de vaca	<i>Bauhinia forficata</i>	Fabaceae
Persiqueiro	<i>Prunus brasiliensis</i>	Rosaceae
Rabo illi	<i>Lunchocarpus leucanthus</i>	Fabaceae
Siete capotes	<i>Erythroxylum coca</i>	Mirtaceae
Tanimbá	<i>Vitex megapotamica</i>	Verbenaceae
Yerba mate	<i>Ilex paraguariensis</i>	Aquifoliaceae

El bosque en estudio presenta una estructura arbórea con buen grado de ocupación del terreno, una densidad similar a otros bosques secundarios del predio, con un área basal superior y una riqueza en especies similar (tabla 2). Si comparamos con un estudio de edad parecida en esta misma reserva realizado por DUMMEL *et al.*, (2017) donde repor-

ta una densidad de 947 árboles por hectárea, un área basal de 26,60 metros cuadrados por hectárea y una riqueza de 31 especies.

Por otro lado el área basal es similar al obtenido en bosques primarios bien conservados de la RUMG, aunque posee una mayor densidad de árboles y en consecuencia un diámetro cuadrático medio inferior VERA *et al.*, (2018). En un estudio del bosque no aprovechado de la RUMG se encontró un área basal de 26,36 m<sup>2</sup>/ha y una densidad de 416 individuos.

Las especies principales del bosque secundario se señalan en la tabla 3. Se observa que las 10 especies de mayor índice de cobertura (IC) representan el 70% de importancia en la estructura de este bosque.

**Tabla 2. Valores (por ha) de parámetros de estructura total del bosque secundario e índices de riqueza y diversidad.**

**Table 2. Values (por ha) of parameters of total structure of the secondary forest and indices of wealth and diversity.**

Área basal (m <sup>2</sup> /ha)	30,6
Nº individuos	620
DAP medio (cm)	21,8
Shannon_H	3,073
Equitatividad_J	0,9127

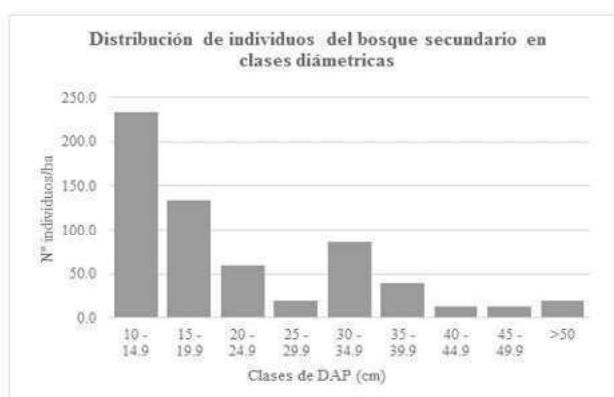
En la Tabla 3 se muestran de forma descendente las 10 especies según su valor de Índice de cobertura (IC). En este estudio en particular, las especies más importantes en el bosque son el Laurel negro, Laurel guaicá, María preta, Tarumá y Laurel amarillo, Azota caballo, entre otras. Las más abundantes son el Laurel negro y María preta y las dominantes son Laurel negro y Tarumá. En general todas las especies están bien representadas en el bosque con más de 7 individuos en la hectárea.

Si analizamos el valor comercial de las especies principales, encontramos que de acuerdo a la clasificación de especies por su valor comercial en Misiones (Ministerio de Ecología resolución 047/2013), no hay especies de alto valor comercial (categoría A), solamente el Laurel Guaicá corresponde al grupo B y el resto de las especies corresponden al grupo C, lo que estaría marcando un bajo valor comercial de las especies que componen este ecosistema secundario.

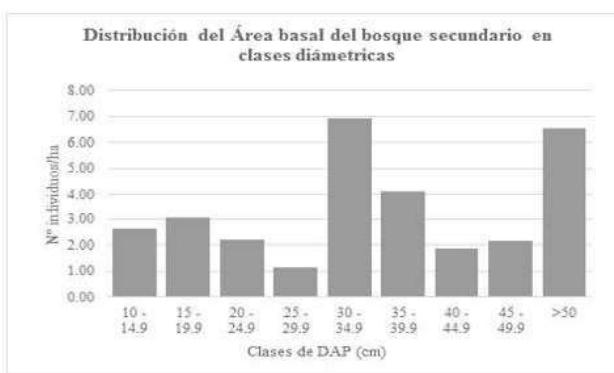
En cuanto a la distribución diamétrica las clases de menor tamaño son las que tienen mayor importancia en cuanto a la cantidad de individuos, sin embargo en área basal la clase de 30 a 35 cm es la de mayor peso (ver gráfico 2). Es importante destacar que este bosque secundario en particular posee individuos de grandes diámetros/ dimensiones. Al parecer es un bosque bastante evolucionado en cuanto a su estructura horizontal ya que su distribución diamétrica presenta individuos en clases de tamaños superiores resultando una estructura más discretánea que la que habitualmente se encuentra en bosques secundarios (gráfico 1).

**Tabla 3. Importancia de cada especie según sus valores de abundancia, dominancia e índice de cobertura (IC).**  
**Table 3. Importance of each species according to its abundance values, dominance and coverage index (IC).**

Especie	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa	Dominancia Absoluta	Dominancia Relativa	IC (200)
Laurel negro	80	12,9	3,77	12,3	25,2
Laurel guaicá	33	5,4	3,19	10,4	15,8
Maria preta	47	7,5	2,31	7,5	15,1
Tarumá	13	2,2	3,49	11,4	13,5
Laurel amarillo	40	6,5	2,16	7,1	13,5
Azota caballo	20	3,2	3,12	10,2	13,4
Camboatá colorado	40	6,5	1,96	6,4	12,9
Guabirá	33	5,4	1,73	5,6	11,0
Blanquillo	40	6,5	1,05	3,4	9,9
Cocú	40	6,5	0,66	2,1	8,6
Otras					61,1
Total					200



**Gráfico 1.Cantidad de individuos distribuidos en cada clase de DAP**  
**Graph 1. Number of individuals distributed in each DAP class**



**Gráfico 2. Área basal distribuida en cada clase de DAP**  
**Graph 2. Basal area distributed in each DAP class**

### Tratamiento de enriquecimiento

Al año y 2 meses de haber sido implantadas las especies en fajas en el sotobosque se logró una supervivencia promedio para todas las especies del 64,5% similar a otros ensayos en distintas localizaciones en la provincia de Misiones que reportan un 66% al año y diez meses publicado por (VERA *et al.*, 2014) y también similar al 60% reportado al tercer año por (GRANCE *et al.*, 1995), en un enriquecimiento en la misma reserva.

**Tabla 4. Sobrevivencia por parcela.**

**Table 4. Survival by plot.**

Parcelas	Cantidad de Individuos	Muertos (cantidad)	Muertos (%)	Sobrevivencia (%)
1	18	2	11	89
2	20	3	15	85
3	19	12	63,2	36,8
4	19	10	52,6	47,4
<b>total</b>	<b>76</b>	<b>27</b>	<b>35,5</b>	<b>64,5</b>

La supervivencia de las plantas fue afectada de una manera más localizada en una zona cercana a un arroyo donde se reportan bambuseas, en este sector correspondiente a zonas bajas y quebradas la mortalidad tuvo valores altos a diferencia del resto de la parcela (figura 3).



#### Referencias

- Sotobosque denso de bambuseas
- Brote lateral-tallo principal muerto
- Camino
- Arroyo

**Figura 3. Mortalidad por parcela.**

**Figure 3. Mortality by plot.**

Con respecto al crecimiento acumulado en DAC y altura, se obtuvieron valores promedios para todas las especies de 7,50 mm y 35,76 cm, respectivamente. Se puede observar en la tabla 5 que el mayor diámetro a la altura del cuello es para el Cedro, y similar crecimiento en altura para todas las especies exceptuando la cancharana que es la especie que menos creció en altura. Si comparamos con otros estudios en diferentes localizaciones de la provincia de Misiones (VERA *et al.*, 2014) los valores resultan bajos en DAC y sobre todo en altura. El valor promedio de DAC para el cedro es de 9,5 mm, menor que en el estudio (VERA *et al.*, 2014) que reporta 15 mm para la especie al año y 10 meses. En altura promedio esa publicación reporta 89 cm de altura para la misma especie, comparado con los 36 cm del presente estudio.

**Tabla 5. Crecimiento en diámetro y altura.**

**Table 5. Growth in diameter and height.**

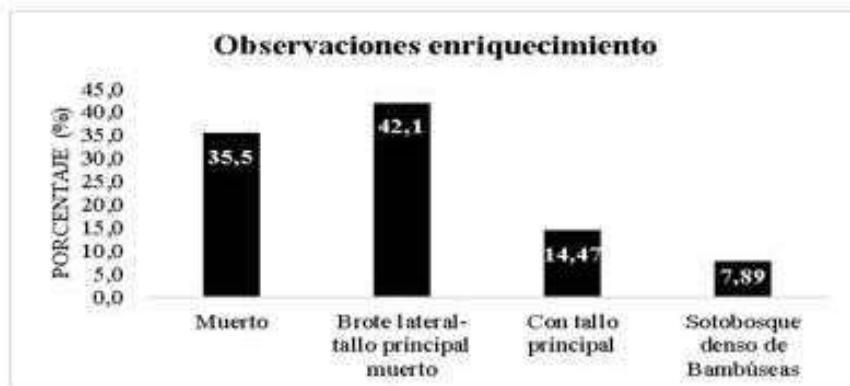
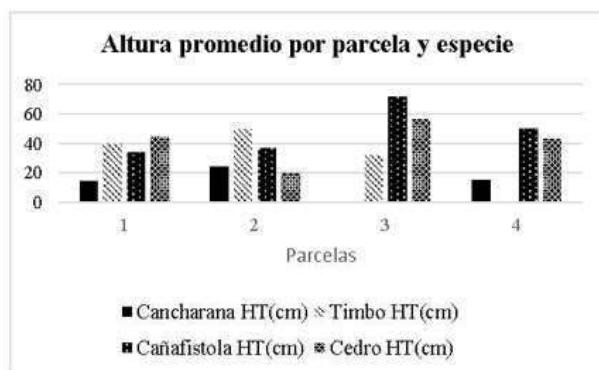
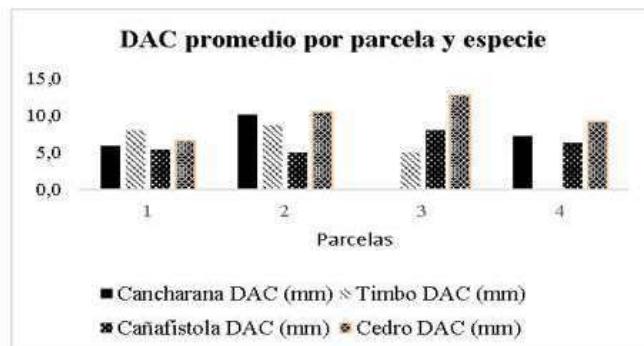
Especie	Cantidad	DAC(mm)	HT(cm)	Estado Sanitario	
				Con Brote lateral- tallo principal muerto (%)	Con Tallo principal (%)
Cancharana	7	6,6	15,7	100	
Timbó	11	7,1	40,6	63,6	36,4
Cañafistola	13	5,6	42,0	57,3	42,7
Cedro	18	9,5	36,1	80,5	19,5

Al observar el estado sanitario de las especies, las que sobrevivieron en su mayoría, en todas las especies, tienen el tallo principal muerto y presentan brotes laterales en especial cancharana y cedro. La afectación del tallo principal, fue muy elevada en cancharana, resaltando que esta es la especie que menor desarrollo presentó.

En los gráficos 4 y 5 se observan DAC promedio para cada especie por parcela. Los mayores DAC son para cedro en la parcela 3 y los menores para cañafistola en la parcela 2. En cuanto a la altura la cañafistola en la parcela 2 presenta el mayor valor y la cancharana en la parcela 1 el menor.

**Tabla 6. Crecimiento en diámetro y altura por parcela y especie.****Table 6. Growth in diameter and height by plot and species.**

Especie Parcela	Cancharana				Timbo				Cañafistula				Cedro			
	Cantidad	DAC (mm)	HT(cm)	Cantidad	DAC (mm)	HT(cm)	Cantidad	DAC (mm)	HT(cm)	Cantidad	DAC (mm)	HT(cm)	Cantidad	DAC (mm)	HT(cm)	
1	5	5,8	14,2	3	7,9	40	4	5,4	34,3	4	6,6	44,8				
2	1	10	24	4	8,6	49,8	5	4,9	37,2	7	10,4	20,1				
3	0	0	0	4	5	32	1	8	72	2	12,6	56,5				
4	1	7,1	15	0	0	0	3	6,2	50,3	5	9,2	43,2				
Total	7			11			13			18						

**Gráfico 3. Estado Sanitario.****Graph 3. Health Status.****Gráfico 4. DAC por especie y parcela.****Graph 4. DAC by species and plot.****Gráfico 5. Altura por especie y parcela****Graph 5. Height by species and plot**

### Respuesta de la regeneración natural al tratamiento de limpieza de fajas

A Continuación se observan la densidad, riqueza y diversidad de la regeneración natural en las dos clases de tamaño evaluadas, previa a la aplicación del tratamiento de limpieza en fajas (2016) y posterior a las mismas (2017) (Tabla 7).

**Tabla 7. Densidad, riqueza y diversidad de la regeneración natural antes y después del tratamiento**

**Table 7. Density, richness and diversity of natural regeneration before and after treatment**

	2016	2017	
	Reg. menor	Reg. Mayor	Reg. menor
Densidad total (ind/ha)	16666.7	10166.7	54666,6667
Riqueza	15	23	20
Shannon_H	2.498	2.726	2,43634061 2,95930362

Referencias: Reg. Menor (15 a 30 cm de altura) y Reg. mayor (30 cm de altura a 9,99 cm dap)

**Tabla 8. Especies y familias relevadas en la regeneración natural en los años 2016 y 2017**

**Table 8. Species and families surveyed in natural regeneration in 2016 and 2017**

Listado de especies presentes en la regeneración natural				
Nombre común	Especie	Familia	2016	2017
Anchico blanco	<i>Albizia niopoides</i>	Fabaceae	X	X
Anchico colorado	<i>Parapiptadenia rigida</i>	Fabaceae	X	X
Blanquillo	<i>Sebastiana commersoniana</i>	Euphorbiaceae		X
Camboata blanco	<i>Matayba eleagnoides</i>	Sapindaceae	X	X
Camboata colorado	<i>Cupania vernalis</i>	Sapindaceae	X	X
Canelón	<i>Myrsine balansae</i>	Myrsinaceae	X	
Caona	<i>Ilex brevicuspis</i>	Aquifoliaceae	X	
Carne de vaca	<i>Styrax leprosus</i>	Styracaceae	X	X
Catiguá	<i>Trichilia clausenii</i>	Meliaceae	X	X
Cerella	<i>Eugenia involucrata</i>	Mirtaceae	X	
Cocú	<i>Allopyxis edulis</i>	Sapindaceae	X	X
Cocu-rá	<i>Allopyxis guraniticus</i>	Sapindaceae	X	
Espolón de gallo	<i>Strychnos brasiliensis</i>	Loganiaceae	X	X
Guabirá	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	Mirtaceae	X	X
Guabiyú	<i>Eugenia pungens</i>	Mirtaceae		X
Guayubira	<i>Patagonula americana</i>	Boraginaceae	X	
Guatambú blanco	<i>Balfourodendron riedelianum</i>	Sapindaceae		X
Ingá	<i>Inga affinis</i>	Fabaceae		X
Isapuí chico	<i>Machaerium estipitatum</i>	Fabaceae		X
Isapuí pará	<i>Machaerium paraguariense</i>	Fabaceae		X
Jazmin-rá	<i>Rudgea spp.</i>	Rubiaceae		X
Larangeira	<i>Actinoctemon concolor</i>	Euphorbiaceae		X
Laurel amarillo	<i>Nectandra lanceolata</i>	Lauraceae	X	X
Laurel ayui	<i>Ocotea dyosyrrifolia</i>	Lauraceae	X	X
Laurel guaicá	<i>Ocotea puberula</i>	Lauraceae		X
Laurel negro	<i>Nectandra megapotámica</i>	Lauraceae	X	X
Lecherón	<i>Sebastiana brasiliensis</i>	Euphorbiaceae		X
Mamica de cedula	<i>Fagara rohifolia</i>	Rutaceae	X	
Maria preta	<i>Dipteropanax sorbifolia</i>	Sapindaceae	X	X
Marmelero	<i>Ruprechtia laxiflora</i>	Polygonaceae	X	X

Se produjo un aumento posterior al tratamiento tanto de la riqueza de especies (de 27 a 37 especies) (tabla 8), como de la abundancia total (de 26.833 a 83.166 ind/ha). Los índices de similitud de Jaccard y Sorensen dan valores de 0,45 y 0,63 e indican que el cambio en composición de especies entre 2016 y 2017 fue importante.

Respecto a los efectos sobre el estrato de la regeneración, del tratamiento aplicado, se observan cambios en las abundancias de las especies más importantes. Las 6 especies de mayor abundancia en el 2016 representan el 62,7% de la abundancia total y en el 2017 el 65,6%; en ambos casos las especies son de calidad comercial baja (especies C, como Laurel negro, Persiguero y María preta) y no comerciales (Camboata blanco, Cocu y catigua) y Camboata colorado que en algunos casos se aprovecha (grafico 6 y tabla 9).

El aumento de la abundancia absoluta de 6 especies en el año 2017, se puede ver en la tabla 9, a continuación. Se destaca el aumento de Laurel negro, Persiguero y María preta y se observa el cambio en las abundancias de las especies en este lapso de tiempo.

Listado de especies presentes en la regeneración natural				
Nombre común	Especie	Familia	2016	2017
Niño azoté	<i>Calandra foliosa</i>	Fabaceae	X	X
Nandipá	<i>Sorocea bomplandi</i>	Moraceae	X	
Pasto de anta	<i>Tetrorchidium rubrifvenium</i>	Euphorbiaceae		X
Pata de buey	<i>Bauhinia forficata</i>	Fabaceae		X
Persiguero	<i>Prunus brasiliensis</i>	Rosaceae	X	X
Pororoca	<i>Myrsine laetevirens</i>	Mirtaceae		X
Rabo itá	<i>Lonchocarpus leucanthus</i>	Fabaceae	X	X
Siete capotes	<i>Campomanesia guazumifolia</i>	Mirtaceae		X
Soita	<i>Leuhea divaricata</i>	Malvaceae		X
Tala	<i>Celtis tala</i>	Cannabaceae	X	X
Timbó blanco	<i>Enterolobium contortociliatum</i>	Fabaceae		X
Trichilia	<i>Trichilia elegans</i>	Meliaceae	X	X
Yerba mate	<i>Ilex paraguarensis</i>	Aquifoliaceae	X	X
Yuquerí	<i>Acacia polyphila</i>	Fabaceae		X



**Gráfico 6. Efectos sobre la abundancia relativa de las especies de mayor importancia en 2016 y 2017**  
**Graph 6. Effects on the relative abundance of the most important species in 2016 and 2017**

**Tabla 9. Abundancias absolutas y relativas de las 6 especies más importantes en la abundancia total en los años 2016 y 2017**

**Table 9. Absolute and relative abundances of the 6 most important species in total abundance in 2016 and 2017**

Especie	Abundancia absoluta (ind/ha)	Abund. Relativa (%)	Especie	Abundanci a absoluta (ind/ha)	Abundanci a Relativa (%)
Cambozá blanco	15166,7	18,4	Laurel negro	4333,3	16,1
Laurel negro	12833,4	15,5	Cambozá colorado	3999,9	14,9
Persiguero	8833,3	10,7	Cambozá blanco	3833,3	14,3
Catiguá	7833,4	9,5	Rabo itá	2333,3	8,7
María preta	5333,3	6,5	Cocú	1333,3	5,0
Cocú	4166,7	5	Maria preta	1000	3,7

## CONCLUSIÓN

El bosque secundario de la Reserva de Guaraní, presenta una buena evolución en estructura en relación a la etapa sucesional actual, pero no en la composición de especies comerciales donde predominan las especies de la clase comercial C y las que no poseen un valor comercial actual. Los resultados obtenidos confirman la elevada eficiencia biológica de estos ecosistemas y la necesidad de continuar avanzando en técnicas de restauración asistida para recuperar su valor como sistema de producción.

El tratamiento de liberación del dosel aplicado, tuvo un efecto importante en aumentar la densidad total de la regeneración natural y la riqueza de especies en este estrato. Sin embargo no se observó un aumento en la proporción de renovales de especies de valor comercial.

Los resultados inciales de la supervivencia de las plantas en el sistema de enriquecimiento pueden considerarse buenos y similares a los mencionados en otros trabajos realizados en la zona, aunque solo las evaluaciones posteriores determinaron las plantas definitivas que se lograron establecer en este sistema caracterizado por un dosel cerrado. En este caso las pérdidas de plantas estuvieron más asociadas a las zonas bajas que a la condición o requerimiento de iluminación de alguna especie en particular.

Los crecimientos iniciales en diámetro y altura fueron bajos en comparación con otros trabajos publicados en la zona; las especies de mayores desempeños fueron: cedro, timbó y cañafistola.

Si bien los tratamientos aplicados muestran algunos efectos deseados en la recuperación del bosque, deben continuar evaluándose. Es posible que requieran en las próximas intervenciones un ajuste del grado de apertura para favorecer el crecimiento de las plantas en el enriquecimiento y para lograr un aumento de la regeneración de especies de valor comercial en el tratamiento de liberación.

## BIBLIOGRAFÍA

CABRERA, A. 1.994. Regiones Fitogeográficas de la Argentina. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Ed ACME S.A.C.I. Argentina.

CABRERA, A.L. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. Acme, Buenos Aires. 85 pp. En: Kugler WF (Ed) Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería. Tomo 2. 2º edición. Acme. Buenos Aires, Argentina.

DI BITTETI, M; Placci, G; Dietz, L, 2.003. Una visión de Biodiversidad para la Ecorregión del Bosque Atlántico del Alto Paraná: Diseño de un Paisaje para la Conservación de la Biodiversidad y prioridades para las acciones de conservación. World Wildlife Fund. Washington, D.C. 154 p.

Directrices de la OIMT para la restauración, ordenación y rehabilitación de bosques tropicales secundarios y degradados. 2002. Serie de políticas forestales N°13.

DUMMEL,C; Romero, H; Poszkus, P; Pahr, N; Bohren, A; Maiocco, D.2017. Caracterización de la vegetación arborea de cuatro situaciones de bosque secundario en la reserva de uso múltiple Guaraní (RUMG), Misiones. Revista Yvyraretá N°25. 47-59

DUMMEL, C; Grance, L. 2013. Plan de Manejo: Reserva de Uso Múltiple Guaraní (RUMG), Misiones, Argentina, Facultad de Ciencias Forestales, UNaM, 108 Pag.

FINEGAN, B. 1992. El potencial de manejo de los bosques húmedos secundarios neo tropicales de tierras bajas. Colección Silvicultura y Manejo de bosques naturales. N°5. CATIE. Costa Rica.29 p

GRANCE, L. Maiocco, D. 1995. "Enriquecimiento con *Bastardopsis densiflora* (Hook et Arn) Hassl, cortas de mejora y estímulo a la regeneración natural en Guaraní- Mnes-R.A. Revista Ybyrareta N° 6. p 29-44.

LÓPEZ CRISTÓBAL, L; Grance, L; Maiocco, D; Eibl, B; 1996. Estructura y Composición Florística del Bosque Nativo, en el Predio de Guaraní. Revista Ybyrareta N°7. p 30-37.

LOUMAN, B; Quiroz, D; Nilsson, M. 2001. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. CATIE, CR. 265Pag

MINISTERIO DE ECOLOGÍA DE LA PROVINCIA DE MISIONES. 2013. Resolución 047/13. Tabla de especies nativas, categorías y estados de la madera Nativa en la Provincia de Misiones.

PARODI, Lorenzo. 1.964. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo II. Editorial ACME S.A.C.I. Argentina.

RIVERO, L.E. 2008. Estructura y Crecimiento de un bosque nativo aprovechado, en el NE de Misiones, Argentina. Tesis Maestría en Cs Forestales, Facultad de Cs Forestales, UNaM. 69 pag.

TORTORELLI, Lucas .1956. Maderas y Bosques Argentinos. Ed ACME. Buenos Aires. Pp 910.

TRESSENS, S; Revilla, V. 1997. Riqueza Florística de un Bosque Nativode 5000 has conducido racionalmente en la Provincia de Misiones. II Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Comisión: Bosque Nativo y Protección Ambiental. Misiones, Argentina.

TRESSENS, S; Keller, H; Revilla, V. 2008. Las plantas vasculares de la Reserva de Uso Múltiple Guaraní, Misiones (Argentina). Bol. Soc. Argent: Bot. 43 (3-4): 273-293. ISSN 0373-580 X.

VERA, N; Lopez Cristóbal, L; Perié, J; Reyes, L; Quezada, J; Mendez, R; Dohmann, R; 2018. Primeros Antecedentes

tes del Bosque Secundario de Guaraní bajo aplicación de tratamientos silvícolas. Jornadas Científicas 45 aniversario UNaM. Posadas. Argentina

VERA, N; López Cristóbal, L; Reyes, L; Costas, R; Perié, J; Fara, N; 2014. Comportamiento Inicial de Cinco Especies Nativas en Sistemas de Plantación Bajo Cubierta de Bosque Degradado en la Provincia de Misiones. XVI Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. INTA.

VERA, N; Reyes, L; López Cristóbal, L; Perié, J; Costas, R; Mallorquin, J. 2018. Técnicas silviculturales para la recuperación de bosques primarios degradados y secundarios.

EDUNAM - Editorial Universitaria de la Universidad Nacional de Misiones. ISBN 978-950-579-500-0.

## FICHA TÉCNICA

# MORFOLOGIA POLINICA DE PLANTAS LEÑOSAS DE MISIONES, ARGENTINA

## *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan.

**Familia:** Fabaceae - Mimosoideae

**Nombre vernáculo:** Anchico colorado.

**Habito:** Árbol

**Status:** Nativa

**Periodo de floración:** de Noviembre a Diciembre.

**Valor Apícola:** Granos de polen frecuente en muestras de mieles de *Apis mellifera* L. y algunas especies de abejas sin aguijón.

### MORFOLOGÍA POLÍNICA

Los granos de polen agrupados en poliadesacalimadas, con 16 granos dispuestos de forma irregular confiriendo una forma elíptica al conjunto. Eje mayor de 33,40 (30,70) 28,72  $\mu\text{m}$ , eje menor de 29,48 (25,25) 22,16  $\mu\text{m}$ . Granos de polen porados, heteropólares, de forma piramidal. Exina analisis L.O tectada lisa a miroreticulada.

### MATERIAL ESTUDIADO

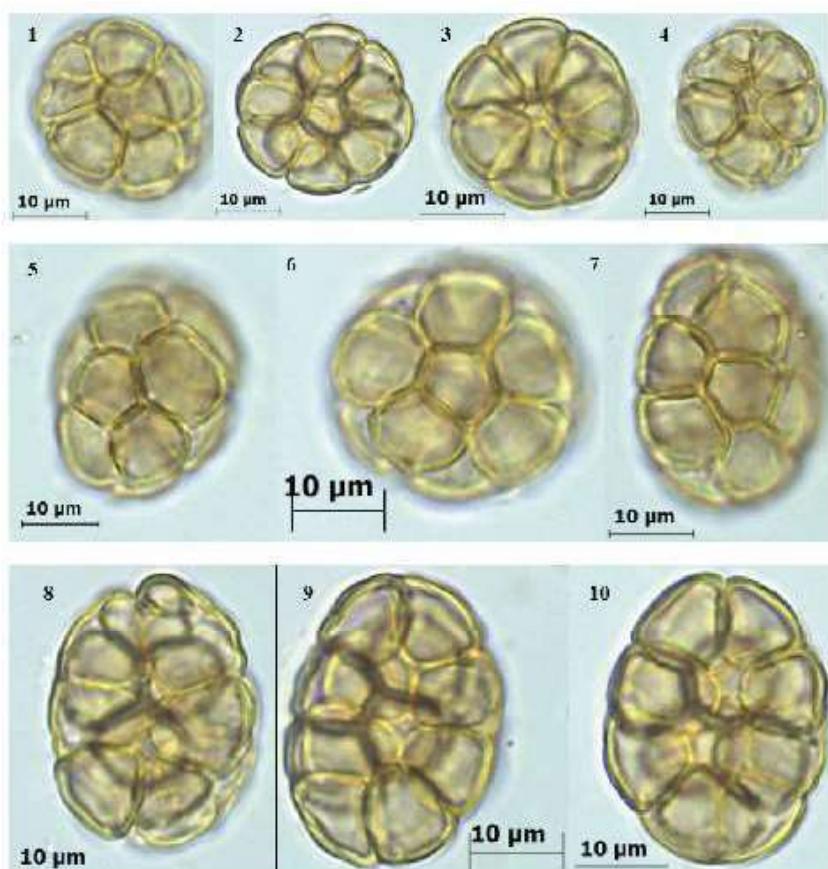
*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan.:Argentina, Misiones,Guaraní,Reserva de Usos Múltiples de Guaraní (RUM-G),Pellizzer N. 135(MIS),PAL-MIS 23, Identificación taxonómica:Keller, H.

### Dora Miranda

Cátedra Morfología Vegetal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones. Bertoni N° 124 (CP 3380), Eldorado, Misiones.

### Yanet Aquino

Colaboradora del proyecto “Caracterización botánica de mieles de *Apis mellifera* L. y *Tetragonisca angustula* Latreille, producidas en Misiones, Argentina”. Facultad de Ciencias Forestales., UNaM. Calle Bertoni N° 124 (CP 3380), Eldorado, Misiones



**Referencias:** 1-6 Vista polar: 1-4 vista en corte óptico, detalle del espesor de la exina. 5-6 Foco superficial de la exina.

7-10 Vista Ecuatorial: 7 foco superficial de la exina, nótese distribución irregular de los granos de polen agrupados. 8-10 vista en corte óptico, exhibiendo la forma elíptica de la poliade.

## NORMAS PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS

La Revista Forestal YVYRARETA es una publicación de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones, en la que se dan a conocer resultados de investigaciones en un amplio campo de las áreas científicas forestales. Los trabajos deben ser originales, inéditos y de actualidad técnico científica. Los artículos serán: Trabajos de investigación 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.

## 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:** TITULO, 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 (REPETI, 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 mejorinterpretación 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:** Au-

tores (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.

## CÓMO ENVIAR MATERIAL A LA REVISTA YVYRARETA

« Lugar de envío, requerimientos y forma de evaluación: **Los manuscritos serán enviados a: Comité Editorial, Revista Forestal Yvyraretá, vía formulario online o en su defecto por e-mail: revistayvyrareta@gmail.com**

« 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 dos 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 (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. **Derechos de autor:** al enviar el artículo para su publicación, cuando aceptan las normas de publicación manifiestan la originalidad del artículo y transfieren los derechos de autor.

6. **La aceptación del artículo, comunicación y/o ficha para su evaluación no implica que el mismo será publicado.** Deberá ser evaluado y 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

[www.yvyrareta.com.ar](http://www.yvyrareta.com.ar)