

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



# Yvyrareta

*Revista Forestal País de Arboles*



Facultad de  
Ciencias Forestales



Universidad Nacional de Misiones



25

DICIEMBRE 2017

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



SECRETARIA DE CIENCIA, TÉCNICA  
Y POSTGRADO

## Autoridades

### **Rector**

M.Sc. Javier GORTARI

### **Vice-Rector:**

Ing. Fernando Luis KRAMER

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

Dr. Pedro Dario ZAPATA

### **Decana**

M.Sc. Ing. Alicia Violeta BOHREN

### **Vice-Decano**

Ing. Daniel VIDELA

### **Sec. Académica**

Prof. Mgter. Julieta KORNEL

### **Sec. de Ciencia, Técnica y Postgrado**

M.Sc. Ing. Fernando NIELLA

### **Sec. Extensión**

Ing. Romero Hector Fabian

### **Sec. Administrativo**

Sr. Carlos PEREYRA

### **Sec. Bienestar Estudiantil**

Sr. Matías GONZALEZ

### **Secretaria Técnica**

Ing. Susana Mariela TERESCZUCH

## EDITORIAL

Segun datos de la FAO, el 30 % del área de tierra del mundo son bosques. En un mundo que se enfrenta al cambio climático, los ecosistemas forestales, con su doble función de productores y sumideros de carbono, adquieren una nueva relevancia. A su vez, la diversidad genética constituye la base de la evolución de las especies forestales para su adaptación a condiciones adversas y cambiantes. A pesar de su importancia, la mayoría de los recursos genéticos forestales siguen siendo desconocidos, especialmente en los bosques tropicales. No obstante, cada vez existe una mayor conciencia del valor crítico de la diversidad genética forestal por sí misma y como base para hacer frente a desafíos como el cambio climático. La gestión sostenible de los recursos forestales requiere entender mejor el acervo genético y su adaptabilidad a situaciones ambientales cambiantes. En esta oportunidad, nuestra revista presenta, entre otros, artículos bases para estudiar la diversidad genética, la propagación, restauración y manejo de nuestras especies nativas; así como aporte específicos de conocimiento de legislación, uso y manejo del bosque implantado. Un aporte más para el manejo sostenible de nuestros recursos forestales.

M.Sc. Ing. Forestal Alicia V. Bohren  
Decana  
Facultad de Ciencias Forestales  
Universidad Nacional de Misiones

**Editada por:**

**Secretaría de Ciencia, Técnica y Postgrado**

Facultad de Ciencias Forestales.  
Universidad Nacional de Misiones.

**Editor Responsable:**

M.Sc. Ing. Alicia Violeta BOHREN

**Editor Científico:**

M.Sc.Ing. Fernando NIELLA

**Editor Técnico:**

Ing. Susana Mariela TERESCZCUCH

**Revisión de texto en inglés:**

Prof. Silvia Graciela MARTINEZ

**EVALUADORES DE ESTE NÚMERO**

M.Sc. Beatriz Eibl (UNaM- FCF)

M.Sc. Norma Vera (UNaM- FCF)

M.Sc. Obdulio Pereyra (UNaM- FCF)

M.Sc. Gabriel Keil (UNLP-FCAyF)

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

Dr. Diego Broz (UNaM- FCF- CONICET)

Dra. Corina Graciano (UNLP-FCAyF)

Dr. Keller Héctor (UNaM- FCF- CONICET)

Ing. Agr. María Belen Rossner (INTA-EEA Cerro Azul)

Prof. Biol. Paola Duarte (UNaM- FCF)

Dra. María Elena Gauchat (UNaM-FCF-INTA EEA Montecarlo)

Dr. Fermin Gortari (UNaM-FCF)

Dra. Mónica Otegui (UNaM- FCEQyN)

Tapa y Contratapa: Mirador Tupá Amba. Reserva de Usos Múltiples Guaraní. Foto: Ing. Claudio Dummel  
Diseño: Becaria: Stra. Vanesa Mangeon/ Sr. Ernesto Nürnberg

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 y ambientales.

La periodicidad de la misma es anual.

Se imprimen 50 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

- EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO INICIAL DE HOVENIA (*Hovenia dulcis* Thunb.) y CAÑAFÍSTOLA (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) EN ENRIQUECIMIENTO DE BOSQUES NATIVOS DEGRADADOS DE SANTIAGO DE LINIERS – MISIONES.....7  
 ASSESSMENT OF THE INICIAL PERFORMANCE OF HOVENIA (*Hovenia dulcis* Thunb.) AND CAÑAFÍSTOLA (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) IN THE ENRICHMENT OF DEGRADED NATIVE FORESTS OF SANTIAGO DE LINIERS – MISIONES  
 Domingo César Maiocco; Alicia Mónica Stehr; Horacio Javier Ortiz; Claudio Dummel
- ESTUDIO DE FACTORES QUE AFECTAN LA CAPACIDAD DE ENRAIZAMIENTO DE MINESTACAS DE *Ilex paraguariensis* ST. HIL.....15  
 STUDY OF FACTORS AFFECTING THE ROOTING CAPACITY OF MINI-CUTTINGS OF *Ilex paraguariensis* ST. HIL  
 Misael Naumann; Patricia Roch; Evelyn Duarte; Valeria Morales; Fernando Niella
- DESARROLLO Y APLICACIÓN DE UN MODELO DE ASIGNACIÓN DEL USO DEL SUELO.....21  
 DEVELOPMENT AND APPLICATION OF AN LAND USE ALLOCATION MODEL  
 Oscar Arturo Gauto; Júlio Eduardo Arce; Afonso Figueiredo Filho; Flavio Felipe Kirchner
- ANÁLISIS DE LAS RESISTENCIAS AL CIZALLAMIENTO EN UNIONES DE LÁMINAS DE MADERA ENCOLADAS ENTRE PLANOS TANGENCIALES.....40  
 COMPARISON OF SHEAR STRENGHT IN JOINTS OF WOOD GLUED SHEETS BETWEEN TANGENTIAL PLANES  
 Yamila Mariel Pereyra; Adelaida Bragañolo; Elizabeth Maria Weber; Elisa Alicia Bobadilla; Teresa Maria Suirezs
- CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN ARBOREA DE CUATRO SITUACIONES DE BOSQUE SECUNDARIO EN LA RESERVA DE USO MÚLTIPLE GUARANÍ (RUMG), MISIONES..... 47  
 CHARACTERIZATION OF THE ARBORATE VEGETATION OF FOUR SECONDARY FOREST SITUATIONS IN THE GUARANÍ MULTIPLE USE RESERVE (RUMG), MISIONES.  
 Dummel Claudio Javier; Romero Hector Fabián; Poszkus Borrero Pablo; Pahr Norberto Manuel; Bohren Alicia Violeta; Maiocco Domingo Cesar; Rivero Julian; Krivenko Lucas
- AMPLIFICACIÓN DE MARCADORES MICROSATÉLITES EN *Peltophorum dubium* (Spreng.) TAUB. (CAÑA FISTOLA) Y *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) (TIMBO), UTILIZANDO CEBADORES DE LA ESPECIE *Koompassia malaccensis* Benth. Y *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb.....60  
 AMPLIFICATION OF MICROSATELITE MARKERS IN *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (CAÑA FISTOLA) *Andenterolobium Contortisiliquum* (Vell.) (TIMBO), USING *Koompassia Malaccensis* Benth. *Andenterolobium Cyclocarpum* (Jacq.) Griseb.  
 Fernando Niella; Patricia Rocha; Paola Ojeda; Guido Petruszynski; Pedro Zapata; Mónica Otegui
- REVISIÓN
- REVISION DE LA EVOLUCION DE LOS BOSQUES IMPLANTADOS DE MISIONES Y LOS REGIMENES DE PROMOCION.....66  
 REVISION OF EVOLUTION OF THE IMPLANTED FORESTS OF MISIONES AND THE PROMOTION REGIMES  
 Ramón Alejandro Friedl; Oscar Arturo Gauto; Juan Ángel Gauto

## FICHAS TÉCNICAS

FICHA TÉCNICA. MORFOLOGIA POLINICA DE PLANTAS LEÑOSAS DE MISIONES, ARGENTINA.  
*Cabralea canjerana* (Vell.) Mart.....76  
Dora Miranda; Yanet Aquino

FICHA TÉCNICA: MANEJO DE FRUTOS Y SEMILLAS, PRODUCCIÓN DE PLANTINES Y ESTABLECIMIENTO A CAMPO DE ESPECIES NATIVAS: *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler (Guatambú blanco) .....78  
Beatriz Eibl; Cecilia González

# EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO INICIAL DE HOVENIA (*Hovenia dulcis* Thunb.) y CAÑAFÍSTOLA (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) EN ENRIQUECIMIENTO DE BOSQUES NATIVOS DEGRADADOS DE SANTIAGO DE LINIERS – MISIONES

ASSESSMENT OF THE INITIAL PERFORMANCE OF HOVENIA (*Hovenia dulcis* Thunb.) AND CAÑAFÍSTOLA (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) IN THE ENRICHMENT OF DEGRADED NATIVE FORESTS OF SANTIAGO DE LINIERS - MISIONES

Fecha de recepción: 17/03/2017//Fecha de aceptación: 06/12/2017

## **Domingo César Maiocco**

M.Sc. Prof. Asociado. Facultad de Ciencias Forestales (UNaM). Bertoni 124, Eldorado, Misiones, Argentina. dmaiocco@facfor.unam.edu.ar

## **Alicia Mónica Stehr**

Ing. Forestal Jefe Trabajos Prácticos Facultad de Ciencias Forestales (UNaM) Bertoni 124. Eldorado, Misiones, Argentina. astehr@facfor.unam.edu.ar

## **Horacio Javier Ortiz**

Ing. Forestal, profesional independiente. Posadas, Misiones, Argentina. horaciojavierortiz@gmail.com

## **Claudio Dummel**

Ing. Forestal Prof. Adjunto Facultad de Ciencias Forestales (UNaM) Eldorado, Misiones, Argentina. cdummel@yahoo.com.ar

## RESUMEN

En la provincia de Misiones cada vez es mayor el porcentaje de superficies de bosques nativos degradados. El enriquecimiento es una alternativa para la recuperación de estas superficies. Se proveen datos del comportamiento de *Hovenia dulcis* y *Peltophorum dubium* en una plantación de enriquecimiento en fajas, en tres situaciones de bosque nativo: un secundario y dos primarios degradados en el municipio de Santiago de Liniers, Misiones. En el año 2012, se implementó el ensayo con un diseño experimental de 30 bloques completos al azar en arreglo factorial 3 x 2 (3 sitios y 2 especies). Para analizar la riqueza de especies de los bosques del ensayo se relevaron los árboles a partir de 10 cm de DAP en parcelas de 10 x 10 m en

## SUMMARY

In the province of Misiones, the percentage of degraded native forest areas is increasing. Enrichment is an alternative strategy for the restoration of these areas. Data are provided for the performance of *Hovenia dulcis* and *Peltophorum dubium* in an enrichment plantation of girdles in three native deforested situations: one secondary and two degraded primary forest patches in the municipality of Santiago de Liniers, Misiones. In year 2012, an experimental trial design with a 30-block randomized factorial arrangement of 3 x 2 was implemented (3 sites and 2 species). To analyze species richness in the forest patches, trees larger than 10 cm DAP were measured in parcels of 10 x 10 m in

cada uno de los sitios. Se midieron anualmente los individuos, lográndose a los tres años alturas promedio para *Hovenia* de 260, 326 y 320 cm y *Cañafístola* 103, 192 y 92 cm para los Sitios 1, 2 y 3 respectivamente. Los valores de sobrevivencia a los 19 meses varían del 76 al 89% en el bosque primario degradado. En el bosque secundario fue del 83% notándose hasta ésta evaluación un comportamiento similar en las dos especies. Las familias con mayor cantidad de individuos por familia botánica fueron: para el sitio 1 las Lauraceae y Borraginaceae, mientras en el sitio 2 se destacaron las Tiliaceae, Fabaceae y Sapindaceae y en el sitio 3 las Fabaceae.

**Palabras clave:** Recuperación, crecimiento, bosques degradados.

each of the sites. Individual trees were measured annually, with *Hovenia* reaching average heights of 260, 326 y 320 cm, and *Cañafístola* 103, 192 y 92 cm in sites 1, 2 and 3, respectively. Survival rates in the first 19 months varied between 76 and 89 % in the degraded primary forest. In the secondary forest, survival reached up to 83 %, at the time of this study, the results of the two species were similar. The families with the largest number of individuals per botanical family were: for site 1 Lauraceae and Borraginaceae, while site 2 highlighted Tiliaceae, Fabaceae and Sapindaceae and site 3 Fabaceae.

**Key words:** Recovery, growth, degraded forests.

## INTRODUCCIÓN

Los bosques de Misiones representan ecosistemas que actualmente están siendo sometidos a rápidos procesos de deforestación y fragmentación, lo cual conlleva a la pérdida de hábitat y consecuentemente a la disminución de la biodiversidad, poniendo en riesgo la sustentabilidad del sistema como productor de bienes y servicios (FUNDACIÓN VIDA SILVESTRE ARGENTINA, 2010). Según ésta fuente Misiones cuenta con 1.265.415 ha de bosque remanente al 2006 identificados por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

Los principales factores de erosión de los recursos forestales nativos tienen su origen en las diversas etapas del desarrollo económico y social de Misiones, cada una de las cuales causó un impacto ambiental particular (KOZARIK y DÍAZ BENETTI, 1997).

Debido a la modalidad extractivista aplicada para el aprovechamiento de las principales maderas de alto valor, seleccionando los mejores individuos, de unas pocas especies de interés, a través de ciclos de corta que no garantizan la recuperación de la productividad del bosque. Dicho proceso ha generado que muchos remanentes de selva se encuentren degradados en riqueza, diversidad composición y estructura originales y tengan una baja productividad actual y serias amenazas de ser convertidos a otros usos (VERA *et al.* 2014).

El enriquecimiento es un método adecuado para bosques sobre-explotados, donde la regeneración natural es insuficiente y donde se puede incrementar el volumen de especies de alto valor comercial (MONTAGNINI *et al.* 1997, LOZADA *et al.* 2003).

Se han realizado varios estudios en la provincia de Misiones sobre el potencial de recuperación de los bosques degradados, en especial plantaciones de enriquecimiento bajo

cubierta, incluyendo en algunos casos estudios de regeneración natural (EIBL, 1994; EIBL *et al.* 1996; GRANCE y MAIOCCO, 1995; MONTAGNINI *et al.* 1997). Por otra parte, se ha estudiado la dinámica de las especies nativas en sitios sometidos a diferentes usos en parcelas permanentes y con monitoreo de renovales (MAIOCCO *et al.* 1994; GRANCE y MAIOCCO, 1995; GAUTO *et al.* 1996; EIBL *et al.* 1996).

*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (Caesalpinaceae) y *Hovenia dulcis* Thunb. (Rhamnaceae) son especies de gran adaptabilidad a este tipo de prácticas silvícolas. El primero es un árbol de crecimiento rápido en los primeros años (GÓMEZ y CARDOZO, 2003). En fajas de enriquecimiento, es una las especies nativas de mayor crecimiento, posee muy buena forma, con pocas ramificaciones y no se han observado ataque de plagas que comprometa su sobrevivencia (GAUTO, 2006). La *Hovenia* por su parte es un árbol exótico originario de Asia que en individuos aislados no supera los 15 metros de altura y en masas densas llega a más de 20 m. Resistente a las heladas y al ataque de hormigas, crece en suelos compactos, superficiales y pedregosos; no prospera en lugares con excesiva humedad y de escasa fertilidad. Su madera tiene buenas propiedades tecnológicas lo cual la vuelve apta para usos estructurales (GONZÁLEZ *et al.* 2003) aunque sus bondades también puedan atribuirse a su uso como melífera y árbol frutal. El objetivo del trabajo es presentar sobrevivencia y la evolución de las alturas a los tres años de la implantación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción del área de estudio

El ensayo se implementó en una propiedad ubicada en el Municipio de Santiago de Liniers,

Departamento Eldorado, Misiones, entre los 54° 26' de longitud Oeste y 26° 28' de latitud Sur, a una altitud de 254 m.s.n.m. La provincia de



Misiones está comprendida según Köppen en el tipo climático "Cfa" que corresponde a un clima húmedo Subtropical sin estación seca con veranos muy calurosos.

Para el departamento de Eldorado, la fórmula de Thornthwaite - B<sub>2</sub>B<sub>4</sub>r a'- identifica un clima húmedo mesotermal, con poca o nula deficiencia de agua y escasa concentración de la eficiencia térmica en el trimestre más cálido del año (EIBL *et al.* 2007). Precipitación media anual de 1700 mm, distribuidas equitativamente a lo largo del año y promedio anual de temperatura de 21°C, con máximas absolutas de 39 °C (Enero) y mínimas absolutas de - 6 °C (Julio) (EIBL *et al.* 2001).

Según C.A.R.T.A., escala 1:50.000, los tres sitios del ensayo de enriquecimiento se ubican dentro del tipo de suelo identificado como "6 A", con pendientes suaves menores al 5 %.

El sitio 1 (S1) con una superficie de 1,411 ha y el sitio 3 (S3) de 1,607 ha presentan cobertura de bosque primario degradado con características florísticas visiblemente diferentes, se encuentran separados entre sí 300 m. Ambos evolucionaron luego de la extracción de las especies forestales de valor comercial. La superficie ocupada actualmente por el bosque secundario (0,706 ha) que corresponde al sitio 2 (S2) fue un cultivo de yerba mate abandonada hace aproximadamente 30 años.

### Establecimiento del ensayo. Diseño

Las parcelas de enriquecimiento se implementaron durante el mes de agosto del año 2012 en los tres sitios con bosques en diferentes estados de cobertura, uno en bosque secundario y dos en bosques primarios degradados, utilizando plantines de vivero de Cañafístola (*P. dubium*) y Hovenia (*H. dulcis*), en macetas, con una altura promedio de 50 cm. Fueron ubicadas en forma mixta y alternadas, con una separación de 5 m entre plantas, en transectos de 2 m de ancho y 50 m de largo, distanciados 10 m entre sí, en dirección Este-Oeste (EO). Cada sitio contó con 5 parcelas de 10 plantas en cada uno de ellos, de 5 repeticiones por especie; en total 75 plantas de Cañafístola y 75 plantas de Hovenia. No se realizaron reposiciones debido a la alta tasa de sobrevivencia inicial. En el primer año se realizó el desmalezado alrededor de cada planta, en dos oportunidades.

Los tratamientos evaluados fueron combinaciones de: 1.- Bosque primario degradado (S1), Bosque secundario (S2) y Bosque primario degradado (S3); y 2.- Especies: Cañafístola (CF), Hovenia (HO).

A los efectos de evaluar la estructura mediante la densidad, área basal, el diámetro medio cuadrático (DMC) y la riqueza de especies arbóreas de los bosques estudiados, se relevaron, en parcelas cuadradas de 10 m x 10 m, los árboles a partir de 10 cm de DAP, distribuidas al azar, en un número

variable hasta que dejaban de incorporarse nuevas especies (3 a 4).

### Variables analizadas

Las variables analizadas fueron: altura total, sobrevivencia y observación visual de presencia de daños por insectos (ataques de plagas). Se tomó registro de la altura anualmente, mientras que la sobrevivencia se calculó en base a la mortandad de plantas.

### Análisis estadístico de los datos

El ensayo se analizó como un diseño experimental de 30 bloques completos al azar en arreglo factorial 3 x 2 (3 sitios y 2 especies), es decir, 6 tratamientos de 5 repeticiones en cada uno de los sitios.

Los datos de altura (h) se procesaron con un programa estadístico (INFOSAT, 2013) mediante ANOVA al 5 % y los promedios fueron contrastados mediante el test de Duncan.

## RESULTADOS

En la tabla 1 se presenta el resultado del análisis de las características del bosque (estrato arbóreo de los árboles mayores a 10 cm de D.A.P.) en cada uno de los sitios del ensayo, relevadas 4 parcelas de 100 m<sup>2</sup> en cada uno de ellos.

Los datos manifiestan que los bosques evaluados presentan poca riqueza comparado a otros trabajos similares en los que se observaron más de 20 especies en situaciones de bosque secundarios y primarios degradados de Misiones (MAIOCCO *et al.*, 2010). Sin embargo los valores de densidad son similares a situaciones de mayor densidad y el área basal, como también DMC se encuentra dentro de los valores obtenidos en el trabajo antes citado.

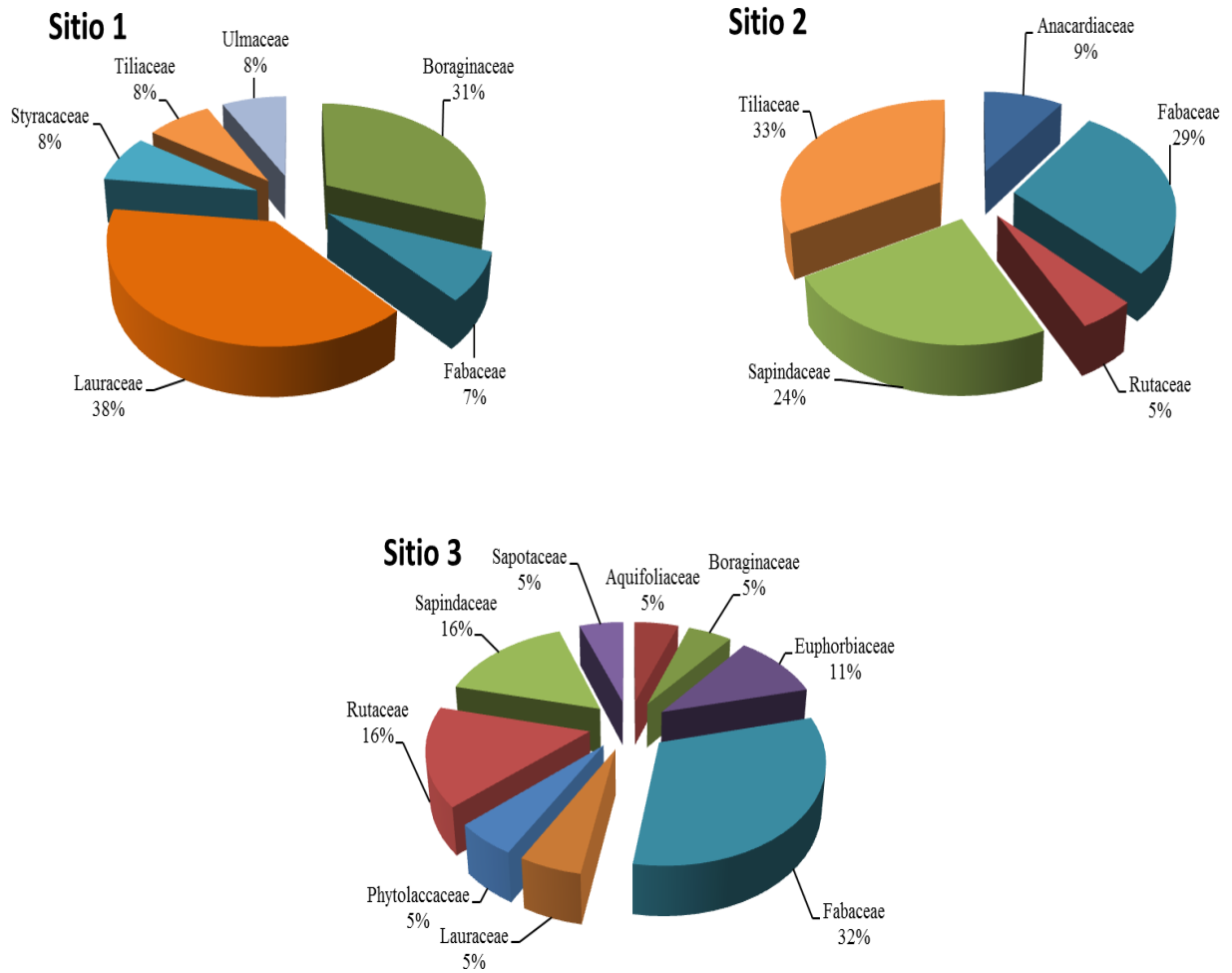
El gráfico 1 nos indica que la proporción de individuos según la familia botánica a la que pertenece varió según la situación evaluada. El Sitio 1 presentó mayor abundancia de Lauraceae (38%) y Boraginaceae (31%), donde para la primera familia se detectaron individuos de Laurel negro (*Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez) y Laurel amarillo (*Nectandra lanceolata* Nees et Mart. ex Nees) y para la segunda el Loro negro (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. Ex Steud.). El Sitio 2 en cambio presentó una mayor abundancia de Tiliaceae (33 %), Fabaceae (29%) y Sapindaceae (24%), la primera con ejemplares de Azota caballo (*Luehea divaricata* Mart.), la segunda con Isapy'morotí (*Machaeriums tipitatum* (DC.) Vogel), Pata de buey (*Bauhinia forficata* Link) y Anchico colorado (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan) y la última con Camboatá blanco (*Cupania vernalis* Cambess.) y María preta (*Diatenopteryx sorbifolia* Radlk.). El Sitio 3 por último muestra un

claro dominio de individuos de la familia Fabaceae con individuos principalmente pertenecientes a las especies de Rabo itá (*Lonchocarpus campestris*

Mart. ex Benth.) y Isapy'ymorotí (*Machaerium stipitatum* (DC.) Vogel).

**Tabla 1: Datos de la estructura general de los sitios evaluados.**  
**Table 1: General structural data for the study sites.**

Característica	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3
Situación	Bosque primario degradado	Bosque secundario	Bosque primario degradado
Número de especies	7	8	11
Índice de Simpson <sup>-1</sup>	0,872	0,8318	0,8864
Densidad (Ind./ha)	425	525	475
Área basal (m <sup>2</sup> /ha)	15,4	10,2	15,9
DMC (cm)	22,71	15,61	20,64



**Gráfico 1: Proporción de individuos según la Familia botánica encontradas en el sitio 1, 2 y 3.**  
**Graph 1: Proportion of individuals according to the Botanical Family found in site 1, 2 and 3.**

### Altura total

Comparando ambas especies, *H. dulcis* presentó mayor altura total promedio que *P. dubium* en los tres sitios. A su vez, el bosque secundario brindó mejores condiciones de crecimiento para Cañafístola y en los sitios 2 y 3 se presentaron las mayores alturas para Hovenia.

En otros trabajos realizados en la provincia, Cañafístola presentó ICA en altura de 0,80 m en el primer año y 1,20 m en el segundo año (SÁNCHEZ, 1988; EIBL *et al*, 1993; GÓMEZ y CARDOZO, 2003). Los gráficos 2 y 3 exponen los resultados obtenidos a la fecha.

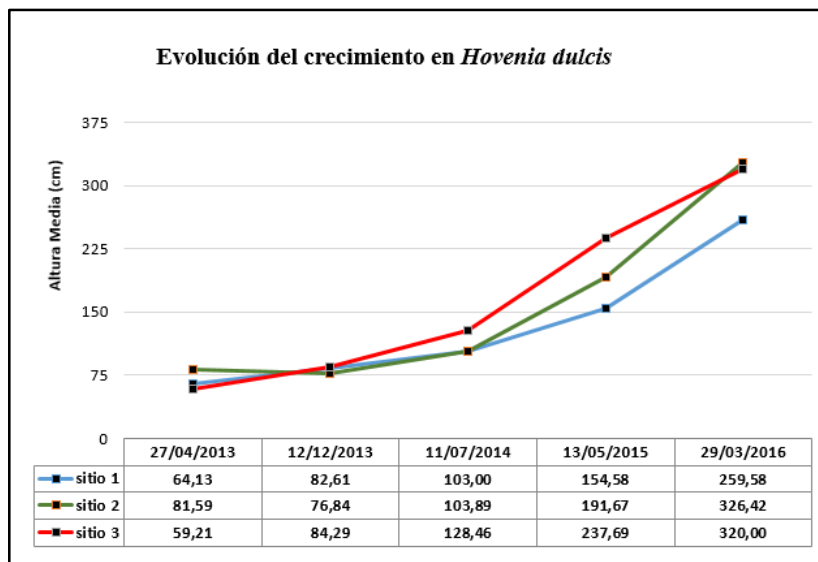


Gráfico 2: Evolución de las alturas de *H. dulcis* a tres años de plantación.  
Graph 2: Height values of *H. dulcis* over a three year period.

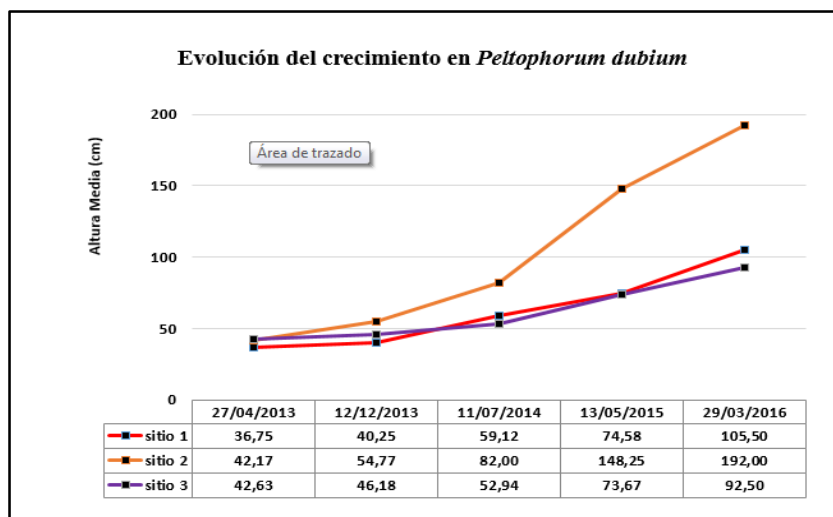


Gráfico 3: Evolución de las alturas de *P. dubium* a tres años de plantación.  
Graph 3: Height values of *P. dubium* over a three year period.

A continuación se presenta el análisis estadístico de las alturas que arrojaron los siguientes resultados:

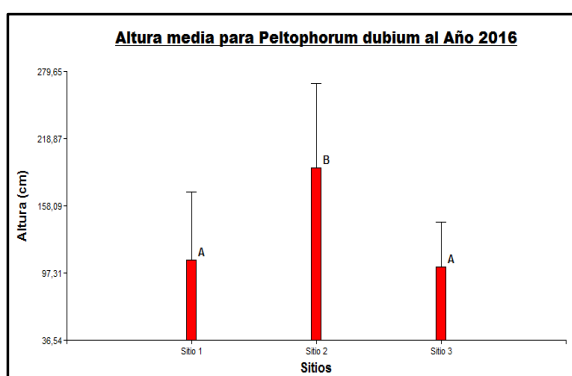
**Tabla 2: Comparación de Medias para *P. dubium*.**

**Table 2: Comparison of averages for *P. dubium*.**

Test:Duncan Alfa = 0,05

Sitios	Altura Media (cm)	E.E	
Sitio 3	92,5	19,7	A
Sitio 1	105,5	20,66	A
Sitio 2	1 92	14,61	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )



**Gráfico 4: Altura media de *P. dubium*.**

**Graph 4: Average height of *P. dubium*.**

Como se observa en la tabla 2 y gráfico 4, los resultados arrojados por el Test de Duncan indican diferencias significativas en el crecimiento para *P. dubium* en diferentes estados de conservación de bosques. Los mejores valores en crecimiento para *P. dubium* se presentan en el Bosque Secundario en estado avanzado (S2), mientras que para los sitios con Bosques Primarios degradados (S1 y S3) no se observaron diferencias significativas.

Los resultados arrojados por el Test de Duncan que muestran la tabla 3 y gráfico 5, indican que no existen diferencias significativas en el crecimiento para *H. dulcis* en los diferentes estados de conservación de bosques.

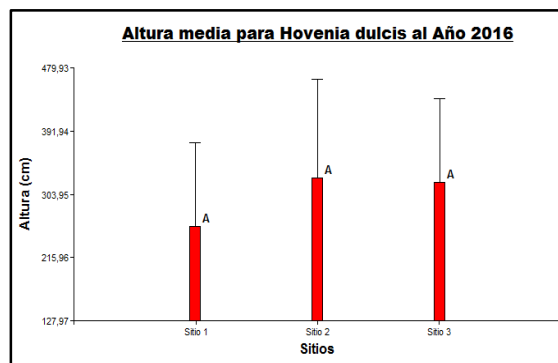
**Tabla 3: Comparación de Medias para *H. dulcis*.**

**Table 3: Comparison of averages for *H. dulcis*.**

Test:Duncan Alfa = 0,05

Sitios	Altura Media (cm)	E.E	
Sitio 1	259,58	34,92	A
Sitio 3	320	33,55	A
Sitio 2	326,43	45,73	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )



**Gráfico 5: Altura media para *H. dulcis*.**

**Graph 5: Average heights of *H. dulcis*.**

### Sobrevivencia

En la tabla 4 se muestran los valores de sobrevivencia a los 19 meses por sitio. La sobrevivencia varía del 76 al 89 % en el bosque primario degradado mientras que en el bosque secundario es del 83% notándose hasta la presente evaluación un comportamiento similar en las dos especies.

**Tabla 4: Sobrevivencia a los 19 meses de plantación.**

**Table 4: Survival at 19 months post-plantation.**

	Sobrevivencia a los 19 meses (%)		
Especie	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3
Cañafístola	85,71	83,67	77,08
Hovenia	89,36	83,67	76

### DISCUSIÓN

Los valores de sobrevivencia para *P. dubium* alcanzados por EIBL *et al.* (1993), al cuarto año de plantación, fueron menores (54 %) que los logrados en nuestro ensayo (superior a 77 %), similares a los de MONTAGNINI *et al.* (1997) (80 %), solo que en estos caso es mayor el período evaluado.

No hay antecedentes en la región de plantaciones de enriquecimiento con *Hovenia*, pero si *P. dubium* ha tenido un buen comportamiento en bosques de Chaco - Formosa con una sobrevivencia del 71 % y alturas promedios a los cinco años de 5,17 m (ZULLE *et al.*, 2015).

En el ensayo de EIBL *et al.* (1993) los crecimientos en altura obtenidos a los cinco años (promedio de 2,5 m) son considerablemente menores a otras especies como el Loro Blanco (*Bastardiopsis densiflora*) (promedio de 6 m). La *Hovenia* es una especie a considerar ya que en nuestro ensayo se lograron alturas de 3 m al tercer año.

## CONCLUSIONES

Ambas especies tienen una alta sobrevivencia (mayor al 76 %) a los 19 meses de plantación; *Hovenia* presentó los mayores valores de sobrevivencia en los 3 sitios.

La *Hovenia* (*Hovenia dulcis*) es la especie con mayor crecimiento en altura en los diferentes sitios del ensayo y se adapta a las dos situaciones de bosques (secundario o primario degradado).

En el bosque secundario, al tener menos cobertura, se lograron los mejores crecimientos para *P. dubium* (Cañafístola).

Ninguna de las especies estudiadas presentó problemas fitosanitarios que limiten su crecimiento.

## BIBLIOGRAFÍA

- C.A.R.T.A. (Compañía Argentina de Relevamientos Topo-Aerofotogramétricos). 1961-1962.
- DI RIENZO, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, M. G.; González, L.; Tablada, M.; Robledo, C. W. InfoStat versión 2013. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- EIBL, B. 1993. Enriquecimiento en fajas con especies forestales nativas en San Pedro. Misiones. Actas VI Jornadas Técnicas .Eldorado, Misiones, pp. 268-276.
- EIBL, B.; Szczipanski, L.; Ríos, R.; Vera, N. 1993. Regeneración de especies forestales nativas de la selva Misionera. VII Jornadas Técnicas: Ecosistemas Forestales Nativos. Uso, manejo y conservación. pp. 100-122. Eldorado. Misiones.
- EIBL, B. 1994. Enriquecimiento con especies forestales nativas asociadas al palmito (*Euterpe edulis*) en San Pedro, Misiones, R. A. III Jornada de Trabajo sobre Ecología de Especies Nativas de la Selva Subtropical Misionera, Eldorado. Facultad de Ciencias. Forestales, UNaM, Serie Técnica N° 5.
- EIBL, B.; Montagnini, F.; Woodward, C.; Szczipanski, L.; Ríos, R. 1996. Evolución de la regeneración natural en dos sistemas de aprovechamiento y bosque nativo no perturbado en la provincia de Misiones. Yvyrareta 7, pp. 63-78.
- EIBL, B., Silva, F., Bobadilla, A. 2001. Boletín Agrometeorológico Eldorado. Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales. Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. Período 1985/2001.
- EIBL, B.; Palavecino, J.; Sara, R.; Martínez, A. 2007. Composición florística y estructura del componente arbóreo de bosques remanentes de la cuenca del arroyo Elena – Eldorado – Misiones – Argentina.
- FUNDACION VIDA SILVESTRE ARGENTINA. 2010. Propuesta de Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos de la Provincia de Misiones Fundación Vida Silvestre Argentina.
- URL:[http://awsassets.wwf.org/downloads/informe\\_final\\_propuesta\\_borrador\\_ot\\_misiones\\_presentado\\_a\\_camara\\_de\\_representantes\\_de\\_m\\_1.pdf](http://awsassets.wwf.org/downloads/informe_final_propuesta_borrador_ot_misiones_presentado_a_camara_de_representantes_de_m_1.pdf). Consultado 10 de junio de 2016.
- GAUTO, A. O.; Grance, L. A.; Maiocco, D. C.; Figueiredo Filho, A. 1996. Crecimiento de la masa de bosque nativo en la reserva forestal Guaraní (Misiones). Yvyrareta 7, pp. 5-10.
- GAUTO, J. 2006. Manual del pequeño silvicultor. Subsecretaría de Bosques y Forestación. Ministerio de Ecología, Recursos Naturales Renovables y Turismo, pp. 49-56.
- GOMEZ, C.; Cardozo, F. 2003. Enriquecimiento del bosque nativo con Ibirá puita guazú (*Peltophorumdubium* SPRENG). 14 pp. Presidencia de la Plaza, Chaco.
- GONZALEZ, R. A.; Pereyra, O.; Suirez, T. M.; Eskiviski, E. 2003. Estudio de las propiedades tecnológicas de las maderas de cinco especies forestales de interés industrial de Misiones, Argentina. Revista Yvyrareta 11, pp. 35-41
- GRANCE, L. A.; Maiocco, D. C. 1995. Enriquecimiento del Bosque Nativo con *Bastardiopsisdensiflora* (Hook et Arn.) Hassl., cortas de mejoras y estímulo a la regeneración natural en Guaraní, Misiones. Yvyrareta 6, pp. 29-44.
- KOZARIK, J. C.; DiazBenetti, W. 1997. Los Bosques Naturales de Misiones. Principales Factores que determinaron su Deterioro Ambiental. II Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano, Políticas, economía y educación. Posadas-Misiones. pp 80-96.
- LOZADA, J.; Moreno, J.; Suescun, R. 2003. Plantaciones en fajas de enriquecimiento. Experiencias en 4 unidades de manejo forestal de la Guayana Venezolana.
- URL:[http://www.academia.edu/9867296/PALABRAS\\_CLAVE\\_Fajas\\_de\\_Enriquecimiento\\_Guayana\\_Venezolana\\_Manejo\\_Forestal\\_Plantaciones\\_Forestales\\_PLANTACIONES\\_EN\\_FAJAS\\_DE\\_E](http://www.academia.edu/9867296/PALABRAS_CLAVE_Fajas_de_Enriquecimiento_Guayana_Venezolana_Manejo_Forestal_Plantaciones_Forestales_PLANTACIONES_EN_FAJAS_DE_E)

ENRIQUECIMIENTO. EXPERIENCIAS EN 4 UNIDADES DE MANEJO FORESTAL DE LA GUAYANA VENEZOLANA. Consultado el 05/04/2016.

MAIOCCO, D. C.; Stehr, A. M.; Dummel, C.; Perez, O. 2010. Desarrollo experimental de enriquecimiento y restauración en áreas degradadas del bosque atlántico del alto Paraná –BAAP – con pequeños productores: primeros resultados. 14<sup>as</sup> Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM - EEA Montecarlo, INTA. 10, 11 y 12 de Junio de 2010 - Eldorado, Misiones, Argentina. 8 pp.

MAIOCCO, D. C.; Grance, L. A.; Gauto, O. A.; Otazú, H. G. 1994. Metodología para la instalación y medición de parcelas permanentes en el estudio de la dinámica productiva del bosque subtropical misionero (Primeros resultados). Yvyrareta 5, pp. 77- 83.

MONTAGNINI, F.; Eibl, B.; Grance, L.; Maiocco, D. C.; Nozzi, D. 1997. Enrichment planting in overexploited subtropical forest of the Paranaense region of Misiones, Argentina. Forestry Ecology and Management 99, pp. 237-246.

SANCHEZ, J. R. 1988. Enriquecimiento de Bosques nativos de Misiones. Implantaciones Bajo Cubierta. Segunda Comunicación. Actas VI Congreso Forestal Argentino. Tomo I, pp. 193-195.

VERA, N. E.; López Cristóbal, L.; Reyes, L. M.; 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. pp. 216-223.

ZULLE, F.; Brassiolo, M.; Gómez, C.; Kees, S. 2015. Enriquecimiento forestal en fajas en un bosque explotado del Chaco húmedo. Revista Bosque (Valdivia).vol. 36, n°2. Valdivia. [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-92002015000200003](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-92002015000200003). Consultado el 20/11/2017.

# ESTUDIO DE FACTORES QUE AFECTAN LA CAPACIDAD DE ENRAIZAMIENTO DE MINESTACAS DE *Ilex paraguariensis* ST. HIL

STUDY OF FACTORS AFFECTING THE ROOTING CAPACITY OF MINI-CUTTINGS OF *Ilex paraguariensis* ST. HIL

Fecha de recepción: 10/10/2017//Fecha de aceptación: 11/12/2017

## Misael Naumann

Estudiante de Ing. Agronómica-FCF-UNaM- Becario UNaM. Laboratorio de Propagación Vegetativa (LPV) Facultad de Ciencias Forestales-UNaM

## Patricia Rocha

Docente FCF-UNaM. Laboratorio de Propagación Vegetativa (LPV) Facultad de Ciencias Forestales-UNaM procha910@gmail.com

## Evelyn Duarte

Docente FCF-UNaM. Becaria Posdoctoral CONICET-CEDIT

## Valeria Morales

Docente FCF-UNaM. Responsable Técnica Vivero VYO

## Fernando Niella

Docente FCF-UNaM. Laboratorio de Propagación Vegetativa (LPV) Facultad de Ciencias Forestales-UNaM

## RESUMEN

Según datos del INYM, 2016, existen 165.326,811 hectáreas cultivadas de yerba mate (*Ilex paraguariensis*). No obstante, su domesticación es muy reciente, razón por la cual, las plantaciones son heterogéneas, presentan plantas de diferentes tamaños, crecimiento y vigor, resistencia a enfermedades, tipo de hojas entre otras. La multiplicación por semilla tiene varias limitaciones, tales como, bajo porcentaje de germinación (14%). La propagación vegetativa, a través de la técnica de macropropagación por minicepas y miniestacas de yerba mate, representa una oportunidad para solucionar las limitaciones que tiene la reproducción sexual. El objetivo del presente trabajo fue estudiar los factores que influyen la capacidad de enraizamiento de miniestacas de yerba mate. Específicamente, la época de cosecha de la miniestaca, y el tratamiento inductivo en el enraizamiento de miniestacas de yerba mate. Se cosecharon miniestacas, de plantines juveniles en cuatro épocas del año distintas, otoño, invierno,

## SUMMARY

According to data from the INYM, 2016, there are 165,326,811 hectares cultivated with yerba mate (*Ilex paraguariensis*). However, its domestication is very recent; therefore, the plantations are heterogeneous, having plants of different sizes, growth and vigor, resistance to diseases, and leaf type among others. Seed multiplication has several limitations, such as, low percentage of germination (14%). The vegetative propagation, through the technique of macropropagation by minihedges and mini-cuttings of yerba mate, represents an opportunity to solve the limitations of sexual reproduction. The objective of the present work was to study the factors that influence the rooting capacity of yerba mate mini-cuttings and more specifically, the harvest time of the mini-cuttings, and the inductive treatment in the rooting capacity of yerba mate. Mini-cuttings were harvested from juvenile seedlings, in four different seasons of the year, autumn, winter, spring and summer and two rooting inductive treatments; a control without applications of auxin (WATER),

primavera y verano; y dos tratamientos inductivos, un control sin aplicaciones de auxina (AGUA), y otro con aplicación de auxinas (IBA). Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, con 30 repeticiones por tratamiento, en cada uno de los ensayos establecidos en cada época de cosecha. La variable analizada en el presente trabajo fue la capacidad de enraizamiento de las estacas, y los datos obtenidos se sometieron a análisis de varianza, utilizando Software R. Los resultados indicaron, interacción significativa entre la época de cosecha y el tratamiento inductivo. Observándose, la mayor capacidad de enraizamiento, en las estacas cosechadas en otoño, sin aplicación de auxinas.

**Palabras clave:** yerba mate, época de cosecha, Ácido Indol Butírico, inducción.

and other with application of auxins (IBA), were studied. A completely randomized design was used, with 30 replications per treatment, for each experimental season test. The analyzed variable in the present work was the rooting capacity of the mini-cuttings, and the data obtained were subjected to analysis of variance, using the Software R. The results indicated significant interaction between harvest time and inductive treatment. It could be observed, the greater capacity of rooting, in cuttings harvested in autumn, without application of auxins.

**Key words:** yerba mate, harvest season, Indole Butyric Acid, induction.

## INTRODUCCION

La yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) constituye uno de los principales cultivos de Misiones. Según datos del INYM, 2016, existen 165.326,811 hectáreas cultivadas de yerba mate (INYM, 2016). La tendencia va en aumento de acuerdo con las mejoras de los precios, exportándose a diferentes partes del mundo, principalmente a Medio Oriente, Estado Unidos y Europa. Representando una fuente importante de trabajo, con potencial para proveer servicios ambientales, como es el caso del secuestro de carbono (ALEGRE *et al* 2007).

La yerba mate, se caracteriza por presentar una baja y heterogénea capacidad germinativa, problema atribuido a la falta de maduración del embrión, lo que dificulta la producción de plantines en vivero (CUQUEL *et al*, 1994; FOWLER y STURION, 2000). Por otro lado, su domesticación es un proceso muy reciente, con no más de 40 años de desarrollo (RAKOCEVIC *et al*, 2012), por lo que las ganancias genéticas potenciales por cultivar material genético de calidad sean muy altas. Por tal motivo, es requerimiento indispensable contar con un sistema de propagación que permita la clonación de los genotipos superiores, y facilite la producción en vivero. Si bien la propagación vegetativa en yerba mate, viene siendo estudiada desde hace más de una década (PERCY SALAS Y LAVIOSA, 1998; Wendling *at al*, 2003, 2007 y 2014; TARRAGÓ *et al*, 2012; BRONDANI *et al*, 2008 y 2009; BITENCOURT *at al*, 2009); son muchos los factores que influyen el proceso de enraizamiento de estacas, pudiéndose citar entre ellos, la edad de la planta madre, la época de cosecha, y los tratamientos inductivos con reguladores de crecimiento (ALTOÉ *et al*, 2011; WENDLING *et al*, 2014; STUEPP *et al*, 2014 y

2017; FRAGOSO *et al*, 2015; FERREIRA *et al*, 2010; PIZZATTO *et al*, 2011). El objetivo del presente trabajo fue identificar los factores que afectan el enraizamiento de germoplasma local, que permitan a futuro generar un protocolo optimizado de propagación vegetativa para viveros comerciales.

## METODOLOGÍA

### Material Vegetal

#### Manejo de las plantas madres

Para la formación de las plantas madres, se utilizaron plantines de 12 meses de edad, provenientes de un vivero comercial de la región. Las mismas fueron criadas en macetones de 10 L, con sustrato de corteza de pino compostada (comercial) y fertilizante de liberación lenta (Plantacote Plus®, 3 kg.m<sup>-3</sup>), en condiciones controladas de humedad y temperatura, en invernáculo, con media sombra del 75%. Las plantas madres, fueron decapitadas para forzar el rebrote y producción de estacas.

#### Cosecha y manejo de estacas para enraizamiento

De las plantas madres, se cosecho el rebrote en cuatro épocas del año diferente: otoño, invierno, primavera y verano. Los brotes obtenidos fueron procesados y se obtuvieron estacas uni o binodales, para la inducción de raíces.

#### Inducción de raíces

Para la formación de raíces, en cada época de cosechas, se aplicó untratamiento inductivo, el cual consistió en la inmersión, por 24hs, de la base de la estaca en una solución líquida de 300 ppm de Ácido Indol Butírico (IBA), disuelto en agua. El



tratamiento control, consistió, en la inmersión, por 24hs, de la base de la estaca en una solución de agua.

Posteriormente al tratamiento inductivo, las bases de las estacas fueron sumergidas en una solución de fungicida durante 20 minutos para finalmente insertarlas en el sustrato de enraizamiento formado por una mezcla de corteza de pino compostada y perlita (3:1).

### Diseño Experimental y Análisis

En cada época de cosecha (otoño, invierno, primavera, verano), se estudió el efecto del tratamiento inductivo. Utilizándose un diseño completamente aleatorizado, con 30 repeticiones (estacas) por tratamiento, siendo la estaca la unidad experimental. La evaluación se realizó a los 60 días de la aplicación del tratamiento inductivo, para cada época de cosecha. La variable considerada análisis fue la capacidad de enraizamiento, definida como el porcentaje de estacas enraizadas. Debido a que dicha variable presenta una distribución binomial, la misma fue transformada, con la función arco seno raíz cuadrada del valor original. Posteriormente, el análisis se llevó a cabo con la variable transformada y sin transformar (en ambos casos, los resultados, fueron similares, por lo cual, los mismos se expresan en su valor original). Los datos obtenidos se sometieron a análisis de varianza, con un nivel de significancia del 0.05, utilizando en Software R (R Core Team, 2017).

el valor de la variable observada (capacidad de enraizamiento) en la  $i$ -ésima época de cosecha, con el  $j$ -ésimo tratamiento inductivo;  $\mu$  es la media general;  $E_i$  es el efecto fijo del  $i$ -ésima época de cosecha;  $I_j$  es el efecto fijo de la  $j$ -ésimo tratamiento inductivo;  $E_{ij}$  es el efecto fijo de la interacción de la  $i$ -ésima época de cosecha con el  $j$ -ésimo tratamiento inductivo;  $e_{ij}$  es el error experimental.

### RESULTADOS

El análisis de los datos obtenidos indicó para la capacidad de enraizamiento de miniestacas de *Ilex paraguariensis*, una interacción estadísticamente significativa (p-valor: 8.35e-06), entre la época de cosecha y el tratamiento inductivo.

Las estacas inducidas con el tratamiento CONTROL (Agua), obtenidas en otoño, presentaron el porcentaje de enraizamiento más alto ( $80 \pm 2.62$ ); mientras que las estacas inducidas con IBA (300 ppm), solo enraizaron un  $10 \pm 1.97\%$  de las mismas. En invierno, primavera y verano, la capacidad de enraizamiento no fue significativamente afectada por el tratamiento inductivo. Las estacas cosechadas en verano, fueron las que presentaron el menor porcentaje de enraizamiento,  $20 \pm 2.63\%$  para las estacas inducidas con IBA y  $26.7 \pm 2.90\%$  para las estacas inducidas con agua (Tabla 1).

**Tabla 1: Respuesta de la capacidad de enraizamiento (porcentaje de enraizamiento promedio) de miniestacas de yerba mate según la época de cosecha y tratamiento inductivo.**

**Table 1: Rooting capacity response (percentage of average rooting) of yerba mate minicuttings according to the harvest season and inductive treatment.**

Época	Tratamiento Inductivo	N <sup>1</sup>	%Prom. $\pm$ E. E. <sup>2</sup>
Otoño	AGUA	30	$80 \pm 2.62a$
Otoño	IBA 300 ppm <sup>3</sup>	30	$10 \pm 1.97b$
Invierno	AGUA	30	$27 \pm 2.90b$
Invierno	IBA 300 ppm	30	$27 \pm 2.90b$
Primavera	AGUA	30	$30 \pm 0.30b$
Primavera	IBA 300 ppm	30	$27 \pm 2.90b$
Verano	AGUA	30	$27 \pm 2.90b$
Verano	IBA 300 ppm	30	$20 \pm 2.63b$

<sup>1</sup>Numero de repeticiones por tratamientos

<sup>2</sup>%Porcentaje promedio  $\pm$  Error Estándar

<sup>3</sup>ppm: partes por millón

## DISCUSIÓN Y CONCLUSION

La época de cosecha tuvo un efecto significativo en la capacidad de enraizamiento de las estacas de yerba mate, observándose interacción con el tratamiento inductivo. Las estacas cosechadas en otoño sin aplicación de auxinas, presentaron una mayor capacidad de enraizamiento. Mientras que en verano la capacidad de enraizamiento de las estacas fue muy baja. Resultados similares fueron publicados por STUEPP *et al* (2017) y BENNADJ *et al* (2017), en estacas de yerba mate de 12 años de edad, en Brasil y Uruguay, respectivamente. La propagación por estacas en especies leñosas generalmente está influenciada por la existencia de sustancias de reserva en el tallo, específicamente carbohidratos, los que aportan la energía requerida para la formación de raíces (OLIVEIRA *et al*, 2012, citado por STUEPP *et al*, 2017). Durante el período de latencia ocurre la translocación de los fotosintatos, desde las hojas a yemas, tallos y raíces, por vía floemática, por lo tanto, el otoño es el tiempo que proporciona estas reservas de inmediato (DENAXA *et al*, 2012, citado por STUEPP *et al*, 2017), lo que concuerda con el presente estudio.

Naturalmente las auxinas vegetales inducen a la formación de raíces, siendo necesaria la aplicación de auxinas en especies difíciles de enraizar (HARTMANN *et al.*, 2002). No obstante, los resultados del presente trabajo demostraron que la aplicación de auxinas exógenas, no son indispensables para la inducción de raíces en yerba mate, coincidiendo con los resultados obtenidos en diferentes estudios de enraizamiento de especies leñosas (APARICIO-RENTERÍA *et al*, 2014; MAJADA *et al*, 2011; ALCANTARA *et al.*, 2008; NIELLA *et al*, 2014 y 2015; ROCHA *et al*, 2015); y en yerba mate en particular (BITENCOURT *et al*, 2009; STUEPP *et al*, 2017; BENNADJ *et al*, 2017). La interacción entre la época de cosecha de la estaca y el tratamiento inductivo, demostrada en el presente estudio, coincide con lo postulado por NANDA *et al* (1971), que la capacidad de enraizamiento está determinada por un equilibrio adecuado entre los factores nutricionales y las sustancias reguladoras presente en la planta madre, y por ende en las estacas que se cosechan de la misma.

Podemos concluir que las estacas obtenidas de plantines juveniles de yerba mate tienen mayor capacidad para formar las raíces en el otoño, seguidas por las estacas cosechadas en primavera, y que el tratamiento inductivo con IBA no aumenta el potencial de enraizamiento. Un porcentaje de enraizamiento del 80%, sin necesidad de aplicación de auxinas exógenas, potencia la transferibilidad de estos resultados a un protocolo operativo para pequeños y medianos viveristas.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo es financiado por el Instituto de la Yerba Mate (INYM) y UNaM.

## BIBLIOGRAFIA

ALCANTARA G. B.; Lopes, F. R., Riouei, H. and Zufellato, R. 2008. Effect of indolbutyric acid (IBA) and the collection of shoots in different seasons of the year on minicutting rooting of *Pinus taeda* L. *Scientia Forestalis Piracicaba* 36:151-156.

ALEGRE, J. C.; Vilcahuaman, L. J.; y Correa, G. 2007. Generacao da curva alometrica para avaliar as reservas de carbono em plantios de erva-mate, no Sul do Brasil. In: Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (33, 19p), Colombo, Brasil; Embrapa Florestas

ALTOÉ J. A, Marinho, C.S.; Terra, M. I. C; Carvalho, A. J. C. 2011. Multiplicação de cultivares de goiabeira por miniestaquia. *Bragantia*; 70(4):801-9.

APARICIO-RENTERÍA A.; Juárez-Cerrillo, S. y Sánchez-Velásquez, L. R. 2014. Propagación por enraizamiento de estacas y conservación de árboles plus extintos de *Pinus patula* procedentes del norte de Veracruz, México. *Madera y Bosques* 20:85-96.

BENNADJ, Z.; Mello, S.; Alfonso, M. 2017. Avances en Multiplicación Vegetativa de Yerba Mate en Uruguay. Actas VII Congreso Sul-Americano da Erva-Mate III Simpósio Internacional de Erva-Mate e Saúde I Feira de Tecnologia na Indústria Ervateira. Erechim, Rio Grande do Sul, Brasil, 16 a 18 de maio de 2017. Pp.: 10.

BITENCOURT, J.; Ribas, K. C. Z.; Wendling, I.; Koeler, H. 2009. Rooting of "erva-mate" (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hill.) cuttings from rejuvenated sprouts. *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*, v. 11, n. 3, p. 277-281.

BRONDANI, G. E.; Araujo, M. A.; Wendling, I.; Kratz, D. 2008. Enraizamento de miniestacas de erva-mate sob diferentes ambientes. *Pesquisa Florestal Brasileira*, n. 57, p. 29-38.

BRONDANI, G. E.; Wendling, I.; Araujo, M. A.; Santin, D.; Benedetti, E. L.; Roveda, L. F. 2009. Composições de substratos e ambientes de enraizamento na estaquia de *Ilex paraguariensis* St.-Hill. *Floresta*, v. 39, n. 1, p. 41-49.

CUQUEL, F. L.; Carvalho, M. L. M.; Chamma, H. M. C. P. 1994. Avaliação de métodos de estratificação para a quebra de dormência de sementes de erva-mate. *ScientiaAgricola*, v. 51, n. 3, p. 415-421.

DENAXA, N. K; Vemmos S. N; Roussos P. A. 2012. The role of endogenous carbohydrates and seasonal variation in rooting ability of cuttings of an easy and a hard to root olive cultivars (*Olea europaea* L.). *Scientia Horticulturae*; 143:19-28.

FERREIRA B. G. A; Zuffellato-Ribas K. C.; Wendling I.; Koehler H. S.; Nogueira A. C. 2010. Miniestaquia de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax com o uso de ácido indol butírico e ácido naftaleno acético. *Ciência Florestal* 20:19-31.

FOWLER, J.A.P. y STURION, J.A. 2000. Aspectos da formação do fruto e da semente na germinação de erva-mate. Colombo: Embrapa Florestas, 5p. (EmbrapaFlorestas. Comunicado Técnico, 45).

FRAGOSO, R. O; Witt N. G. P. M.; Obrzut V. V.; Valério S.; Zuffellato-Ribas K. C.; Stuepp C. A. 2015. Maintenance of leaves and indolebutyric acid in rooting of juvenile Japanese Flowering Cherry cuttings. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*; 10:97-101.

HARTMANN, H. T.; Kester, D. E.; Davies, Jr. F. T. and Geneve, R. L. 2002. *Plant Propagation, Principles and Practices*. 7th ed. Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey. 880 p.

INYM. 2016. Superfície cultivada por Departamentos. <http://www.inym.org.ar/publicaciones/superficie-cultivada-por-departamento/>

MAJADA, J.; Martínez-Alonso, C.; Feito, I.; Kidelman, A.; Aranda, I. and Alia, R. 2011. Mini-cuttings: an effective technique for the propagation of *Pinus pinaster* Ait. *New Forests* 41:399-412.

NANDA, K.K., Jain, M.K., Malhotra, S. 1971. Effect of glucose and auxins in rooting etiolated stem segments of *Populus nigra*. *Physiol. Plant* 24, 387-391.

NIELLA, F.; Rocha, P.; Eibl, B.; Schoffen, C.; Martínez, M.; Conti, P.; Franco, M. Y Ayala L. 2015. Propagación clonal de *Peltophorum dubium* (Caña fistola), *Myrocarpus frondosus* (Incienso), y *Cordia trichotoma* (Peteribi) para su conservación y domesticación. *Revista Forestal Yvyrareta online-www.yvyrareta.com.ar* . Pp.:43-50

NIELLA, F.; Rocha, P.; Eibl, B.; Schoffen, C.; Martínez, M.; Conti, P.; Franco, M. Y Ayala L. 2014. Extendiendo los beneficios de las técnicas de propagación clonal a pequeños y medianos productores como estrategia de conservación y domesticación. 16as Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales 15,16 y 17 de mayo de 2014 FCF – INTA. Pp.: 308-316.

OLIVEIRA, R. J. P; Bianchi, V.J.; Aires, R.F.; Campos, A.D. 2012. Teores de carboidratos em estacas lenhosas de mirtilheiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*; 34:1199-207.

PERCY SALAS, P. y Laviosa, G. 1998. Multiplicación vegetativa de yerba mate por estacas terminales con hojas. *Investigación Agraria*, vol. 2 n° 1.

PIZZATTO, M.; Wagner Júnior, A.; Luckmann, D.; Pirola, K.; Cassol, D., A, Mazaro, S. M. 2011. Influência do uso de AIB, época de coleta e tamanho de estaca na propagação vegetativa de hibisco por estaquia. *Revista Ceres*;58(4):487-92.

RAKOCEVIC, M.; Janssens, M. and Schere, R. 2012. Light responses and gender issues in the domestication process of Yerba Mate, a subtropical Evergreen. Chapter 2. In: *Evergreens*. Nova Science Publishers, Inc. Eds.: Bezerra D. A. and Ferreira T. S. ISBN: 978-61942-177-6.

ROCHA, P.; Niella, F.; Eibl, B.; Schoffen, C.; Martínez, M.; Conti, P.; Franco, M.; Ayala, L. Darío, K.; Thalmyr P.; Ramírez C. y Scherf A. 2015. Desarrollo de protocolos de propagación vegetativa de especies leñosas, nativas y exóticas de la Provincia de Misiones. Congreso Nacional de Viveros Cítricos, Forestales y Ornamentales. Posadas, Misiones 4, 5, y 6 de Agosto de 2015. Pp.: 52-54.

R CORE TEAM. 2017. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org>.

STUEPP, C. A.; Zuffellato-Ribas, K.C.; Wendling I.; Koehler H.S.; Bona C. 2014. Vegetative propagation of mature dragon trees through epicormic shoots. *Revista Bosque*; 35(3):333-41.

STUEPP, C. A.; de Bitencourt, J., Wendling, I.; Soares Koehler, H. and Zuffellato-Ribas, K. C. 2017. Age of stock plants, seasons and iba effect on vegetative propagation of *Ilex paraguariensis*. *Revista Árvore*;41(2):1-7.

TARRAGÓ, J.; Filip, R.; Mroginski, L.; Sansberro, P. (2012) Influence of the irradiance on phenols content and rooting of *Ilex paraguariensis* cuttings collected from adult plants. *Acta Physiol Plant* 34:2419–2424.

WENDLING, I.; Trueman, S. J.; Xavier, A. 2014. Maturation and related aspects in clonal forestry-part II: reinvigoration, rejuvenation and juvenility maintenance. *New Forests*; 1:1-14.

WENDLING, I.; Dutra, L. F.; Grossi, F. 2007. Produção e sobrevivência de miniestacas e minicepas de erva-mate cultivadas em sistema semi-hidropônico, *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 42, n. 2, p. 289-292.

WENDLING, I.; Souza Júnior, L. 2003. Propagação vegetativa de erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire) por miniestaquia de material juvenil. In: Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 3.; Feira do Agronegócio da Ervamate, Chapecó. Anais. Chapecó: EPAGRI.

# DESARROLLO Y APLICACIÓN DE UN MODELO DE ASIGNACIÓN DEL USO DEL SUELO

DEVELOPMENT AND APPLICATION OF AN LAND USE ALLOCATION MODEL

Fecha de recepción: 27/09/2017//Fecha de aceptación: 21/12/2017

## Oscar Arturo Gauto

M.Sc. Profesor de la Universidad Nacional de Misiones. Eldorado - Argentina.

## Julio Eduardo Arce

Doctor en Ingeniería Forestal Profesor de la Universidade Federal Do Paraná. Curitiba - Brasil

## Afonso Figueiredo Filho

Doctor en Ingeniería Forestal Profesor de la Universidade Federal Do Paraná Curitiba - Brasil y de la Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO) Iratí - Pr - Brasil

## Flavio Felipe Kirchner

Ph.D. Universidade Federal do Paraná

## RESUMEN

Un modelo de asignación de uso del suelo basado en Programación Lineal (PL) y en Sistemas de Información Geográfica (SIG) fue desarrollado con el propósito de apoyar a la toma de decisión Argentina. Se aplicó una estructura de "baja integración" o "loose coupling", para la vinculación entre PL y SIG. Con la intención de aplicar el modelo a una situación real, se realizó un diagnóstico socio económico y ambiental de la provincia. Del total de los usos del suelo que actualmente posee la misma, se seleccionó para trabajar: bosques cultivados, yerba mate, te y tabaco por tratarse de actividades representativas. Se plantearon cuatro objetivos básicos de modelado: generación de renta bruta total, generación de empleos, uso de agroquímicos y erosión total de los suelos. Con los datos obtenidos fueron conducidos análisis espaciales de cruzamiento y modelado cartográfico en ambiente SIG; fue construido el modelo de PL y sus resultados visualizados en SIG. Estos resultados demuestran que la PL unido a los SIG son excelentes herramientas de apoyo a la toma de decisión de asignación de uso del suelo, ya

## SUMMARY

A land use allocation model based on Linear Programming (PL) and Geographic Information Systems (GIS) was developed with the purpose of supporting decision making on land use allocation in rural areas in Misiones Province. A "loose coupling" link structure was applied to link between PL and GIS. With the aim of applying the model to a real situation, a socio-economic and environmental diagnosis of the Province of Misiones, Argentina was carried out. From all the land uses that it has at present: planted forests, yerba mate, tea and tobacco, were selected to work with because they are representative. Four basic modeling objectives were proposed: total gross income generation, job creation, use of agrochemicals and total soil erosion. With the data obtained were conducted spatial analysis, overlay maps and cartographic modeling in GIS environment; was constructed the model of PL and its results visualized in GIS. Their results show that PLs linked to GIS are excellent tools to support land use decisions, since they produce realistic results.

que producen resultados realistas.

**Palabras clave:** Asignación usos suelo, SIG, Programación Lineal

**Key Words:** Land use allocation, GIS, Linear Programming

## INTRODUCCION

En los últimos 300 años la población mundial paso de 500 mil a 5.500 millones de habitantes, lo cual implica que cuenta solamente con la novena parte de los recursos naturales de aquel entonces. Este hecho y sus consecuencias direcciona hoy como y con qué propósitos se deben manejar los ecosistemas (SALWASSER, 1994).

El planeamiento territorial debe ser la disciplina que tome el desafío de organizar y dar sostenibilidad al uso de la tierra frente a la creciente demanda poblacional, con el propósito de conducir y transformar el uso del territorio en un sistema equilibrado, capaz de abastecer continuamente con productos y también conservar las diferentes capacidades de los ecosistemas.

STEWART et al. (2004) definieron al planeamiento del uso de la tierra como el proceso de asignar diferentes actividades o usos, a unidades específicas de áreas dentro de una determinada región. Es un proceso complejo y las tomas de decisión deben ser hechas no solamente sobre qué hacer, sino también donde hacer, lo que adiciona aún más complejidad al sistema.

Los aspectos conceptuales sobre planificación de uso del suelo, aunque puede asumir diversas denominaciones, están ampliamente desarrollados en la literatura tal como BARLOWE (1972), SCHEINOWITZ (1983), FAO (1993, 1994, 2001, 2003).

El planeamiento del uso del suelo involucra variables distribuidas territorialmente. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) reemplazaron a la cartografía impresa tradicional desde hace ya más de 50 años e intensivamente podríamos decir en los últimos 20 a 25 años con la disponibilidad de software y hardware de acceso al común de la población.

MALCZEWSKI (2005) definió a los SIG como “un conjunto de herramientas para el ingreso, almacenamiento, recuperación, manejo, análisis y salida de datos espaciales”

El mismo autor describe la evolución de los SIG en tres etapas: la primera, la de sus inicios, en los años 50 a 60 con los avances en la teoría de las ciencias espaciales y la evolución de los hardwares. Con la evolución de los microprocesadores su uso fue evolucionando y quedando disponible para el público general; fueron apareciendo nuevas técnicas como el caso del álgebra de mapas introducido en 1994 por Tomlin de la Universidad de Yale, Estados Unidos, que posibilitó realizar operaciones

entre capas temáticas. Esta parte marco la segunda etapa del desarrollo. Durante la tercera etapa ya los SIG funcionaron en entorno Windows®, los software se hicieron más complejos, más amigables” y de fácil manejo. Los usuarios se expandieron y se inició una etapa de proliferación de datos espaciales. Principalmente se utilizaron con fines de planificación y generación de mapas.

Entre las capacidades de los SIG, ampliamente conocidas, esta su aptitud para realizar análisis integrado de datos espaciales. Los datos contenidos en las capas temáticas son analizados y manejados para obtener informaciones útiles para aplicaciones particulares. (GOODCHILD 1987; TOMLIN 1990; TOMLIN 1994; COLLINS et al. 2001; MALCZEWSKI 2005).

MALCZEWSKI (2005) dice que una de las aplicaciones más útiles de los SIG es en el campo del planeamiento y uso de la tierra.

Si bien los SIG evolucionaron notablemente desde sus inicios hasta nuestros días, sus soluciones no son del todo adecuadas para determinados problemas de modelado y análisis espacial, tal como los problemas de asignación de uso del suelo. Esto fue confirmado por diversos autores como HILFERINK (1999), CROMLEY et al. (1999), AERTS (2002), MALCZEWSKI (2005).

Muchos autores están estudiando el uso de herramientas de análisis y modelado de la asignación de uso del suelo, tal como el análisis multicriterio y multiobjetivo (YALCIN et al. 2002, ASCOUGH et al. 2002, HJORSTO et al. 2001, EASTMAN 2001).

Las técnicas de Programación Lineal (PL) son una excelente alternativa a los métodos de análisis multicriterios. Se destacan los trabajos pioneros utilizando esta última técnica los de RABINGGE y VAN LATESTEIJN (1992), CHUVIECO (1993), HANINKY CROMLEY (1998), AERTS et al. (2002), CAMPBELL et al. (1992), ROETTER et al. (2005).

SALKIN (1975) establece que un modelo de programación lineal es un modelo matemático desarrollado para establecer los valores de un conjunto de variables, buscando maximizar o minimizar una función objetivo lineal, mientras satisface un conjunto de restricciones lineales.

BUONGIORNO y GILLES (1987), dicen que la programación lineal es una técnica general de optimización diseñada para resolver problemas gerenciales complejos. Entre sus primeras aplicaciones fue usada para la toma de decisión en las áreas de la industria, agricultura y del gobierno.

Entre esas múltiples aplicaciones se encuentran los problemas de asignación de uso del suelo, porque en este tipo de problemas se busca

asignar de manera óptima y sostenible el recuso suelo a los diversos tipos de usos posibles en las áreas rurales. Tal como lo afirman Leccese y MCCORMICK (2000) en los problemas de optimización de uso sostenible del suelo los objetivos usualmente son conflictivos/antagónicas y no pueden todos ellos ser satisfechos simultáneamente. Esta situación normalmente se resuelve optimizando un objetivo y colocando los restantes como restricciones o bien por el método de programación por metas.

CROMLEY y HANINK (1999) informan que en los problemas de asignación de uso del suelo que utilizan programación lineal, son resueltos fuera del ambiente SIG. Luego se comunican a través de una interfaz.

GOMEZ y BARREDO (2005) señalan que la vinculación entre las técnicas de modelado con programación lineal para resolver problemas de asignación de usos del suelo y los SIG no son muy fuertes, presentándose como un punto sin vinculación o un “eslabón perdido” en la estructura de tratamiento de los datos de los SIG convencionales.

En la figura 1 se observa la forma de abordaje general cuando se vinculan modelado con PL y SIG. En la etapa denominada “ambiente SIG” los datos espaciales son modelados hasta obtener las variables espaciales derivadas utilizando diferentes procedimientos de análisis y modelado cartográfico. A través de una base de datos y de un gestor de base de datos quedan disponibles para la etapa de modelado de asignación de uso, conforme a la metodología seleccionada. Como ya se señaló esta comunicación aún no está del todo integrada entre los programas de SIG y Programación lineal. El símbolo “¿” simboliza esta necesidad de vínculo.

Según el INDEC (2002), la Provincia de Misiones, Argentina, posee una de las mayores densidades poblacionales del país con 33 habitantes/km<sup>2</sup>. La presión sobre los recursos

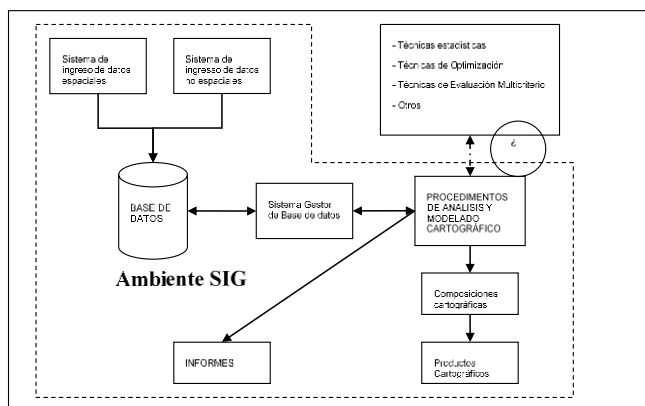
naturales es cada vez mayor en busca de mayores rentabilidades y generación de empleos. Sin embargo no siempre las actividades asignadas a una porción del territorio cumplen con los principios y estándares de la sostenibilidad, desde los enfoques económico, social y ambiental.

Las actividades más importantes de Misiones son las vinculadas a los Bosques Cultivados con especies de rápido crecimiento, la cadena productiva de la yerba mate y, en menor medida, la actividad de cultivo del té y tabacalera. La actividad forestal es una de las más importante y prometedoras, dado que sus productos poseen un mercado mundial en permanente expansión. Cuenta con la ventaja ambiental adicional de tener estructura de bosque que, aunque simplificado y de menor biodiversidad, mantiene y mejora muchos de los servicios ambientales que provee el recurso boscoso nativo original.

Se pretende abordar en el presente trabajo la compatibilidad de conservación de los recursos naturales a la vez de generar actividad económica para satisfacer las necesidades actuales de la población rural.

El objetivo general del trabajo se enfoca en desarrollar un modelo basado en programación lineal y apoyado en los Sistemas de Información Geográfica para asignar usos del suelo que optimicen determinados objetivos económicos, sociales y ambientales. Se aborda el desarrollo de un modelo de optimización de la asignación de uso del suelo vinculado al SIG, que busque maximizar la renta y el empleo generado, minimizando simultáneamente el uso de agroquímicos y la erosión hídrica del suelo.

Complementariamente se pretende desarrollar un procedimiento de integración entre el modelo de programación lineal y el SIG y aplicar el modelo desarrollado a un caso de la economía rural de la Provincia de Misiones.



Fuente: adaptado de GÓMEZ Y BARREDO (2005)

**Figura 1. Estructura de operaciones para el modelado y análisis espacial.**  
**Figure 1. Structure of operations for spatial analysis and modeling.**

## MATERIALES Y METODOS

### Descripción General del Área de Estudio y su Economía

En el presente trabajo se aplica un estudio de caso de la Provincia de Misiones, Argentina, la que se ubica en el extremo noreste de la República Argentina, conforme se indica en la figura 2 (a).

BARLOWE (1972) establece que investigar y estudiar la naturaleza de los problemas y la base de los recursos, constituye la primera etapa en un proceso de planeamiento del uso del suelo.

### Descripción Biofísica y Áreas naturales protegidas

La superficie de la Provincia de Misiones es de 29.457 Km<sup>2</sup>, posee 965.522 habitantes, conforme el Censo Nacional 2001, con 30% de población rural y 70% de población urbana (INDEC, 2002).

El clima es de tipo subtropical sin estación seca, su relieve es quebrado, con mesetas, encajonado entre los dos grandes ríos, el Paraná y el Uruguay, conforme se puede apreciar en la figura 2 (b).

En la misma figura se observa que en el mapa (b), un cordón central de serranías que hace las veces de divisoria de agua y se constituye en naciente de varios arroyos interiores que luego tributan al Rio Paraná desde el lado oeste, o al rio Uruguay desde el lado Este.

LIGIER et al. (1989), dividen a la Provincia en 10 Regiones Naturales de las que se derivan su vez el mapa de aptitudes de uso del suelo que se observa en la figura 3, siguiendo el Sistema Americano de clasificación de suelos.

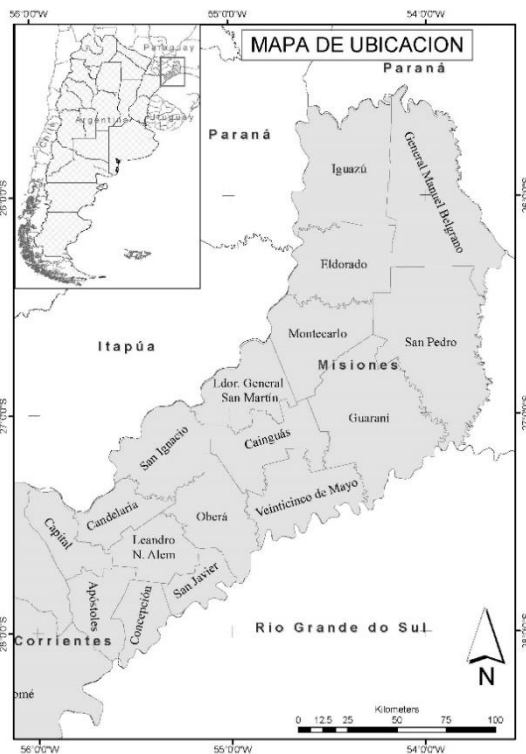
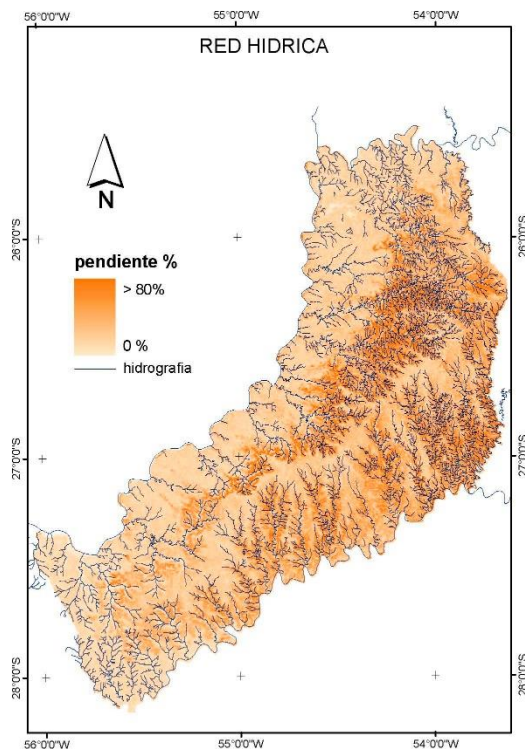
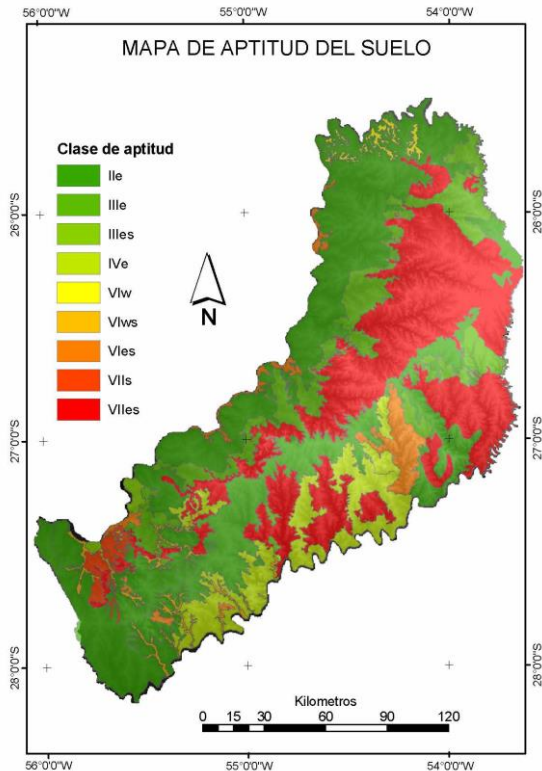


Figura 2. a) Mapa de ubicación  
 Figura 2. a) Location map



b) Mapa de pendientes y red hídrica  
 b) Map of slopes and water supply





Fuente: adaptado de LIGIER et al (1989).

**Figura 3. Clases de aptitud del suelo.**

**Figure 3. Kinds of soil suitability.**

IIe. Apto para todo tipo de cultivo con moderada practica de conservación. Riesgo de erosión hidrica.

IIIe. Con serias limitaciones para cultivos que requieren prácticas de conservación de suelos. Riesgo erosión.

IIIes. Riesgo de erosion y suelos someros.

IVe. Suelos con muy severas limitaciones para cultivos. Requiere muy cuidadoso manejo del suelo. Riesgo de erosión.

VIw. No apto para agricultura y se debe reservar solo para pasturas o vida silvestre, o forestación. Posee limitantes de exceso humedad, o bien suelos muy someros con piedras.

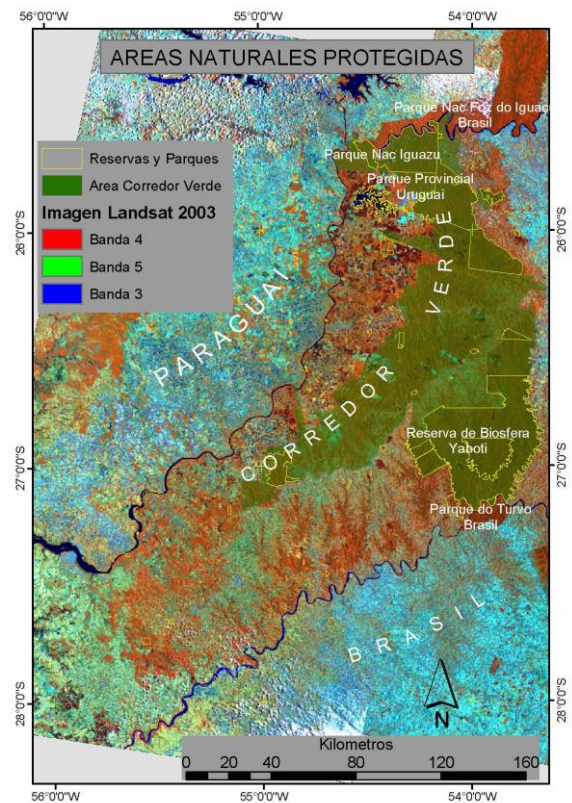
VII. No apto para agricultura. Solo apto para vida silvestre y forestación. Con limitante se piedras y riesgo de erosión.

USDA (1961)

En la figura 3 se aprecia que la clase de suelo IIe que posee muy buenas aptitudes para una gran variedad de cultivos, ocupa 880.658 ha, la clase III ocupa 537.000 ha, haciendo en conjunto 1,41 millones de ha apto para agricultura y forestación. Esta superficie marca un primer techo al uso económico que puede hacerse del suelo. Bajo estrictas medidas de manejo y conservación pueden

ser utilizadas otras 288.000 ha de suelo clase IV, haciendo un total de 1,698 millones de ha aptas para actividades agropecuarias o bien forestal, marcando si se quiere otro punto de crecimiento de las actividades económicas por sobre el cual ya no es posible crecer sin significativos impactos al ambiente.

Por otra parte, desde la década de los 80´ el estado provincial profundizo sus esfuerzos en la conservación de sus bosques naturales utilizando como principal instrumento, la generación de una red de áreas naturales protegidas. Su matriz de conservación, está integrada por parques nacionales, parques provinciales, reservas de uso múltiples, reservas de biosfera y corredores de biodiversidad, interesando una superficie protegida superior a las 500 mil ha, esto es, más de 15% del territorio Provincial, tal como se puede apreciar en la figura 4.



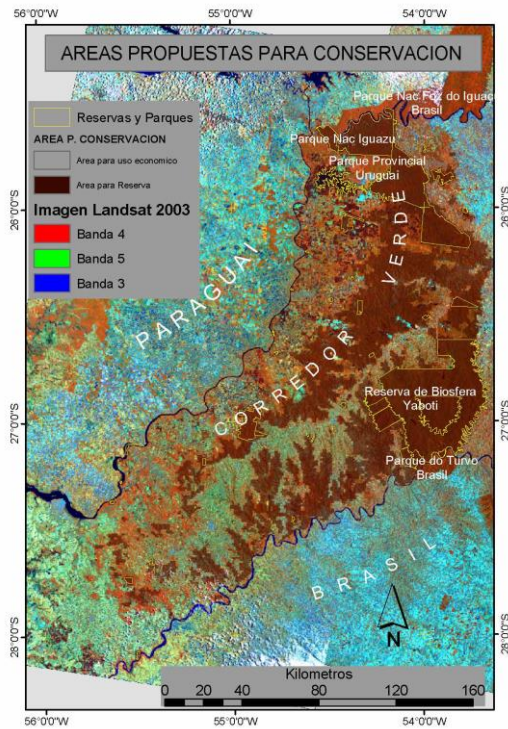
Fuente: propio en base a la red de ares naturales protegidas de Misiones

**Figura 4. Red de Áreas Naturales Protegidas de Misiones**

**Figure 4. Network of Protected Natural Areas in Misiones.**

También, la Provincia posee un importante plexo jurídico forestal ambiental, constituido por leyes, decretos y resoluciones, orientado a la conservación y a la regulación del uso del recurso natural bosque nativo. Entre ellos se cuenta la prohibición de conversión de bosques naturales a

otro tipo de uso, cuando las pendientes del terreno superen el 20% medidos en tramos de 100 m (Ley de la Provincia de Misiones N°854). La aplicación de este último criterio de conservación y las áreas naturales protegidas, exceptuando el “corredor verde”, genera un paisajediferente de conservación, adoptando la forma representada en la figura 6. De la comparación de las figuras 6 y 3, se aprecia que el paisaje de conservación tiene mayor correlación con las aptitudes de uso del suelo y, lógicamente también con la región de actual actividad antrópica.

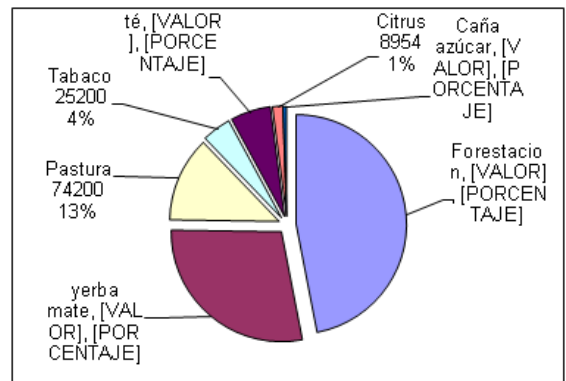


Fuente: propio.  
**Figura 5. Áreas propuestas para conservación.**  
**Figure 5. Areas Proposed for conservation.**

**Actividades productivas de Misiones**

El producto bruto geográfico de la Provincia de Misiones al año 2004, era solo del 1,3% del producto bruto nacional (Dirección Nacional de Programación de Política Económica, Ministerio de Economía, 2004).

Las actividades productivas predominantes son la foresto industria, yerba mate y su cadena, la producción tealera y su cadena industrial, la producción tabacalera, ganado bovino, citricultura, caña de azúcar (INDEC, 2002). En la figura 7 se observa la preponderancia de la actividad forestal, en cuanto a la variable superficie, seguido por la actividad yerbatera, pasturas, tealera y tabacalera.



Fuente: Propia en base a INDEC (2002) y GAUTO (2001)

**Figura 6. Superficie de los cultivos de Misiones**  
**Figure 6. Area of crops of Misiones**

Como bien lo destaca FREAZA (2002) las actividades agrícolas de Misiones poseen la característica de tener cultivos perennes con poca capacidad de reacción ante cambios de mercado (alta inversión inicial y cultivos que no se erradican con facilidad); oferta de materia prima atomizada y demanda concentrada; una porción importante de estos cultivos se realizan solo en la provincia de Misiones; sus mercados objetivos son externos, a excepción de la yerba mate que es para abastecimiento interno del país, y la ganadería que se orienta al autoabastecimiento alimentario de la Provincia. Dadas estas características, estamos frente a economías altamente dependiente de políticas macroeconómicas del país y vulnerables a sus cambios.

La actividad forestal es uno de los principales rubros en la provincia, y según GAUTO (2001) la provincia contaba al año 2001 con 277.564 ha, principalmente de especies del género pinus, araucaria y eucaliptos.

De acuerdo con FREAZA (2002) y lo informado por el Ministerio de Ecología y RNR (2002, información personal) la Provincia de Misiones posee un fuerte complejo industrial de transformación constituido por plantas de pastas celulósicas de transformación química de la madera, industrias de transformación física como aserraderos de diferente grado de tecnificación, fábrica de tableros compensados, como también fábricas de tableros de partículas. Su complejo industrial forestal es uno de los más fuertes del país.

La actividad forestal es la economía más importante de la provincia de Misiones. La renta bruta estimada para el sector para el año 2004, en base a datos facilitados por el Ministerio de Ecología era de 2.075 millones de pesos. Según la misma fuente, el total de mano de obra ocupada en la cadena productiva forestal al año 2002 era de 38.879 personas, incluyendo el sector primario, aprovechamiento e industrialización.

La actividad yerbatera, es otro sector poderoso, y se integra con plantaciones, industrias del secado de la hoja de yerba mate, y molinos que generan el producto final e inclusive su envasado. No existe una información exacta sobre la superficie actualmente plantada, el Censo Nacional Agropecuario (INDEC, 2002) informa la existencia de 167.300 ha, en tanto que el relevamiento realizado por el Ministerio del Agro y la Producción de Misiones (2002) la superficie de yerba mate en Misiones era de 173.354 ha.

Conforme a lo informado por GUNTHER (2001) y MONTESCHIESI (2005, comunicación personal) la estimación de personal ocupado en toda la cadena de producción yerbatera es de 24.658 personas.

Según BERNARDI y PRAT KRICUN (2002) la superficie plantada con té en la Provincia de Misiones era de 41.850 ha, en tanto que el Censo Nacional Agropecuario (INDEC, 2002) estimo en 34.843 ha. Conforme lo establecen los primeros autores, la cantidad de personas ocupadas en el sector es de 12.000 personas con empleos directos en toda la cadena productiva. Estos mismos autores dicen que se trata de una economía fuerte que poseía al 2002 alrededor de 100 industrias de procesamiento de Te en sus distintas modalidades.

FREAZA (2002) dice que se trata de una economía minifundista y con escasa mecanización a excepción de la cosecha y poda. ZANINO (1993) establece que la producción promedio por ha es de 6000 kg de hoja verde, en tanto que FERNANDEZ JARDON et al. (2005) dice que la productividad puede llegar a 25 tn/año si se utilizan buenas variedades, buen manejo y densidades de plantación de 10.000 plantas por ha.

La Provincia de Misiones es la principal productora de tabaco de la Argentina concentrando el 34% de la superficie plantada con 26.992 ha al año 2004, y con una producción total de 29 millones de kg de hoja, con una productividad promedio de 1099 kg de hoja por ha (FET, 2004). Se trata de una actividad sumamente atomizada, con 11.290 productores y promedio de 2,4 ha por productor, distribuyendo notablemente los ingresos en el área rural de la Provincia (ZILOCHI Y MENDOZA, 2004). La actividad se concentra fuertemente en 4 departamentos de Misiones, siendo en el resto la actividad muy menor o inexistente.

En cuanto al perfil socio económico general de las explotaciones, la Provincia presenta un fuerte contraste entre un minifundismo acentuado por una parte, con prácticas culturales poco tecnificadas, y por la otra, explotaciones concentradas en pocas manos con alta tecnificación en las prácticas culturales de las actividades agrícolas y forestales. Existen 27.072 explotaciones agropecuarias de las que el 92% tienen menos de 50 ha, y en el otro

extremo 36 propietarios concentran el 30% de la tierra (INDEC, 2002).

Debido a la importancia que tiene para la economía provincial y considerando el crecimiento que puede experimentar se considera en el presente trabajo a los sectores económicos: forestal, yerba mate, te y tabaco. No obstante, en un próximo trabajo y siempre que se disponga de información confiable se puede ampliar al resto de los sectores que utilizan el suelo como insumo principal.

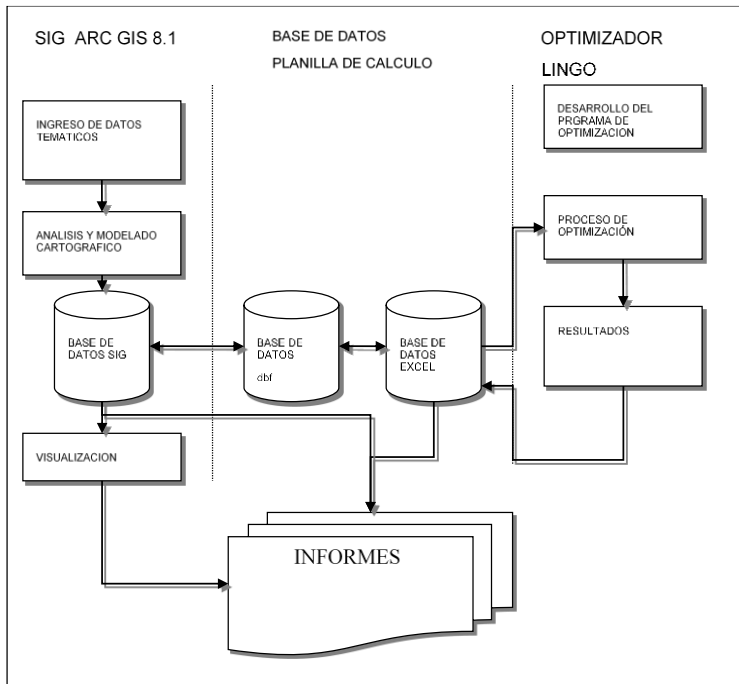
### Modelo de Asignación de Uso del Suelo

El modelo para asignación de uso del suelo desarrollado en el presente trabajo, involucra instrumentos de Programación Lineal (PL) y Sistemas de Información geográfica (SIG). Los SIG permiten utilizar la información geográficamente distribuida y ponerlas a disposición del modelo de PL, la que la utiliza como coeficientes técnicos o bien, como restricciones. Con esta información territorial, el modelo de programación lineal permite buscar valores óptimos de objetivos tal como maximización de empleos generados, minimización de tierra utilizada, y otros. Cada objetivo optimizado implica una configuración diferente de usos del suelo. Los resultados de la optimización son visualizados luego en el Sistema de Información Geográfica para obtener un juicio visual del funcionamiento del sistema.

Como fue señalado en la revisión de literatura uno de los problemas que persiste en la actualidad es la comunicación entre los SIG y los modelos de PL. En este trabajo se utilizó un modelo denominado "baja integración" "loosecoupling" o de baja integración (GOMEZ Y BARREDO, 2005). En la figura 8 se observa el flujo de trabajo del modelo y la comunicación entre sí.

Se utilizaron los software SIG, Arc GIS® 8.1 de ESRI (*Environmental Research Institute*), planilla de cálculo EXCEL® de Microsoft y software de programación lineal LINGO® 7.0 de la empresa Lyndon Systems Inc.

Se ingresan los datos de diversas fuentes, tal como mapas con información georeferenciada, que pueden ser obtenidos de diversas maneras, por extracción de información de sensores remotos, relevamiento con sistema GNSS (*Global Navigation Satellite Systems*), digitalización de información directa en SIG, entre otros. Esta información se homologa pasándola a la misma escala, igual proyección cartográfica, etc. obteniéndose un conjunto de mapas en formato raster y en formato vectorial. A estos efectos se consideró como la mínima unidad de análisis 100 ha, para lo cual se dividió a la provincia en 29.492 celdas abarcando el total del territorio provincial. Esta constituye la base para el análisis de todas las variables del modelo.



Fuente: propio

**Figura 7. Estructura de operaciones y de comunicación en el modelado espacial.**  
**Figure 7. Structure of operations and communication in spatial modeling.**

Los mapas temáticos con sus respectivas georeferencias se colocan en base de datos y quedan disponibles para su procesamiento en el modelo de optimización. Los resultados de la optimización se devuelven a la base de datos con georeferencia desde donde se despliega nuevamente en el SIG para visualizar en cartografía los resultados.

**Variables estudiadas**

Se trabajó sobre las variables/objetivos erosiones hídricas, renta bruta total de cada actividad, uso de agroquímicos y generación de empleos.

Según FERNANDEZ et al. (1989) la degradación de los suelos por la erosión hídrica es una de las causas de disminución de la productividad en todo el mundo. En Misiones, la erosión hídrica de los suelos es una de las principales preocupaciones. LIGIER et al. (1989) construyeron mapas de riesgo erosión hídrica a escala 1:500.000 donde se evidencia con claridad este hecho.

El riesgo de erosión se incorporó como coeficientes técnicos de las funciones del modelo de PL. Para ello se aplicó la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE) descrito en Mitchel (1980), utilizando mapas de aptitud de uso del suelo de Ligier et al. (1989) datos de elevación digital de terreno, conocido como DTM (*digital terrain model*) desarrollado por el programa SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) de la NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), y

técnicas de cruzamiento de mapas en SIG. Resultaron cuatro mapas con sus bases de datos con riesgo de erosión para cada uso posible distribuidos en toda la provincia.

Otra variable bajo análisis es la renta bruta total de la actividad y su cadena productiva. A esta variable se la considera también dependiente de su distribución espacial, dado que tienen influencia la accesibilidad a los mercados y la aptitud de los suelos, entre otras variables de distribución espacial. No se puede considerar entonces a la renta bruta de la producción como una constante para todo el territorio.

Mediante un análisis multiatributo se determinó para cada cultivo un mapa de renta bruta que se utilizó posteriormente en el modelo de optimización. Se trabajó con los valores de renta total de cada tipo de cultivo, mapa de aptitud de suelos conforme describe LIGIER et al. (1989), mapas de rutas, áreas destinadas a reservas y áreas protegidas.

Uso de agroquímicos. El uso total de agroquímicos que se produce por el conjunto de actividades concurrentes en el territorio provincial es otra preocupación frecuente de la población y decisores. Por esta razón se la incluye como uno de variables del modelo. El uso de agroquímicos que tiene cada actividad está relacionado al perfil tecnológico y de manejo que a su vez tiene relación con las características socio-económicas del lugar donde se desarrolla la tarea. Dada la baja disponibilidad de información, en este trabajo se

considera coeficientes de uso de agroquímicos promedio y constantes para cada actividad.

Generación de empleos. Conforme lo establece el INDEC (2002) la provincia de Misiones posee el 30% de su población viviendo en zonas rurales. La generación de empleos a través de la actividad forestal y agraria son objetivos permanentes de políticas públicas. Por esta razón se la incorpora como otro de los objetivos del modelo. Al igual que en el caso de uso de agroquímicos, el uso de mano de obra en cada actividad es dependiente del perfil tecnológico de cada actividad, la que a su vez también depende del perfil socio económico del lugar. También aquí la información disponible es limitada, razón por la cual se tomaron coeficientes para cada actividad como promedio y constantes para todo el territorio.

### Desarrollo del modelo de asignación de usos del suelo por programación lineal

Se desarrollaron en primer lugar cuatro modelos de programación lineal, con la intención de verificar el comportamiento de las variables para cada uno de los objetivos, para finalmente establecer un quinto modelo que englobe a todos los objetivos, cada uno en un nivel preestablecido, buscando en ese contexto minimizar el uso del suelo.

Los modelos propuestos son:

1. Maximización de empleo generado. El modelo busca maximizar el número de empleos asignando a los usos más eficientes en este aspecto, pero manteniendo para cada uso un nivel mínimo de actividad por departamento y un nivel máximo de actividad también por departamento conforme a los valores de crecimiento máximo posible por departamento.

$$MAXZ_1 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^U \text{empleo}_j * x_{ij}$$

Para

$$i = 1, \dots, N \quad j = 1, \dots, U$$

Sujeto a:

$$\sum_{i \in k} x_{ij} > \text{act min}_{jk}, \quad \forall i | i \in k \quad k = 1, \dots, D$$

$$\sum_{i \in j} x_{ij} < \text{acttot}_j \quad \forall i | i \in j, \quad j = 1, \dots, U$$

$$x_{ij} \geq 0$$

$$x_{ij} \leq 100$$

2. Maximización de la renta bruta. Al igual que el caso del modelo 1, en este se busca maximizar la renta total generada en el mismo contexto de restricción de actividad mínima por tipo de uso y por departamento y no superando la actividad total por actividad  $j$ .

$$MAXZ_2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^U \text{VBT}_{ij} * x_{ij}$$

Para

$$i = 1, \dots, N \quad j = 1, \dots, U$$

Sujeto a:

$$\sum_{i \in k} x_{ij} > \text{act min}_{jk}, \quad \forall i | i \in k \quad k = 1, \dots, D$$

$$\sum_{i \in j} x_{ij} < \text{acttot}_j \quad \forall i | i \in j, \quad j = 1, \dots, U$$

$$x_{ij} \geq 0$$

$$x_{ij} \leq 100$$

3. Minimización de uso de agroquímicos. En este modelo se pretende utilizar el mínimo posible de agroquímicos, dentro del mismo nivel de manejo para cada uso del suelo. Las restricciones tienen que ver con mantener un mínimo nivel aceptable de actividad por uso y departamento. El techo (o máximo nivel) admisible de actividad por tipo de uso pasa a ser una restricción redundante dado que el modelo por su tipo normalmente buscara minimizar el nivel de actividad.

$$MINZ_3 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^U \text{agrqco}_j * x_{ij}$$

Sujeto a:

$$\sum_{i \in k} x_{ij} > \text{act min}_{jk}, \quad \forall i | i \in k \quad k = 1, \dots, D$$

$$x_{ij} \geq 0$$

$$x_{ij} \leq 100$$

4. Minimización de la erosión total. Es un tipo de modelo similar al modelo 3, de minimización de impacto y actividad. Valen las mismas observaciones para las restricciones.

$$MINZ_4 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^U \text{ero}_{ij} * x_{ij}$$

Sujeto a:

$$\sum_{i \in k} x_{ij} > \text{act min}_{jk}, \quad \forall i | i \in k \quad k = 1, \dots, D$$

$$x_{ij} \geq 0$$

$$x_{ij} \leq 100$$

5. Minimización del uso del suelo. Utilizando los valores de los objetivos obtenidos de los modelos 1 a 4, se formula un nuevo modelo buscando utilizar la menor superficie posible dentro de parámetros mínimos de actividad, generación de empleo y renta bruta y

$$MINZ_5 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^U x_{ij}$$

$$\sum_{i \in k} \sum_{j \in u} x_{ijk} > act \min_{jk},$$

$$\forall i | i \in k, u \ k = 1, \dots, D, \ j = 1, \dots, U$$

$$\sum_{i \in j} x_{ij} < acttot_j \quad \forall i | i \in j, \ j = 1, \dots, U$$

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^U VBT_{ij} * x_{ij} \geq 6.857.813.400 \quad \forall i \ y \ \forall j$$

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^U empleo_j * x_{ij} \geq 134.115 \quad \forall i \ y \ \forall j$$

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^U agrqco_j * x_{ij} \leq 1.838.992 \quad \forall i \ y \ \forall j$$

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^U ero_{ij} * x_{ij} \leq 6.000.000 \quad \forall i \ y \ \forall j$$

$$x_{ij} \geq 0$$

$$x_{ij} \leq 100$$

Se describe a continuación las variables, coeficientes y objetivos del modelo de programación lineal.

$x_{ij}$  celdas o variables de decisión con la asignación del  $j$ -ésimo uso a la  $i$ -ésima celda 29.492 celdas y cuatro tipos de usos posibles,  
 $i$  variando de 1 a N celdas  
 $j$  variando de 1 a U usos

Algunos niveles de actividad están dados por departamentos entonces el subíndice  $Kasume$  valores que van de 1 a 17 departamentos existentes en Misiones.

Uso de Agroquímicos  $agrqco_j$

Generación de empleo  $empleo_j$

Renta bruta total  $VBT_j$

Erosión  $ero_j$

Actividad mínima requerida por departamento y para cada uso  $actmin_{jk}$

Actividad máxima total por usos  $acttot_j$

Los modelos quedaron con 117.968 variables de decisión, 68 restricciones de actividad mínima, 4 restricciones de actividad máxima, uno por cada uso y, 58.984 restricciones de celdas. Fueron resueltos en el software LINGO ® v7.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las actividades mínimas requeridas por el modelo ( $actmin_{jk}$ ) para cada uso y departamento se extrajo de la distribución actual por departamento según el Censo Nacional Agropecuario del 2002 (INDEC 2002) y cuyos valores se observan en la tabla 1.

En la tabla 1, están los valores de actividad máxima para cada uso, empleo generado en la cadena productiva para cada uso, demanda de agroquímicos para cada uso. Estos valores se obtienen a partir de información obtenida de COLCOMBETY GUNTHER (2006), GUNTHER et al. (2001), GTZ (1981), ZANINO (1993), FREAZA (2002), INDEC (2002), MINISTERIO DEL AGRO Y LA PRODUCCION MISIONES (2002), GAUTO (2001), FERNANDEZ JARDON (2005), INYM (2006).

La primera fila de la tabla 2, actividad máxima por usos, es una estimación de la superficie hasta donde se estima que potencialmente puede crecer la actividad sin colisionar con cualquiera de las otras, y es el resultado del análisis de la disponibilidad de suelos aptos para uso agrícola y forestal y de las propias de cada actividad.

En la misma tabla están los valores de los coeficientes técnicos para las funciones de empleo, considerando la cadena productiva total para cada actividad y la demanda o uso de agroquímicos con base anual.

Los coeficientes técnicos de las funciones de valor de renta bruta total y de la erosión de suelo para cada uno de los cuatro usos posibles que fueron construidos con base espacial fueron colocados en la base de datos para acceso directo por el software de PL al momento de resolver los modelos.

En la tabla 3 se observan los resultados de asignación de superficie por cultivo de cada uno de los modelos para los objetivos planteados.

Tabla 1. Superficies mínimas de actividad para cada uso por departamentos.

Table 1. Minimal surfaces of activity for each use in each department.

DEPARTAMENTO	SUPERFICIES MÍNIMAS DE ACTIVIDAD en ha ( <i>actmín<sub>ij</sub></i> )			
	BOSQUES CULTIVADOS	YERBA MATE	TE	TABACO
Concepción	15491	6128	23	3
Montecarlo	19841	5578	420	2
San Pedro	14227	6556	839	1405
Guaraní	14578	9970	2678	7568
Caingás	17128	17748	10010	3036
Ldr. General San Martín	27551	10440	732	314
Candelaria	5614	1319	7	32
Eldorado	28834	7888	9	0
San Javier	7152	3761	563	1095
Leandro N. Alem	10193	8653	1501	1733
General Manuel Belgrano	7419	12886	229	2872
Iguazú	124640	4317	151	42
Oberá	24619	29296	13117	921
Apóstoles	6522	16583	798	8
Capital	10646	2022	0	0
San Ignacio	26404	19161	2140	132
25 de Mayo	11072	4997	1628	6095

Fuente: propio en base a datos de INDEC (2002)

Tabla 2. Limitantes y coeficientes técnicos de las funciones de PL.

Table 2. Limitations and technical coefficients of functions from PL.

FUNCION OPTIMIZADA	COEFICIENTES TECNICOS			
	BOSQUES CULTIVADOS	YERBA MATE	TE	TABACO
ACTIVIDAD MAXIMA POR USOS (ha) ( <i>acttot<sub>i</sub></i> )	800.000	300.000	70.000	300.000
EMPLEO EN LA CADENA PRODUCTIVA (personas/ha) ( <i>empleo<sub>i</sub></i> )	0,133	0,142	0,140	0,586
DEMANDA DE AGROQUIMICO(kg/ha/año) ( <i>agrqco<sub>i</sub></i> )	0,30	3,37	0,7	8,7

Fuente: propio

Tabla 3. Resultados en superficie asignada en ha, de los modelos 1 a 4 de PL

Table 3. Results in assigned surfaces in ha of the models 1 to 4 of PL.

FUNCION OPTIMIZADA	SUPERFICIE POR CULTIVO				TOTALES
	BOSQUES CULTIVADOS	YERBA MATE	TE	TABACO	
1. MAXIMO EMPLEO	700.000	300.000	70.000	30.000	1.100.000
2. MAXIMA RENTA TOTAL	700.000	300.000	70.000	30.000	1.100.000
3. MINIMIZACION USO AGROQUIMICOS	371.928	167.300	34.843	22.256	599.328
4. MINIMIZACION EROSION SUELO	371.928	167.300	34.843	25.256	599.328

Fuente: propio

Como es de esperar, en los problemas de maximización, sea de empleo o bien de renta bruta total, funcionan las restricciones de actividad máxima para acotar el crecimiento de la superficie total utilizada. En ambos modelos de maximización de objetivos la superficie total asignada es de 1.100.000 ha.

En los dos modelos de minimización funcionan las restricciones de actividad mínima para cada uso y en este caso ambos modelos (el 3 y 4) la superficie total asignada es de 599.328 ha.

En la tabla 4 se muestran los valores de las variables de interés en la asignación de los usos del suelo, como resultado del funcionamiento de los cuatro modelos propuestos.

Se aprecia con claridad el impacto y la importancia en la configuración espacial de la asignación de usos, de los coeficientes que también están especializados tal como la renta bruta y la erosión.

Comparando los dos primeros modelos, maximización de empleo y maximización de renta total, se aprecia una diferencia importante en el valor de la renta bruta, debido a que el segundo modelo asigna espacialmente los sitios más aptos conforme a este criterio de renta, en tanto que en el primer modelo la distribución espacial no es tenida en cuenta. Lógicamente, esto se refleja también en un mayor grado de erosión total del suelo al ser diferentes las configuraciones espaciales.

Comparando los modelos 3 y 4, ambos de minimización, también aquí se aprecia la decisiva influencia de los coeficientes con configuración espacial, en este caso la erosión. Se observa una enorme diferencia en la erosión total obtenida en el modelo 3, con 13.388.194 tn de suelo erosionado, y el modelo 4 (recordar aquí que el coeficiente de la función objetivo es la erosión para cada uso en cada celda de 100 ha) donde la erosión total disminuye a 2.005.025, casi siete veces. Sin embargo esta reconfiguración obtenida por el modelo 4 no afecta significativamente a la otra variable con configuración espacial, renta bruta total, la que disminuye levemente.

Esto mismo se aprecia en los mapas (a) y (b) de la figura 8 donde el modelo 1, cuya configuración espacial se observa en el mapa (a), no sigue ningún patrón espacial de asignación.

Sencillamente, el modelo resuelve celda por celda sin tener en cuenta esta configuración porque no tiene ningún condicionante (esto es coeficientes espacializados); en el modelo 2 cuya configuración de asignación de usos se observa en el mapa (b) de la figura 8 se ve que la configuración espacial sigue una lógica correlacionada al territorio dado que aquí tiene influencia el coeficiente de la renta bruta, que tiene distribución espacial.

En los mapas (c) y (d) de la figura 8, también se observa el mismo fenómeno y la influencia aquí en una mejor configuración espacial del modelo de minimización de la erosión, cuyos coeficientes tienen configuración espacial.

A la luz de estos resultados, se puede afirmar que es decisivo considerar la influencia de la ubicación territorial de las distintas variables que se considerara en cada modelo de asignación de uso del suelo. La mayor parte de las variables que se consideran en los modelos de asignación de usos están geocorrelacionadas y este aspecto se debe reflejar en los modelos.

Por otra parte queda evidenciado la importancia y efectividad de la optimización, es decir, la maximización o minimización de determinados objetivos en la asignación de uso del suelo. Ese es el caso de la erosión o la renta bruta total, cuando se minimiza la primera o se maximiza el segundo.

El recurso tierra se convirtió en todo el planeta en un recurso escaso, y más aún en aquellas regiones, como en la Provincia de Misiones, con alta densidad poblacional. En Misiones las actividades que compiten por el uso del suelo están orientadas a la conservación por una parte y a la producción por la otra. Esta argumentación lleva a la necesidad de minimizar el uso de la tierra en actividades económicas para dar mayores oportunidades a la conservación, y a la vez cumpliendo con el desafío de mantener o aumentar el número de empleos, los ingresos y con un nivel ambientalmente aceptable de uso de agroquímicos y generación de erosión como producto de la actividad agrícola y forestal.

En ese entendimiento, y a partir de los modelos que optimizaron objetivos en los modelos 1 a 4, se genera un quinto modelo, que busca minimizar el uso del suelo dedicado a las actividades agrícolas y forestales buscando obtener niveles preestablecidos de empleo, renta bruta, uso de agroquímicos y erosión.

Las metas que se proponen en el nuevo modelo, son obtener un aumento en la renta bruta total del 50% en relación al nivel actual (4,5 billones de pesos); se pretende también la ocupación plena de la población rural estimada por el Censo Nacional Agropecuario en 134.115 personas (INDEC 2002); se busca limitar la pérdida de suelos por erosión hasta 6.000.000 tn al año compatible con su tasa de generación anual estimada en 0,9 kg/año (MITCHEL *et al* 1980) y el uso de agroquímico al doble del valor de uso de agroquímicos obtenido por el modelo 3.

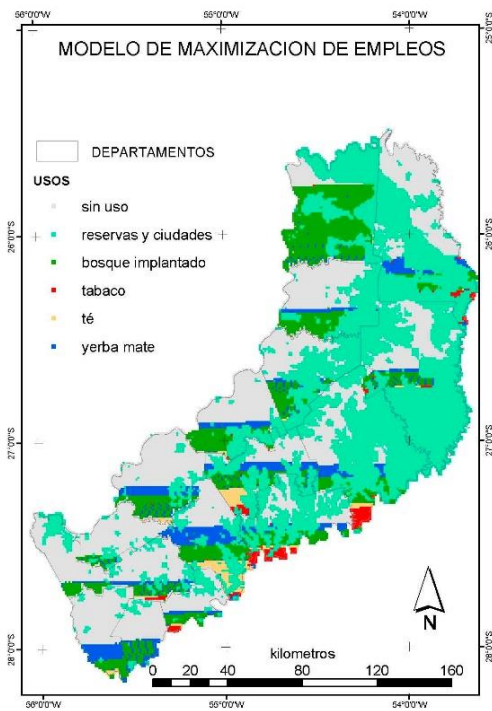


**Tabla 4. Valores asumidos por las variables en la resolución de los modelos de PL 1 a 4.**  
**Table 4. Values assumed by variables in the resolutions of the models of PL 1-4.**

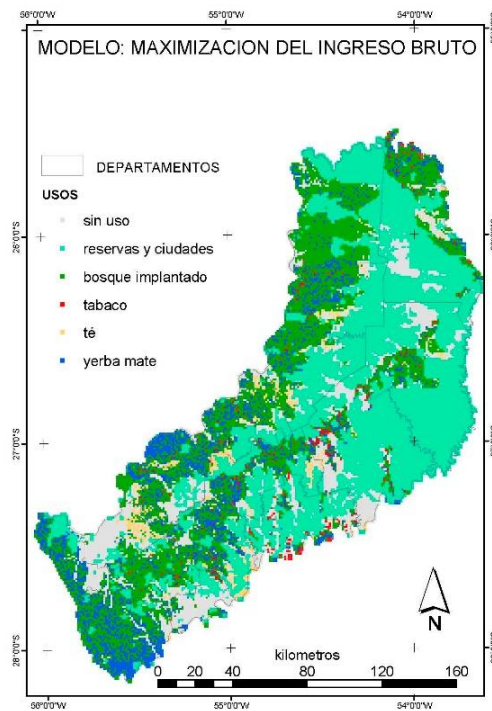
FUNCION OPTIMIZADA	SUPERFICIE (ha)	IMPACTO EN LAS VARIABLES DE INTERES			
		RENDA BRUTA TOTAL(\$)	AGROQUIMICO (kg)	EMPLEO (individuos)	EROSION (tn)
MAXIMO EMPLEO	<b>1,100,000</b>	5,953,084,540	1,531,000	<b>163,085</b>	21,386,094
MAXIM. RENTA BRUTA TOTAL	<b>1,100,000</b>	<b>6,800,870,390</b>	5,017,223	163,085	23,821,247
MIN AGROQUIMICO	<b>599,328</b>	3,282,068,590	<b>919,496</b>	93,054	13,388,194
MIN EROSION	<b>599,328</b>	3,276,084,640	919,496	93,054	<b>2,005,025</b>

Fuente: propio

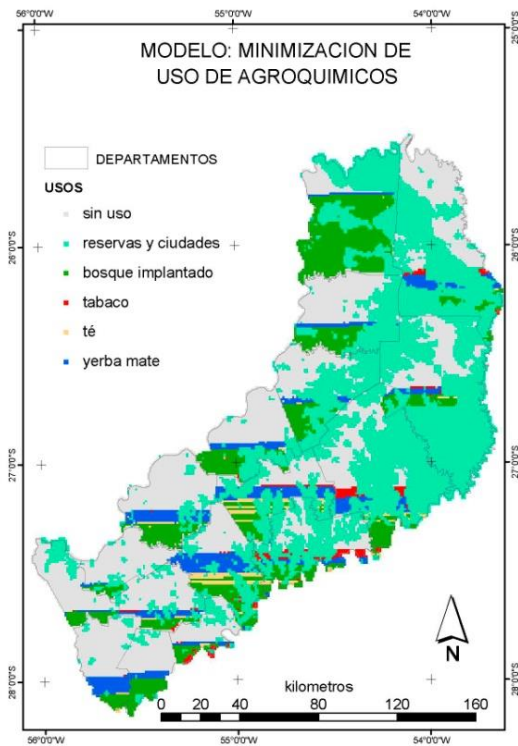
a) Mapa de Max empleo



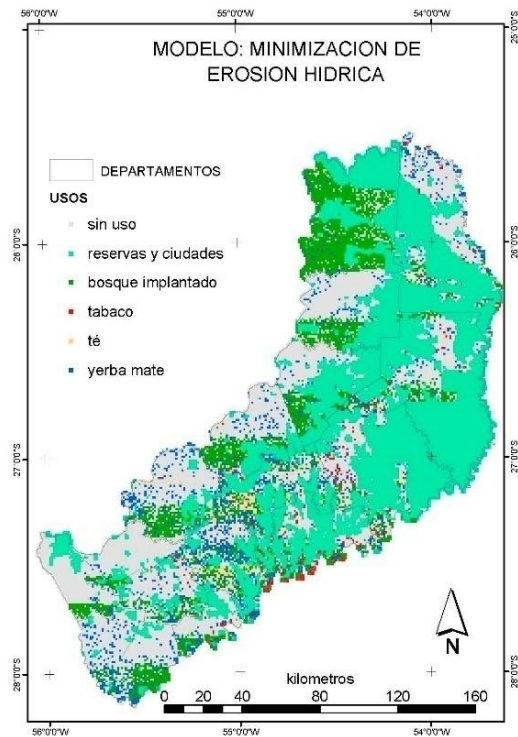
b) Mapa de Max Renta Bruta



a) Mapa de Min agroquímicos



b) Mapa de Min erosión



Fuente: propio

**Figura 8. Visualización espacial de los resultados de los modelos de optimización de 1 a 4.**

**Figure 8. Spatial visualization of optimization models results from 1 to 4.**

Los resultados de la asignación de superficies por departamentos se observa en la tabla 5. El modelo asignó un total de 1.088.292 ha a las actividades de bosques cultivados, yerba mate, té y tabaco; alrededor de 500.000 ha más de la superficie que la suma de dichos cultivos ocupan actualmente. Esto generó renta bruta total para la cadena productiva de \$6.857.813.400, con 159.288 empleos generados, uso de agroquímicos de 1.473.574 kg y 6.000.000 tn de tierra erosionada. Se observa el cumplimiento de todas las restricciones del modelo, siendo la más restrictiva la erosión, la que se produce en el máximo admitido.

De todos los usos posibles los bosques cultivados son los que más ganan en superficie, 728.193 ha (superficie mínima de actividad es de 371.928 ha), debido a su nivel de renta bruta que supera al té y al tabaco, y también es una buena opción en cuanto a la menor cantidad de uso de agroquímicos y erosión. En el resultado hay una ganancia significativa también en yerba mate, con 300.000 ha asignada. El mínimo admitido por el modelo es de 167.300 ha (tabla 2).

En cuanto a las actividades de Té y Tabaco, ambos se mantienen en el mínimo para la actividad. El Tabaco, es penalizado por su alto nivel de uso de agroquímicos y efecto erosivo del suelo, que su mayor ganancia en generación de empleo no

alcanza a compensar. Probablemente si los techos de crecimiento en superficie para forestación y yerba mate fueran menores, la superficie de tabaco podría incrementarse, a fin de alcanzar el objetivo de empleo generado. En tanto que el té no posee coeficientes atractivos ni de renta bruta generada como tampoco de empleo (tabla 5) por lo que se mantiene en su nivel mínimo requerido.

En relación a la distribución espacial de la asignación de usos, en la figura 9 se observa su configuración final. Cada uso ocupa una distribución uniforme en las áreas de mejores aptitudes habilitadas por el modelo, con mezcla razonable de usos, es decir, no se generan bloques excluyentes de usos. Esta distribución obedece al condicionante de la restricción actividad mínima por departamento y para cada uso. Sin embargo como no se impuso una restricción de máxima actividad por departamento y uso, algunos usos como el forestal adquieren mayor ocupación en algunos departamentos como se observa en la figura.

Como las superficies finales de bosques cultivados y yerba mate casi duplican a sus valores actuales estos usos, lógicamente ocupan todo el territorio útil.

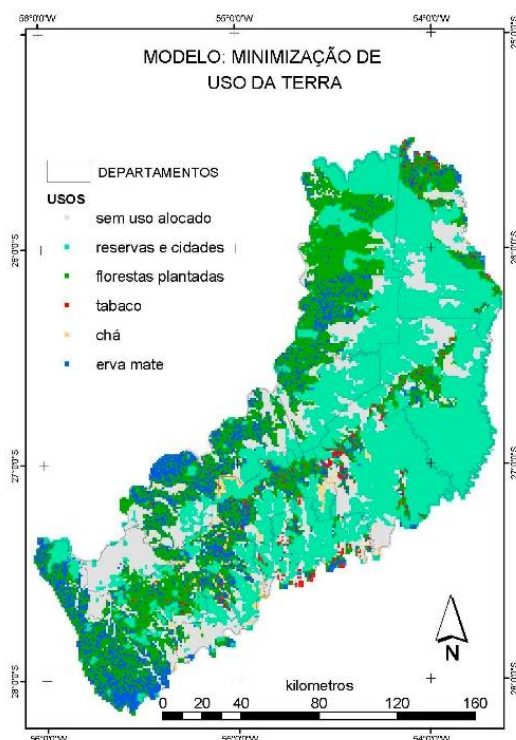
Se destaca también que las áreas ocupadas son las de mejores aptitudes de suelo conforme lo descrito en la figura 3.

**Tabla 5. Asignación de superficies por uso como resultado del modelo 5 (minimización del uso de la tierra) de PL.**

**Table 5. Mapping of surfaces by use as a result of the PL model 5 (minimization of the use of the land).**

DEPARTAMENTO	SUPERFICIE POR USO (ha)				TOTAL
	FLORESTA PLANTADA	TABACO	CHA	ERVA MATE	
Veinticinco de Mayo	11,072	6,095	1,628	4,997	23,791
Concepción	30,700	3	23	24,497	55,223
Montecarlo	40,800	2	420	11,298	52,520
San Pedro	33,939	1,405	839	6,556	42,739
Guaraní	18,562	7,568	2,678	9,970	38,778
Cainguás	38,416	3,036	10,010	17,748	69,210
Libertador Gral San Martín	52,200	314	732	24,429	77,675
Candelaria	10,800	32	7	3,068	13,907
Eldorado	69,391	0	9	29,500	98,900
San Javier	7,152	1,095	563	3,761	12,570
Leandro N. Alem	54,513	1,733	1,501	8,653	66,400
General Manuel Belgrano	53,543	2,872	229	12,886	69,529
Iguazú	124,640	42	151	7,619	132,451
Oberá	45,566	921	13,117	29,296	88,900
Apóstoles	54,739	8	798	36,455	92,000
Capital	27,900	0	0	25,100	53,000
San Ignacio	54,260	132	2,140	44,168	100,700
<b>TOTALES</b>	<b>728,193</b>	<b>25,256</b>	<b>34,843</b>	<b>300,000</b>	<b>1,088,292</b>

Fuente: propio



Fuente: propio

**Figura 9. Mapa de distribución de usos con la aplicación del modelo 5, minimización del uso de la tierra.**  
**Figure 9. Map of uses distribution with the application of model 5, minimization of the use of land.**

## CONCLUSIONES

De los resultados del presente trabajo, se concluye que el estado actual de los Sistemas de Información Geográfica permiten modelar con eficacia las variables geográficas que influyen en la asignación del uso del suelo mediante técnicas de modelado y, por lo tanto, se constituyen en herramientas aptas para trabajar con problemas de asignación de usos del suelo.

Es importante entender y capturar en el modelado, la distribución espacial de las variables y relacionarlos con los usos posibles del suelo. Quedo demostrado, la configuración, poco lógica, que toma en el territorio los usos del suelo cuando no son utilizadas en el proceso de optimización variables con geoposición.

El estudio de caso desarrollado en este trabajo demostró que la programación lineal unido a los sistemas de información geográfica en un solo modelo, es una excelente herramienta para resolver problemas de asignación de usos del suelo que buscan múltiples objetivos, como la minimización de uso del suelo pero manteniendo niveles aceptables de empleo, generación de renta y con niveles conocidos y limitados de usos de agroquímicos e impactos conocidos de erosión del suelo. Unido a coeficientes técnicos adecuadamente construidos y con datos de calidad, ofrecen escenarios muy realistas para la asignación del uso del suelo.

El sistema denominado de baja integración entre el SIG y el Software de Programación lineal desarrollado y utilizado en este trabajo vinculó con la suficiente eficiencia ambos programas computacionales, permitiendo utilizar los datos generados en los SIG en el modelo de PL y posteriormente visualizar los resultados del modelo en un mapa. Sin embargo, debería avanzarse hacia sistemas de mayor integración a través de la programación o macros especiales que permitan un manejo más "amigable".

La asignación de usos de una unidad fraccionada es uno de los problemas cuya solución los vienen estudiando varios autores (AERTS et al., 2002, STEWART et al. 2004, CHUVIECO, 1993 y otros autores). La asignación fraccionada es una característica de la programación lineal porque trabaja con variables continuas. En los cinco modelos desarrollados en este trabajo, ese problema se presentó de manera muy limitada que puede considerarse despreciable, dado que en un conjunto de 29.492 celda solo 20 presentaron respuesta fraccionada.

Los coeficientes técnicos construidos y utilizados en el modelo, aunque de carácter general, mostraron ser muy eficientes al momento de comparar ventajas y desventajas de las diferentes actividades económicas que ocurren en el territorio.

Cuando los coeficientes fueron construidos en base a la posición en el territorio, esto es en base a las celdas, los resultados adoptan una distribución espacial más realista, como es de esperar.

Análisis de mayor profundidad sobre los coeficientes y las variables que lo explican e incorporar el aspecto espacial en todos ellos. También es necesario ampliar e incorporar nuevos coeficientes y reglas de decisión que permitan reflejar las cuestiones de vecindad entre usos en el modelo.

El arreglo final de las áreas de conservación mostraron un ordenamiento diferente a la matriz actual de conservación de la provincia debido a que el criterio básico de conservación también es diferente.

La actividad de bosques cultivados se presenta como una de las mejores actividades desde el análisis de los cuatro criterios (empleo, renta, agroquímicos, erosión) seleccionado. Es de esperar similar comportamiento de esta actividad en relación a otros vinculados a la socio-economía y al ambiente.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento especial a la Universidade Federal Do Paraná, a su personal docente y no-docente, y compañeros de estudio, que me recibieron durante los años 2002 a 2006 para realizar curso de Doctorado en Ingeniería Forestal y donde se desarrolló esta investigación.

A la CAPES Brasil (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal ao Nível Superior) por el financiamiento del presente trabajo mediante beca de Doctorado.

A la Universidad Nacional de Misiones por el apoyo institucional brindado.

## BIBLIOGRAFÍA

AERTS; J.C.J.H.; Erwin, E.; Heuvelink, G.B.M.; Stewart, T.J. Using Linear Programming for Multi Site Land Use Allocation. *Geographical Analysis*. 35 148 – 169 . 2002.

AERTS; J.C.J.H.; Erwin, E.; Heuvelink, G.B.M.; Stewart, T.J. 2002. Using Linear Programming for Multi Site Land Use Allocation. *Geographical Analysis*. 35, pp 148 – 169 .

ASCOUGH, J.C., Rector, H.D., Hoag, D.L., Mac Master, G.S., Vandenberg, M.J., Shaffer, M.A., Weltz, M.A., Ahjua, L.R. Multicriteria Spatial Decision Support Systems: Overview, applications, and Future Research Directions. *Environmental*. In AE RIZZOLI e AJ JAKEMAN

(Eds) Integrated Assessment and Decision Support Proceedings of the 1<sup>st</sup> biennial meeting of the IEMSS, June 2002, Lugano, Suiza. Vol3 pp 175-180.

BARLOWE R. Land Resource economics. The economics of real property. 2<sup>nd</sup> Ed. Prentice Hall Inc. New Jersey. 1972.

BARLOWE R. 1972. Land Resource economics. The economics of real property. 2<sup>nd</sup> Ed. Prentice Hall Inc. New Jersey. xxx pp.

BUONGIORNO, J.; Gilles, J.K. Forest Management and Economics. A Primer in Quantitative Methods. Macmillan Publishing Company. New York. 285 p. 1987.

BERNANRDI DE, L.A. DE; Prat Kricun, S.D. Diagnóstico de la Región Tealera. 2002. INTA. Estación Experimental Cerro Azul. Misiones.

CAMPBELL, J.C.; Radke, J.; Gless, J.T.; Wirthshafter, R.M. An application of linear programming and geographic information systems: cropland allocation in Antigua. Environment and Planning 24: 535 – 549. 1992

CHUVIECO, E. Integration of linear programming and GIS for land use modeling. International Journal of Geographical Information Systems. 1993. 13p.

COLCOMBET, L., Gunther, D. Coeficientes técnicos para calculos de costos de forestación. INTA(Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) EEAA Montecarlo. 2006

COLLINS, M.G.; Steiner, F.R.; Rushman, M.J. Land Use Suitability Analysis in the United States: Historical Development and Promising Technological Achievements. Environmental Management. Issue 5 10p. 2001.

CROMELY, R.G., Hanink, D.M. Coupling land use allocation models with raster GIS. Geographical Systems. 1 : 37 – 53. 1999.

DIRECCION NACIONAL DE PROGRAMACION ECONOMICA REGIONAL. Ministerio de Economía de Argentina. Misiones: Panorama Económico Provincial. Buenos Aires. 2004. 13 pp.

DIRECCION NACIONAL DE PROGRAMACION ECONOMICA REGIONAL. Ministerio de Economía de Argentina. El complejo forestal en el desarrollo regional. El caso de las Provincias de Misiones y Corrientes. Buenos Aires. 2004.4p

EASTMAN, J.R. The Evolution in Modelling Tools in GIS. 2001. Directions Magazine: [www.directionsmag.com](http://www.directionsmag.com). Acceso Marco 2006

FAO. Guidelines for land-use planning (Vol. 1). 1993. Food & Agriculture Org

FAO. Directrices sobre la Planificación del Aprovechamiento de la Tierra. Colección FAO: Desarrollo 1. 1994. FAO, Roma, Italia.

FAO. Programación lineal para la elaboración de escenarios óptimos de uso de la tierra. Proyecto Regional Información sobre tierras y aguas para un desarrollo agrícola sostenible. 2001. Santiago, Chile.

FAO. Evaluación de tierras con metodologías de FAO. Proyecto Regional “Ordenamiento Territorial Rural Sostenible”. 2003. Santiago, Chile. 26p.

FERNANDEZ JARDON, C.M.; Martinez Carlos, Y.; Gutawski, R.S.; Martos, M.S.; Dakun, M.C. La cadena empresarial del té en Misiones: un enfoque estratégico. Universidad Nacional de Misiones y Universidad de Vigo España. Posadas, Misiones. 2005. 59p.

FERNANDEZ, R., Castello, L.M., Olerly H. 1989 Estimación de la erosionabilidad de los suelos del norte de la Provincia de Misiones. Revista Ciencia del Suelo v7 pp

FONDO ESPECIAL DEL TABACO. Anuario Estadístico campaña 2002/2003. SAGPyA. Buenos Aires 2005. 103 p.

FREAZA, M.A. Economía de Misiones: Aspectos y Actividades Relevantes. Editorial Universitaria de Misiones. Posadas. 2002. 234 p

GUNTHER, D.; Correa, G.M. Zonas agroeconómicas homogéneas y sistemas de producción predominantes para productores que integran cambio rural en la Provincia de Misiones. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación experimental Cerro Azul Misiones. 1999. 46p.

GAUTO, O. A. Informe del Inventario Provincial de Bosques Implantados 2001. Presentado en seminario a las autoridades del Ministerio de Ecología, Recursos Naturales Renovables de la Provincia de Misiones. Posadas, Diciembre de 2001.

- GOMEZ DELGADO, M., Barredo Cano, J.I. Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio. 2ª ed. Alfaomega – Ra – Ma. México. 2005.
- GOODCHILD, M. Towards an enumeration and classification of GIS functions. NASA Washington DC. 1987. 10p.
- GTZ. Manual para la Agricultura en la Provincia de Misiones. Parte III. Elementos Micro y Macroeconómicos para la planificación en la Agricultura. 1981. Posadas. Misiones
- GUNTHER, D.F. Caracterización de las explotaciones Tabacaleras de Productores que integran Cambio Rural en la Provincia de Misiones. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Estación Experimental Cerro Azul Misiones. 2001. 13p.
- HANINK, D.M.; Cromley, R.G. Land use allocation in the absence of complete market value. Journal of Regional Sciences. Vol 38, 3. 1998. Pp465-480.
- HILFERINK, M., Rietveld, P. Land use scanner: an integrated GIS based model for long term projections of land use in urban and rural areas. Geographical Systems. 1: 155-177. 1999.
- HJORSTO, C.N., Straede, S. Strategic multiple use forest planning in Lithuania: applying multi criteria decision making and scenario analysis for decision support in an economy in transition. Forest Policy and Economics. 3 : 175 – 188. 2001.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS Y CENSOS. INDEC. Censo Nacional Agropecuario 2002 (CNA 2002). Online [www.indec.gov.ar](http://www.indec.gov.ar). Acceso: Julio, 2006.
- INSTITUTO NACIONAL DE LA YERBA MATE (INYM). Online [www.INYM.org.ar](http://www.INYM.org.ar). Acceso, Agosto, 2006.
- LECCESE, M. and McCormick, K. (Eds.), Charter of the New Urbanism (McGraw – Hill). 2000.
- LINDO SYSTEMS INC. LINGO Users Guide. Chicago. 1999. 536 p.
- LIGIER, H.D., Matteio, H.R., Polo H. Erosión hídrica potencial en la Provincia de Misiones. INTA EEA CORRIENTES Argentina. 1989.
- MINISTERIO DEL AGRO Y LA PRODUCCION MISIONES: Relevamiento Yerbatero. Posadas. 2002. 76 p
- MITCHELL, J.K., Bubenzer, G.D. Erosión de suelos. John Wiley and Sons. New York. 1980.
- MALCZEWSKI, J. GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview. Progress in Planning. 62 3 – 65. 2004.
- MALCZEWSKI, J. Rinner, C. Exploring multicriteria decision strategies in GIS with linguistic quantifiers: a case study of residential quality evaluation. Journal of Geographical Systems. 7 : 249 – 268 . 2005.
- MISIONES. MINISTERIO DE ECOLOGIA RNR y T. Informe del Primer Censo Provincial de Industrias de la Madera. Posadas. 2002.
- RABINGGE, R.; Van Latesteijn, H.C. Long Term Options for Land Use in the European Community. Agricultural Systems 40. 1992. 195 – 210.
- ROETTER, R.P.; Hoanh, C.T.; Alborte, A.G.; Van Keulen, H.; Van Itersum, M.K.; Dreiser, C.; Van Diepen, C.A.; DE Ridder, N.; Van laar, H.H. Integration of Systems Network (SysNet) tools for Regional Land Use Scenario Analysis in Asia. Environmental Modelling & Software. 20: 291 -307. 2005
- SALWASSER, H. Ecosystem Management: Can it sustain diversity and productivity?. Journal of Forestry. p 6-10. August 1994.
- TOMLIN, C.D. Map Algebra: One perspective. Landscape and Urban Planning. 30: 3 - 12. 1994.
- TOMLIN, C.D., Geographical Information Systems and Cartographic Modeling. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ. 1990.
- USDA (United State Department of Agriculture). Land Capability Classification. Agriculture Handbook N 210. 1961.
- SALKIN, H. M. Integer programming. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley, 1975.
- SCHEINOWITZ, A. S. O Planejamento Regional. Salvador, Gráfica Universitaria do Centro Editorial e didático da UFBA. 1983. 318p.
- STEWART, T.J., Janssen, R., Herwiggen, M. A genetic algorithm approach to multiobjective

land use planning. Computers and operations Research. V31 2293 – 2313. 2004.

VAN LATESTSTEIJN H.C. Assessment of future options for land use in the European Community. Ecological Engineering 4 211-222 Elsevier. 1995

YALCIN, G., Akyurek, Z, Multicriteria análisis for flood vulnerable aereas. Online: <http://gis.esri.com/library/userconf/proc04/abstracts/a1097.html>. 2002. Acceso febrero 2005.

ZANINO, L. La actividad tealera en la Provincia de Misiones. Informe al Consejo Federal de Inversiones. Buenos Aires. 1993. 178 p.

ZILOCHI, H.O.; Mendoza, G.G.; Explotaciones Agropecuarias Tabacaleras de la República Argentina: Caracterización en base al Censo Nacional Agropecuario 2002 – Capítulo Misiones. Programa de Reconversión Productiva SAGPyA. Buenos Aires. 2006. 30p.

# ANÁLISIS DE LAS RESISTENCIAS AL CIZALLAMIENTO EN UNIONES DE LÁMINAS DE MADERA ENCOLADAS ENTRE PLANOS TANGENCIALES

ANALYSIS OF SHEAR STRENGTH IN JOINTS OF WOOD GLUED SHEETS BETWEEN TANGENTIAL PLANES

Fecha de recepción: 09/06/2017//Fecha de aceptación: 14/12/2017

## **Yamila Mariel Pereyra**

Ing. en Industrias de la Madera- Facultad de Ciencias Forestales- UNaM., Eldorado-Misiones-Argentina.  
yamilamarielpereyra@gmail.com

## **Adelaida Bragaño**

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

## **Elizabeth Maria Weber**

M.Sc. Tecnología de la madera. Docente de la Facultad de Ciencias Forestales- UNaM. Eldorado-Misiones-Argentina.  
eweber@facfor.unam.edu.ar

## **Elisa Alicia Bobadilla**

M.Sc. Tecnología de la madera. Docente de la Facultad de Ciencias Forestales- UNaM. Eldorado-Misiones-Argentina.  
elisa@facfor.unam.edu.ar

## **Teresa Maria Suirezs**

M.Sc. Tecnología de la madera. Docente de la Facultad de Ciencias Forestales- UNaM. Eldorado-Misiones-Argentina.  
teresuirezs@hotmail.com

## RESUMEN

Este trabajo tuvo como objetivo estudiar el comportamiento de las tensiones de corte en uniones de maderas encoladas de uso estructural entre planos de corte tangencial externo e interno, y el porcentaje de rotura en madera. Para ello se tomaron muestras de vigas laminadas de *Pinus sp.* fabricadas industrialmente y encoladas con adhesivo urea-melamina en una industria del sur de la provincia de Misiones, las probetas para los ensayos fueron elaboradas en el laboratorio de tecnología de la madera de la Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones, posteriormente se las identificó con el número de la viga seguido por el número de probeta y cada lámina fue identificada con una letra. Los ensayos de corte en la línea de adhesivo se realizaron según especifica la norma IRAM 9660-2, en máquina universal de ensayos electromecánica. Con los resultados obtenidos se pudo establecer la existencia de diferencia significativa entre las combinaciones de planos de corte de la madera tangencial interno-tangencial interno y tangencial externo-tangencial externo.

## SUMMARY

This work had as an objective to study the behavior of shear stresses in glued wood joints for structural use between internal and external tangential cutting planes and the percentage of wood failure. To do this, samples of laminated beams of *Pinus sp.* industrially manufactured and glued with Urea-Melamina adhesive in a factory from the south of the province of Misiones were taken. The samples for the tests were made in the wood technology laboratory of the Faculty of Forestry Sciences, and were identified with the beam number followed with the sample number and each sheet was identified with a letter. The shear tests in the adhesive line were made as the IRAM Norm 9660-2 specifies with an electromechanical Universal Testing Machine. It was possible to establish the existence of significant differences between the combinations of wood cutting sections of "tangential internal-tangential internal" and "tangential external-tangential external", with the obtained results.



El porcentaje de rotura en madera fue inferior al valor que establece la norma.

**Palabras clave:** Vigas laminadas. Tensión de corte. *Pinus* sp. Urea-melamina

The percentage of wood failure was lower than the standardized.

**Key words:** Laminated beams. Shear stress. *Pinus* sp. Urea-melamina

## INTRODUCCIÓN

La aplicación de madera laminada en estructuras data de 1909 en Suiza. Actualmente las estructuras de madera laminada constituyen un importante elemento de construcción, especialmente para edificios con grandes luces, son aptas para una extensa gama de aplicaciones, ya que permite la creación de estructuras estéticamente agradables y de grandes posibilidades de diseño arquitectónico y resistente construcción. El prejuicio que existía contra las estructuras de madera laminada se fue perdiendo desde antes de la segunda guerra mundial, debido principalmente a los excelentes adhesivos que se han logrado obtener y a la mejora del encolado (PEREZ GALAZ, 1992).

El uso de vigas laminadas tiene muchas ventajas, entre ellas el hecho de poder utilizar tablas cortas, angostas y saneadas, para dar forma a piezas estructurales de cualquier espesor, ancho y forma, incluso piezas curvas, no existiendo límites en cuanto a las dimensiones de las vigas. Es posible diseñar elementos estructurales prácticos y estéticos al mismo tiempo, dado que, además de satisfacer los esfuerzos requeridos, pueden lograrse formas armoniosas y atractivas. La relación peso-resistencia resulta baja si se la compara con la de otros materiales utilizados en estructuras lo cual disminuye los costos de colocación y aumenta la eficacia del producto. Son más homogéneas que las vigas de madera maciza porque es posible seleccionar de acuerdo a su calidad las piezas que la compondrán. Se considera la tensión admisible en un 20% mayor que las vigas macizas (JOVANOVSKI Y WORNER, 1996).

En comparación con materiales clásicos de la construcción, amenazados por la corrosión que disminuye sus propiedades, la madera laminada es más estable; por otro lado, resiste sismos de considerable intensidad por las uniones articuladas con las que se las diseña; por medio de un buen proceso de fabricación y puesta en obra pueden cubrirse luces de 100 metros o más lo que permite mayores posibilidades de utilización por la eliminación de apoyos intermedios. El método de fabricación permite el uso de láminas de menor calidad en las zonas de menor esfuerzo, y madera de mejor calidad en las zonas de mayor esfuerzo. Sus grandes dimensiones en la sección transversal la hacen más resistente al fuego que las construcciones de acero (PEREZ GALAZ, 1992).

En cuanto a los espesores de las láminas utilizadas para producir las vigas, las mismas pueden variar de 38 a 50 mm, American Institute of Timber Construction (AITC) recomienda espesores de 19 a 38 mm. Piezas con espesores mayores que 50 mm pueden presentar problemas de secado con posibles rajaduras (ZANDER, 1979). De acuerdo con Jovanovski y Worner (1996) el espesor de los elementos puede variar entre 15 y 40 mm, no existiendo restricciones con respecto al largo de los mismos, ya que al formar la viga éstos son conectados por los extremos con uniones finger-joint. Para PEREZ GALAZ (1992), el espesor de las láminas no debe ser inferior a 19 mm, ni sobrepasar los 50 mm por razones de secado y economía, y según DEMKOFF (2003) el espesor normal de las láminas varía entre 20 y 45 mm.

El contenido de humedad de la lámina debe ser tal que permita una línea de cola resistente, ya que sumado a la cantidad de agua del adhesivo debe dar a la pieza un tenor de humedad de equilibrio próximo a su uso final. Cuando se aplica adhesivo a las láminas, la humedad de ellas aumenta. Este incremento de humedad depende del espesor de las láminas, del tipo de adhesivo, de la especie de madera utilizada y de la cantidad de adhesivo aplicado. Alteraciones del tenor de humedad causan tensiones en la madera y en la línea de cola, pudiendo causar delaminación. Las tensiones internas son generadas porque durante la contracción la variación dimensional de la madera no es igual en todos los sentidos. Si estas tensiones sobrepasan el límite de resistencia del material, surgirán defectos de secado. Es recomendable no disponer láminas orientadas en sentido radial y tangencial dentro de la misma viga (ZANDER, 1979).

Los trabajos realizados en maderas macizas de *Pinus taeda* de 13 y 14 años de edad en corte paralelo a las fibras tangencial y radial arrojaron valores promedio de 106 kg/cm<sup>2</sup> y 94 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, con peso específico aparente de 0,47 g/cm<sup>3</sup> (GONZÁLEZ *et al.* 1993).

La madera de *Pinus elliottii* estudiada por GONZÁLEZ *et al.* (1992) presentó un peso específico aparente de 0,54 g/cm<sup>3</sup>, tensión de corte tangencial de 114 kg/cm<sup>2</sup> y tensión de corte radial de 112 kg/cm<sup>2</sup>.

SUIREZS (2000) estudió la madera de *Pinus taeda*, obteniendo valores promedio de peso específico aparente de 0,51 g/cm<sup>3</sup>, corte paralelo a las fibras tangencial y radial de 100,36 y 96,09 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

WEBER (2005) estudió la madera de *Pinus taeda* de 16 años obteniendo un peso específico aparente de 0,462 g/cm<sup>3</sup>, tensión de corte tangencial y radial de 106,01 y 91,66 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

KEIL *et al.* (2009), determinaron la tensión de corte en la madera de *Pinus taeda* L. encolada con dos tipos de adhesivos, obteniendo un valor promedio de 70,52 kg/cm<sup>2</sup> para maderas encoladas con PVA-isocianato y 71,88 kg/cm<sup>2</sup> para las encoladas con PVA-multibond.

VARGAS (2011) estudio la tensión de corte en cinco combinaciones de planos de vigas multilaminadas encoladas con adhesivo estructural Phenol Resorcinol Formaldehído (PRF) de tipo 1 e impregnadas con arseniato de cobre cromatado (CCA), obteniendo valores promedios, para los planos semitangencial-semi tangencial 64,8 kg/cm<sup>2</sup>; radial-semi tangencial 77,0 kg/cm<sup>2</sup>; tangencial-semi tangencial 69,6 kg/cm<sup>2</sup>; radial-radial 70,6 kg/cm<sup>2</sup> y semi tangencial-semi radial 64,0 kg/cm<sup>2</sup>.

SUIREZS *et al.* (2016), evaluaron la respuesta a la tensión de corte en uniones encoladas entre planos tangenciales-tangenciales (Tg-Tg) y tangenciales-semi tangenciales (Tg-STg) de vigas laminadas con madera de *Pinus* sp., obtuvieron valores promedios de 6,39 N/mm<sup>2</sup> en uniones Tg-Tg y 6,07 N/mm<sup>2</sup> en Tg-STg. No se encontraron diferencias estadísticas significativas para los valores de tensión de corte entre las uniones encoladas.

Para evaluar la eficacia del encolado con adhesivos de uso exterior y de uso interior en el control diario de la producción por parte del fabricante, se debe realizar el ensayo de delaminación y el ensayo de cizallamiento en las líneas de encolado. Para que los resultados sean aceptables en el ensayo de cizallamiento en las líneas de encolado, se deben cumplir con los valores mínimos de rotura por madera en función de la resistencia al cizallamiento (fv) que se indica en la tabla 1 (IRAM 9660-1).

El objetivo fue determinar la influencia de diferentes planos de corte de madera encolada para uso estructural en la resistencia al cizallamiento, específicamente determinar el esfuerzo cortante en la línea de cola entre los planos: tangencial externo-tangencial externo; tangencial externo-tangencial interno; tangencial interno-tangencial interno. Además determinar el porcentaje de rotura en madera. Bajo la hipótesis de que las uniones de distintos planos de corte influyen en los valores de resistencia al cizallamiento.

**Tabla 1: Valores mínimos de rotura por madera en función de la resistencia al cizallamiento (fv).**  
**Table 1: Minimum values of wood failure according to shear strength (fv).**

	PARA EL PROMEDIO DE LA PROBETA			PARA CADA LÍNEA DE ENCOLADO		
	6	8	≥11	Hasta 6	8	≥10
Fv (N/mm <sup>2</sup> )	6	8	≥11	Hasta 6	8	≥10
Rotura por madera %	90	72	45	100	74	20

Fuente: IRAM 9660-1.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las probetas para los ensayos, se cortaron de vigas laminadas encoladas con madera de pino sp. elaboradas en una industria maderera del sur de la provincia de Misiones, las mismas se realizaron siguiendo los procedimientos de la norma IRAM 9660-2.

Las probetas de madera fueron extraídas de la sección transversal de la viga y cortadas en forma perpendicular a la dirección de las fibras en un largo de  $75 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ , éstas fueron identificadas con el número de la viga seguido por el número de la probeta sobre cada una de las láminas que constituyen la viga. A su vez, cada lámina fue identificada con una letra siguiendo un orden alfabético, figuras 1 y 2.



**Figura 1: Vista lateral de la probeta para ensayo de cizallamiento.**

**Figure 1: Lateral view of the test specimen for the shear test.**



**Figura 2: Vista superior de la probeta para ensayo de cizallamiento.**

**Figure 2: Upper view of the test specimen for the shear test.**

Los ensayos se realizaron en máquina universal electromecánica con capacidad de 300 kN y precisión de 3 kN, con accesorio para el ensayo de cizallamiento. Figuras 3 y 4.

### Tratamientos

Las distintas combinaciones de planos de corte utilizadas como tratamientos fueron:

Plano de corte tangencial externo- tangencial interno (TE-TI) (figura 5);

Plano de corte tangencial externo- tangencial externo (TE-TE) (figura 6) y

Plano de corte tangencial interno- tangencial interno (TI-TI) (figura 7)



**Figura 1: Máquina electromecánica de ensayos.**

**Figure 2: Electromechanical test machine.**



**Figura 3: Accesorios para realizar los ensayos de cizallamiento.**

**Figure 4: Shear test accessory.**



**Figura 5: Combinación de planos de corte tangencial externo-tangencial interno.**

**Figure 5: Combination of wood cutting sections tangential external-tangencial internal.**



**Figura 6: Combinación de planos de corte tangencial externo-tangencial externo.**

**Figure 6: Combination of wood cutting sections tangencial external-tangencial external.**



**Figura 7: Combinación de planos de corte tangencial interno-tangencial interno.**

**Figure 7: Combination of wood cutting sections tangential internal-tangential internal.**

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado (DCA) con 3 tratamientos de distintas combinaciones de planos de corte y 26 repeticiones cada uno.

Para cada tratamiento se realizaron los siguientes análisis estadísticos y de aceptación.

- Análisis de variancia (ANOVA)
- Test de Tukey

Las hipótesis que se sometieron a prueba fueron:

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$  Las tensiones de corte promedio son las mismas para las tres combinaciones de planos de corte.

$H_1$ : Al menos dos combinaciones de planos de corte presentan diferencias significativas en sus valores medios.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2 se presenta el resumen estadístico de los datos obtenidos de la resistencia al cizallamiento en la combinación de planos de corte tangencial interno-tangencial externo, donde se puede observar la gran diferencia que existe entre el valor máximo y mínimo de la resistencia al cizallamiento obtenido a través de los ensayos de las muestras.

**Tabla 2: Datos estadísticos de la resistencia al cizallamiento en la combinación de planos de corte tangencial interno con tangencial externo.**

**Table 2: Statistical data of shear strength in the combination of internal tangential cutting planes with external tangential ones**

Dato	N/mm <sup>2</sup>
Máximo	9,2
Mínimo	1,1
Promedio	6,1
Coefficiente de variación	39,8 %
Desvío estándar	2,43

Si comparamos este valor promedio con los valores promedios de madera maciza de *Pinus elliotii* y *P. taeda*, estudiados por GONZALEZ *et al*

*et al* 1992 y 1993. SUIREZS 2000, WEBER 2005 queda demostrado que el valor de resistencia al corte en madera encolada de pino sp. es inferior. Los valores determinados por KEIL *et al* 2009 son superiores a valor promedio de este trabajo. Comparando con los valores promedios de tensión de corte obtenidos por VARGAS 2011, de madera de *Pinus sp.* impregnadas con arseniato de cobre cromatado, entre uniones de distintos planos de corte presentan en todos los casos valores superiores. Siendo este valor promedio de 6,1 N/mm<sup>2</sup> similar a los valores obtenidos por Suirez *et al* 2016.

Se puede observar en la tabla 3 el resumen estadístico de los valores obtenidos de la resistencia al cizallamiento en la combinación de planos de corte tangencial interno-tangencial interno.

**Tabla 3: Datos estadísticos de la resistencia al cizallamiento en la combinación de planos de corte tangencial interno con tangencial interno.**

**Table 3: Statistical data of shear strength in the combination of internal tangential cutting planes with internal tangential ones.**

Dato	N/mm <sup>2</sup>
Máximo	9,7
Mínimo	2,6
Promedio	6,8
Coefficiente de variación	27,6 %
Desvío estándar	1,88

Existe una marcada diferencia entre el valor máximo y el mínimo. Comparando el valor máximo se aprecia que son similares a los de madera masiza GONZALEZ *et al* 1992 y 1993. SUIREZS 2000, WEBER 2005.

En la tabla 4 se presenta el resumen estadístico de los valores obtenidos de la resistencia al cizallamiento en la combinación de planos de corte tangencial externo-tangencial externo.

**Tabla 4: Datos estadísticos de la resistencia al cizallamiento en la combinación de planos de corte tangencial externo con tangencial externo.**

**Table 4: Statistical data of shear strength in the combination of external tangential cutting planes with external tangential ones.**

Dato	N/mm <sup>2</sup>
Máximo	10,2
Mínimo	1,7
Promedio	4,94
Coefficiente de variación	52,6 %
Desvío estándar	2,60

Este tipo de unión al igual que en los casos anteriores se observa una amplia diferencia entre el valor máximo y el mínimo. Al comparar con los tratamientos anteriores se observa que el coeficiente

de variación es más elevado y el promedio es más bajo.

Se presentan en la tabla 5 los valores promedios y el número de repeticiones efectuados de cada combinación de planos de corte utilizadas en este estudio.

El análisis de variancia (ANOVA) de las muestras utilizadas en este estudio, tabla 6 indica la existencia de diferencia significativa en al menos un contraste debido a que el valor de F calculado excede el límite dado por el F de tabla, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa planteadas anteriormente.

Para determinar cuáles fueron las combinaciones de planos de corte que presentaron diferencias significativas en sus valores promedio de tensión de corte se realizó el test de Tukey (Tabla 7). A través de este test se observa que no existen diferencias significativas entre los tratamientos TE-TE y TE-TI representados con la letra A, tampoco existen diferencias significativas entre los tratamientos TE-TI y TI-TI representados con la letra B, pero sí se observa diferencias significativas entre los tratamientos TE-TE y TI-TI, cada uno está representado por una letra diferente (TE-TE con A y TI-TI con B).

El valor promedio del porcentaje de rotura de madera en la línea de cola de los planos tangencial externo-tangencial interno fue del 60%, siendo la resistencia al cizallamiento promedio de 6,10 N/mm<sup>2</sup>. Para los planos de corte tangencial externo-tangencial externo, el promedio de rotura en madera en la línea de cola fue del 56% y la resistencia al cizallamiento de 4,94 N/mm<sup>2</sup>. En los planos de corte tangencial interno-tangencial interno el promedio de porcentaje de rotura en madera en la línea de cola fue del 65% y la resistencia al cizallamiento de 6,8 N/mm<sup>2</sup>.

De acuerdo con la Norma IRAM 9660-1, ninguno de estos porcentajes de rotura en madera alcanza el valor mínimo que deberían alcanzar para ser aceptables.

**Tabla 5: Promedios de la resistencia al cizallamiento de las tres combinaciones de los planos de corte.**  
**Table 5: Average of shear strength of the three combinations of cutting planes.**

COMBINACIONES DE PLANOS	PROMEDIO N/mm <sup>2</sup>	Nº DE REPETICIONES
Tangencial externo-tangencial interno	6,10	26
Tangencial interno-tangencial interno	6,80	26
Tangencial externo-tangencial externo	4,94	26

**Tabla 6: Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**  
**Table 6: Analysis of Variance Table (SC type III).**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5232,76	2	2616,38	4,66	0,0123
Tratamiento	5232,76	2	2616,38	4,66	0,0123
Error	42076,80	75	561,02		
TOTAL	47309,56	77			

**Tabla 7: Test de Tukey de comparación de medias.**  
**Table 7: Tukey's test of means comparison.**

Tratamiento	Medias(N/mm <sup>2</sup> )	N	E.E.
TE-TE	4,94	26	4,65 A
TE-TI	6,10	26	4,65 A B
TI-TI	6,80	26	4,65 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05).

## CONCLUSIÓN

Entre los planos encolados la tensión de corte en la línea de adhesivo de vigas laminadas con madera de *Pinus sp.* encoladas con urea-melamina presentaron diferencias significativas entre las combinaciones de planos tangencial externo-tangencial externo con tangencial interno-tangencial interno, mientras que entre los planos tangencial externo-tangencial interno con tangencial externo-tangencial externo no denotan diferencias significativas así como tampoco los planos de corte tangencial interno-tangencial interno con tangencial externo-tangencial interno.

Los porcentajes de rotura en madera no alcanzaron los valores mínimos establecidos en la normas.

## BIBLIOGRAFÍA

DEMCKOFF, M. 2003. Vigas laminadas estructurales de madera, su fabricación y empleo. XVIII Jornadas Forestales de Entre Ríos. Concordia.

GONZÁLEZ, R. A.; Pereyra, O.; Suirezs, T.M. 1992. Propiedades Físicas y Mecánicas de la madera de *Pinus elliottii* reforestado en la provincia de Misiones, Argentina . Yvyrareta Año 3 – N° 3. Pg.5 - 19.

GONZÁLEZ, R.A; Pereyra, O; Suirezs, T.M. 1993. Propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Pinus taeda* reforestado en la provincia de Misiones, Argentina. Yvyrareta N° 4. Pág. 4-8.

IRAM 45055 Adhesivos para estructuras de madera bajo carga. Adhesivos de policondensación de tipos fenólicos, aminoplásticos y de otros tipos. Clasificación y requisitos de comportamiento.

IRAM 9660-1 2005 Madera laminada encolada estructura. Parte 1: clases de resistencia y requisitos de fabricación y de control.

IRAM 9660-2 2005. Madera laminada encolada estructural. Parte 2: requisitos de los empalmes por unión dentada.

JOVANOVSKI A. Worner, H. 1996. Vigas laminadas. Publicación técnica 24. CIEFAP (Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico). 24 p.

KEIL G.D. & M. Marek. (2009). “Ensayos de tiempos abiertos y presiones de trabajo en encolado de *Pinus taeda* L. con adhesivos polivinílicos (PVA)”. Revista Forestal

YVYRARETA. UNAM. Misiones, Argentina. Vol. N° 16: pp 36 – 41. ISSN 0328-8854.

PEREZ GALAZ V. 1992. Manual de madera laminada n°11, segunda edición. Instituto Forestal (INFOR). Santiago de Chile. 307 p.

SUIREZS T. M. 2000. TESIS. Efecto de la impregnación con CCA (Cromo-cobre-Arsénico) sobre las propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Pinus taeda*. Eldorado. Misiones. UNAM.

SUIREZS, T. M.; Pereyra, O.; Weber, E. M.; Bragañolo, A.; Bobadilla, A. E.; Bernio, J. C.; Friedl, A. 2016. Evaluación de la tensión de corte en uniones encoladas de vigas laminadas de *Pinus sp.* en dos combinaciones de planos de corte. XVII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Eldorado. Misiones. Ponencias ISSN.1668-5385. (CD). 17-19/08/2016. Posadas Misiones.

VARGAS, A. 2011. Comportamiento del esfuerzo cortante sobre línea de cola en vigas multilaminadas de madera de *Pinus sp.* Integradora Final. F.C.F UNAM.

WEBER E. M. 2005. TESIS. Caracterización física y mecánica de *Pinus taeda* Marion en plantaciones de diferentes edades y determinación de usos potenciales. Eldorado. Misiones. UNAM.

ZANDER, 1979. Forest Products Laboratory, 1955 y 1987. ASTM, 1994. Compilación sobre produção de vigas de madera laminada colada e sua utilização. 46p.

# CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN ARBOREA DE CUATRO SITUACIONES DE BOSQUE SECUNDARIO EN LA RESERVA DE USO MÚLTIPLE GUARANÍ (RUMG), MISIONES.

CHARACTERIZATION OF THE ARBORATE VEGETATION OF FOUR SECONDARY FOREST SITUATIONS IN THE GUARANÍ MULTIPLE USE RESERVE (RUMG), MISIONES.

Fecha de recepción: 20/09/2017 //Fecha de aceptación: 13/12/2017

**Dummel Claudio Javier**  
**Romero Hector Fabián**  
**Poszkus Borrero Pablo**  
**Pahr Norberto Manuel**  
**Bohren Alicia Violeta**  
**Maiocco Domingo Cesar**

Ing. Ftale. Docentes de la Facultad de Ciencias Forestales, UNaM. Eldorado-Misiones-Argentina.  
cdummel@gmail.com  
romerohf2006@yahoo.com.ar  
pabloposzkus@yahoo.com.ar

**Rivero Julian**

Ing. Ftal. NoDocente de la Facultad de Ciencias Forestales, UNaM. Eldorado-Misiones-Argentina.

**Krivenko Lucas**

Alumno avanzado de la carrera de Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM. Eldorado-Misiones-Argentina.  
Becario del proyecto.

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo caracterizar la sucesión vegetal en las distintas situaciones donde fue realizado el rozado por los guaraníes. Para ello se seleccionaron sectores de distintas historias de uso (sin uso, uso tradicional y uso intensivo posterior al rozado) y tiempo de sucesión (estimado entre 2 y 40 años). En las mismas se instalaron parcelas permanentes con el fin de evaluar la riqueza y otros parámetros de estructura arbórea y de la regeneración, asociando las especies presentes a los grupos ecológicos que corresponden. Se puede observar que en líneas generales la edad de la sucesión influyó en la composición de los grupos ecológicos. En las parcelas rozadas recientemente predominan las pioneras, que en los estadios posteriores son remplazadas por secundarias iniciales y tardías. El uso previo influyó en la respuesta de las especies, apreciándose mayor número de especies y cobertura en situaciones de menor uso después del rozado.

## SUMMARY

The objective of this work is to characterize the plant succession in the different situations where the slash and burn was carried out by the Guarani, for which sectors of different use histories were selected (without use, traditional use and intensive use after grazing) and age of succession (between 2 and 40 years). In them, permanent plots were installed in order to evaluate the richness and tree structure and regeneration, associating the present species with the corresponding ecological classification. It can be seen that in general terms the age of the succession influenced the composition of the ecological groups, where the pioneers predominate that in the later stages are replaced by initial and late secondary and that the previous use influenced the response of the species, being observed appreciating in situations of less use after the burning.

**Palabras clave:** sucesión vegetal, estrato arbóreo, regeneración, grupos ecológicos, selva paranaense.

**Key words:** vegetation succession, tree stratum, regeneration, ecological classification, paranaense jungle.

## INTRODUCCIÓN

La Provincia de Misiones posee una cobertura boscosa conocida como Selva Misionera (TORTORELLI, 2009), Selva Subtropical Oriental o Selva Paranaense (CABRERA, 1994) o Ecorregión del Bosque Atlántico del Alto Paraná (DI BITTETI *et al.*, 2003). Bajo esta última denominación se estima que el bosque ocupaba una superficie de un millón de kilómetros cuadrados, lo cual hoy en día apenas cubre una superficie del 7% con un alto grado de fragmentación. KOZARIK y DÍAZ BENETTI (1997) estimaron en Misiones para el año 1996 unas 350.000 ha aproximadamente en diferentes estados de sucesión vegetal, consideradas en general como tierras improductivas y denominadas localmente como “capueras” a pesar de los numerosos servicios que brindan y sin tener en cuenta su potencial.

En este sentido, HOLZ (2007) define a la sucesión como el cambio continuo en la composición de especies de las comunidades naturales que tienen lugar como resultado del accionar de muchos procesos, particularmente del crecimiento y mortalidad de organismos que viven bajo condiciones ambientales cambiantes. Este proceso ocurre espontáneamente luego de perturbaciones que afectaron a la vegetación o después del abandono de otro uso que reemplazó a las comunidades vegetales, en las cuales la sucesión se desarrolla a partir del material vegetal vivo con capacidad de establecerse y que conlleva a posteriores cambios en la composición de especies (FRANGI *et al.*, 2004). DESCHAMPS Y OCHOA (1987) describen técnicamente como comunidades postclimaxicas en las que la vegetación secundaria compete por el suelo, aparecen luego de dejarlas en desuso.

En Misiones existen unas 117 comunidades guaraníes (MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y DEPORTES DE LA NACIÓN, 2016), de las cuales 2 se encuentran habitando la Reserva de Uso Múltiple Guaraní (RUMG), las mismas suelen realizar distintas actividades agrícolas abriendo distintos parches en la selva mediante la tala rasa y la quema para poder realizar cultivos anuales como la mandioca, maíz y otros vegetales para su consumo (KELLER, 2007). “Los guaraníes han desarrollado un sistema agrícola de roza y quema muy complejo, con ciclos de rotaciones, varios tipos de asociaciones de cultivos, vinculaciones religiosas, control de plagas y una gran diversidad de cultígenos” (MARTINEZ CROVETTO 1968, citado por KELLER, 2007). Estos antecedentes

sugieren que el manejo de los guaraníes incluye etapas de abandono de las tierras de cultivos para acceder a otras nuevas que le permitan realizar cultivos y mantener la producción. Por lo tanto, las tierras abandonadas pueden ser de diferentes edades de abandono, pero poco se conoce sobre la respuesta de la vegetación bajo estas condiciones y los procesos de restauración ecológica involucradas que incluye la restauración física y química del suelo sumado a la restauración biológica.

Ante lo expuesto, el presente trabajo tiene como objetivo caracterizar la sucesión vegetal en cuatro zonas antiguamente utilizadas por los guaraníes, comparando su estructura general, la composición florística y los grupos ecológicos de las especies presentes.

## MATERIALES Y METODOS

### Área de estudio

La Reserva de Uso Múltiple Guaraní (RUMG) está localizado al Nordeste de la República Argentina, y al Sudeste de la Provincia de Misiones, entre los 54°10' y los 54°18' de longitud oeste y los 26°53' y los 26°59' de latitud sur.

Según la clasificación climática de Köppen, el predio se ubica dentro de la zona fundamental de clima húmedo, subtropical. La precipitación media anual es de 2272 mm y la temperatura media anual es de 20,3 °C (SILVA *et al.*, 2009).

Según el análisis de datos publicados en C.A.R.T.A. (1963) el tipo de complejo de suelo predominante se encuentra dentro de la categoría 6 A que incluye suelos pedregosos con pendientes menores al 20%. Los suelos de la RUMG se encuadran en seis órdenes de la taxonomía americana (SOILSURVEY STAFF, 1975 y 1987), ellos son: Entisoles, Inceptisoles, Molisoles, Alfisoles, Utisoles y Oxisoles (FERNÁNDEZ *et al.*, 1997).

El área de estudio se sitúa en la región fitogeográfica denominada “Provincia Paranaense”, Distrito de las Selvas Mixtas, comunidad climática de la selva del “Laurel y Guatambú” (CABRERA y WILLINK, 1980). El relevamiento florístico de plantas vasculares de la RUMG, arrojó un valor de más de 800 especies vasculares (TRESSSENS *et al.*, 2008), otro estudio citan unas 114 especies pertenecen al estrato arbóreo (TRESSSENS y REVILLA, 1997).



### Toma de datos

Para la selección de las situaciones se realizaron recorridas utilizando como base la información disponible en un sistema de información geográfica (SIG), publicaciones del área de estudio y la información suministrada por lugareños e investigadores que conocen el sector bajo estudio, esto último con el fin tener una aproximación de la historia de uso de cada situación particular.

Para el muestreo se subdividieron las situaciones en fajas de 10 metros de ancho y se realizó un sorteo de la mitad de la misma, en las cuales se establecerían las parcelas permanentes, esto fue realizado con el fin de generar una aleatoriedad. Sobre cada faja seleccionada se establecieron 3 parcelas de muestreo separadas entre ellas por 10 metros. Para el muestreo de árboles se utilizaron parcelas cuadradas de 100 m<sup>2</sup> en donde se evaluaron todos los individuos por especies que presentaron un D.A.P. (diámetro a altura de pecho) superior a 5 cm. En estas también se establecieron parcelas de 2 por 5 metros para registrar la regeneración arbórea en 3 grupos: brinzales - individuos de hasta 30 cm de altura; latizales - individuos de más de 30cm a 150 cm de altura y fustales - individuos de más 150 cm de altura y menores a 5 cm de D.A.P.

### Procesamiento de la información

El procesamiento de datos comienza con una base de datos con todas las especies registradas, en las cuales se registra la familia a la que pertenece y el grupo ecológico al cual corresponde según la propuesta de DAS CHAGAS E SILVA y SOARES-SILVA (2000), el cual agrupa las especies en pioneras, secundarias iniciales, secundarias tardías y climáticas.

De las especies relevadas se verificaron los nombres científicos en el Catálogo de Plantas Vasculares del Instituto de Botánica DARWINION (2017).

Tanto para el estrato arbóreo como la regeneración se obtuvieron las curvas de acumulación de especies, se determinó el número de especie y el índice de Margalef (MORENO, 2001), la densidad, la abundancia de las especies y la proporción de individuos según el grupo ecológico. También en el estrato arbóreo se determinó el área basal (m<sup>2</sup>/ha), el diámetro medio cuadrático (DMC) en cm y se evaluó la distribución diamétrica. Mientras en la regeneración también se analizó con una propuesta en base a la clase de tamaño donde se generaron tres grupos mencionados anteriormente.

Complementariamente se realizó una comparación de las situaciones tanto en la regeneración de arbóreas como en el estrato arbóreo mediante los índices de similitud, la cual expresan el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas. Se utilizó el índice de Jaccard, el cual es un índice cualitativo (presencia-ausencia) y el Bray Curtis un índice cuantitativo el cual evalúa además la abundancia de las especies presentes. (MORENO, 2001).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presenta de forma resumida los datos de las historias del uso del suelo y la edad aproximada a la cual se inició la sucesión, en la figura 1 se pueden apreciar las distintas situaciones de estudio.

Las situaciones evaluadas fueron las siguientes:

**Tabla 1: Resumen de las características de los lugares seleccionados**

**Table 1: Summary of the characteristics of the selected places**

Característica/Código	Situation 1	Situación 2	Situación 3	Situación 4
Tiempo aproximado de inicio de sucesión	2 años	8 años	8 años	Más de 40 años
Caracterización	<b>Sin cultivo:</b> Rozado de monte primario, y abandono sin realizar cultivos.	<b>Intensivo:</b> Rozado de monte y cultivos anuales por más años que el tradicional, con macheteo y quemas posteriores a cada cultivo, acompañado de quemas anuales después del abandono.	<b>Tradicional*:</b> Rozado de monte y cultivos anuales por algunos años.	<b>Tradicional*:</b> Rozado de monte y cultivos anuales por algunos años.
Superficie muestreo	900 m <sup>2</sup>	900 m <sup>2</sup>	1500 m <sup>2</sup>	1500 m <sup>2</sup>

\*Uso tradicional el descripto por MARTINEZ CROVETTO 1968

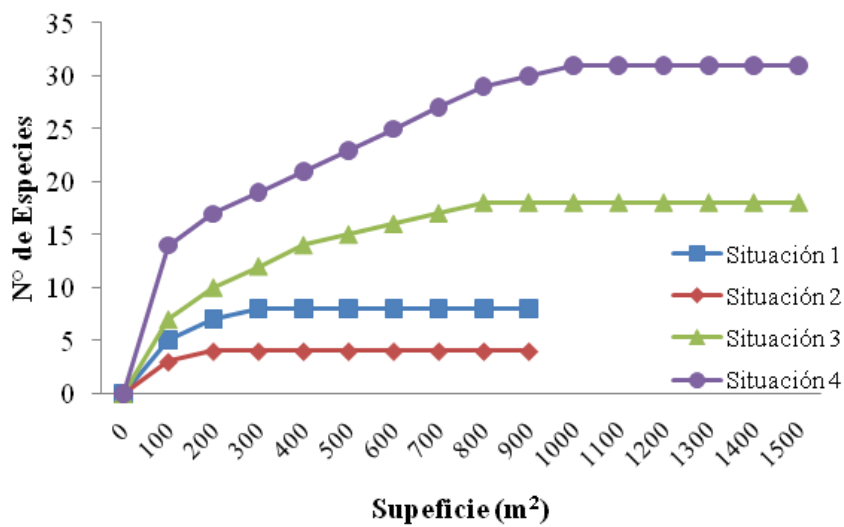


**Figura 1: Vista panorámica de las cuatro situaciones estudiadas.**  
**Figure 1: Panoramic view of the four situations studied.**

**Caracterización del estrato arbóreo**

En el gráfico 1 se puede apreciar como en los muestreos se fueron estabilizando en las curvas de acumulación de las distintas situaciones, lo que

indica que el esfuerzo realizado en los mismos puede considerarse como adecuado con respecto a la superficie abordada en las situaciones.



**Gráfico 1: Curvas de acumulación de especies en el estrato arbóreo.**  
**Graph 1: Curves of accumulation of species in the tree stratum.**

Asimismo se puede apreciar como la historia de uso de las situaciones tuvieron un efecto sobre la riqueza y composición en las mismas. En la tabla 2 se observa que en líneas generales la situación 4, en la zona de bosque que actualmente presenta aproximadamente más de 40 años, presentan no solo la mayor riqueza (31 especies) y mayor valor del índice de Margalef 3,955, sino también los mayores valores de estructura con abundancia de 1967 ind/ha, 30,73 m<sup>2</sup>/ha de área basal y 14,11 cm de DMC. En parcelas permanentes instaladas en situaciones similares LÓPEZ CRISTÓBAL y VERA (1999) encontraron 47 especies arbóreas de más de 5 cm de D.A.P., una área basal de 14,5 m<sup>2</sup>/ha y densidad próxima a 950 ind/ha Siguiendo el mismo estudio VERA *et al.* (2007, 2012) estimaron que en 2003 y 2008 la riqueza estuvo entre las 51 y 56 especies, el área basal aumentó de 22 a 28 m<sup>2</sup>/ha y la densidad disminuyó de aproximadamente 1450 a 1350 ind/ha. Estos valores obtenidos para esta situación, nos permiten observar que en general la respuesta tiende a un aumento en el número de especies y un alto valor en la densidad y el área basal, además la información obtenida nos indica una alta proporción de individuos de diámetros bajos expresado en el DMC.

La situación 3 de aproximadamente 8 años de sucesión es la que le sigue en orden de valores a la antes mencionada, con unas 18 especies, con una abundancia de 573 ind/ha y un área basal de 4,49 m<sup>2</sup>/ha. En cambio en la situación 2 de edad similar se observa una clara influencia de uso intensivo el cual afecta fuertemente a la capacidad de recuperación del mismo. MAIOCCO *et al.* (2010) evaluaron dos situaciones de bosques secundarios en Misiones entre 10 y 20 años de sucesión provenientes de cultivos anuales ó bosques implantados, donde encontraron unas 25 especies de más de 10 cm de D.A.P., una densidad entre 300 y 550 ind/ha, un área basal entre 9 y 12,5 m<sup>2</sup>/ha, un estadio intermedio a las situaciones 3 y 4 con valores intermedios a los que presenta este estudio.

Por otro lado, LÓPEZ CRISTÓBAL *et al.* (2016) evaluando situaciones de menos de 10 a 12 años de abandono después de la tala rasaregistraron 12 especies de más de 10 cm de D.A.P., entre 550 y 650 ind/ha y un área basal de 25 a 30 m<sup>2</sup>/ha, también mencionan una situación de bosque ripario de edad similar de menor respuesta: 5 especies, 80 ind/ha y menos de 5 m<sup>2</sup>/ha. Esto nos permite apreciar que los valores obtenidos en este trabajo se encuentran dentro del rango comparado a otras situaciones evaluadas en la provincia en diferentes estados de sucesión, aunque en los estudios mencionados no menciona que afecta la regeneración y posterior incorporación de individuos al estrato arbóreo, en presente estudio propone que posiblemente haya un efecto asociado a un uso más prolongado acompañado de quemadas que producen un aumento en el tiempo para la recuperación de la estructura vegetal arbórea.

Por el contrario, se observó en este estudio que la situación 1 presentó un efecto contrario, el cual no presenta uso después del rozado dando lugar a una rápida respuesta de la recuperación de la estructura con unos 1000 ind/ha de 8 especies. En situaciones de 4 a 5 años después de la tala rasa LÓPEZ CRISTÓBAL *et al.* (2016) registraron unas 3 a 6 especies de más de 10 cm de D.A.P., entre 100 y 150 ind/ha y entre 5,5 y 6 m<sup>2</sup>/ha. La diferencia sustancial que existe frente a lo que obtuvo LÓPEZ CRISTÓBAL *et al.* (2016) y este trabajo, es que en la situación 1 se aprecia una alta respuesta de especies arbóreas que presentan características de ser pioneras.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo concuerdan con el análisis realizado por HOLZ (2007) que propone a la edad de los bosques y el tipo de uso previo al abandono como factores que influyen en la composición florística, principalmente en las primeras décadas de recuperación.

**Tabla 2: Características de riqueza y estructura arbórea.**  
**Table 2: Characteristics of richness and tree structure**

	Situación 1	Situación 2	Situación 3	Situación 4
<b>Especies (N)</b>	8	4	18	31
<b>Índice de Margalef</b>	1,014	0,716	2,674	3,955
<b>Densidad<sub>5 cm</sub> (ind/ha)**</b>	1000	67	573	1967
<b>Densidad<sub>10 cm</sub> (ind/ha)***</b>	56*	0	233	947
<b>Área basal<sub>5 cm</sub> (m<sup>2</sup>/ha)**</b>	5,29*	0,17	4,49	30,73
<b>Área basal<sub>10 cm</sub> (m<sup>2</sup>/ha)***</b>	2,41*	0	3,01	26,60
<b>DMC<sub>5 cm</sub>**</b>	8,21*	5,67	9,98	14,11
<b>DMC<sub>10 cm</sub>***</b>	23,52*	0	12,81	18,91

\* Datos influenciados por la sobrevivencia de algunos individuos luego del proceso de rozado.  
\*\* Individuos con 5 a más cm de D.A.P.  
\*\*\* Individuos con 10 a más cm de D.A.P.

En la gráfica 2 se aprecia la distribución diamétrica en las situaciones que se analizaron y demuestran una tendencia a comportarse como un “J” invertida en las de mayor tiempo en el proceso de la sucesión, salvo en el caso del uso intensivo (situación 2) en el cual la recuperación de la vegetación es más lenta, posiblemente asociado a quemadas sucesivas en el sector, una degradación del suelo y de las semillas disponibles en él. Aunque presenta vegetación boscosa a sus alrededores, que también podrían aportar semillas, se evidencia la dificultad en que prosperen plántulas o renuevos de las especies deseadas para favorecer el proceso de recuperación. En la situación 1 (2 años sin uso) se observan algunos individuos de más de 25 cm de D.A.P. que indican que son individuos que no fueron volteados en el proceso de quema y roza de la comunidad, con lo que se aprecia que después de estas actividades algunos individuos arbóreos pueden permanecer en la zona donde realizan dicha tarea. La situación 3 y 4 muestra una tendencia de recuperación, la Situación 3 con menor proporción de individuos por clase diamétrica respecto a la Situación 4. Los valores mayores de individuos en cada clase en la situación 4 posiblemente podrían generar una competencia de individuos que se tradujo en un efecto estancamiento en el desarrollo de los diámetros, expresado aproximadamente unos 40 ind/ha de *Ocotea puberula* (Rich.) Nees mayores a 35 cm, que es aparentemente la especie con mayor respuesta de crecimiento en esta.

En cuanto a la abundancia de las distintas especies (ver tabla 3) se puede apreciar en la situación 1 presenta una mayor predominio de *Trema micrantha* (L.) Blume (54 %) y *Solanum granulatum-leprosum* Dunal (29%) como especies pioneras que ofrecen una rápida respuesta al disturbio, indicadas como tales ya por DESCHAMPS Y OCHOA (1987) pero en situaciones de usos más intensivo y de mayor edad de sucesión. Esto refuerza que en la situación 2 después de un uso intensivo provoca una recuperación más lenta de las especies arbóreas, donde domina la *Ateleia glazioviana* Baill. (50 %) aunque con muy pocos individuos, generalmente esta especie suele estar presente en zonas en recuperación donde se logran establecer suelen dominar el estrato arbóreo por varios años. En la situación 3 es claro una respuesta más favorable puede verse a través de una buena respuesta de especies como *Solanum granulatum-leprosum* Dunal (42 %), *Ateleia glazioviana* Baill. (15 %) y *Aegiphila brachiata* Vell. (8 %) acompañadas de otras especies y conformando una mejor estructura, DESCHAMPS Y OCHOA (1987) indican que el *Solanum granulatum-leprosum* Dunal (42 %) está presente de forma abundante y al llegar a unos 15 años de sucesión donde va perdiendo su dominancia en el dosel, siendo remplazada a partir

de los 20 años por especies principalmente de la familia Lauraceae. La situación 4 muestra una mejor composición y mayor abundancia de especies, indicado ya por VERA *et al.* (2007) en situaciones similares, se puede establecer que la situación 4 se encuentra en la tercera etapa de sucesión, destacándose en este caso: *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. var. *Paraguariensis* (21 %), *Ocotea puberula* (Rich.) Nees (14 %), *Matayba eleagnoides* Radlk. (10 %) y *Luehea divaricata* Mart. (8 %), acompañados de otras especies de la familia Lauraceae.

En el gráfico 3 se aprecia dentro de las distintas situaciones la proporción de individuos según el grupo ecológico y cómo va cambiando la composición en función del uso y del tiempo transcurrido; por ejemplo, las pioneras que en la situación 1 comprenden un 84% de los individuos, acompañada principalmente por secundarias tardías. La situación 2 muestra una ocupación de secundarias iniciales y secundarias tardías; mientras en la situación 3 hay una proporción similar de secundarias iniciales y pioneras acompañadas de las secundarias tardías. LÓPEZ CRISTÓBAL *et al.* (2016) cita una clara predominancia de especies heliófitas en situaciones de unos 5 años de sucesión y en algunos casos llegando entre el 60 y 100% en situaciones de 10 a 12 años. Mientras podemos observar que a una edad de 40 años (situación 4) las pioneras no fueron registradas, incrementándose la proporción de individuos de especies secundarias tardías (67%), en la que el número era de un 15%, acompañadas de especies consideradas climáticas como *Campomanesia guazumifolia* (Cambess.) O. Berg, *Eugenia involucrata* DC. Y *Trichilia catigua* A. Juss.

Se puede apreciar en la tabla 4 que las distintas situaciones presentan una marcada diferencia en cuanto a la composición de especies y a la abundancia de las mismas. Observándose en cuanto a riqueza las situaciones 2 y 3 como las que más comparten especies. Sin embargo, cuando le sumamos al análisis la abundancia de las especies, ósea desde una visión cuantitativa, las que son más similares son la situación 1 y 3, aunque hay que remarcar que los valores obtenidos son muy bajos. Estos datos demuestran una gran heterogeneidad entre las situaciones evaluadas.

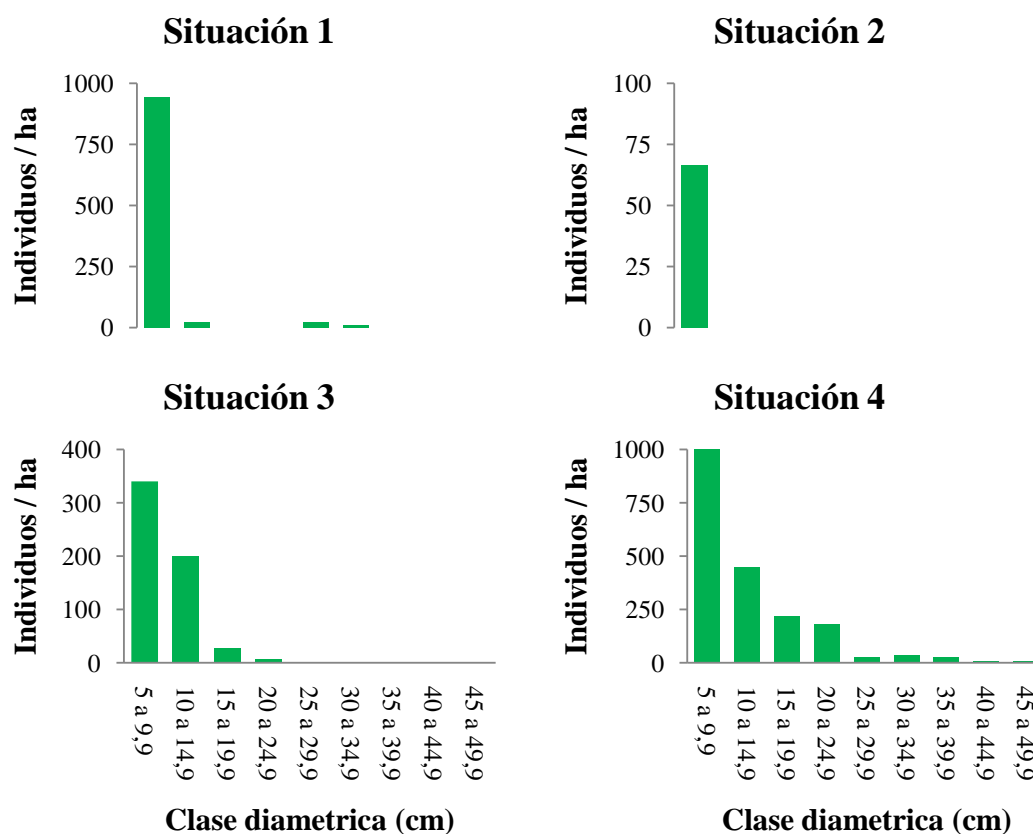


Gráfico 2: Distribución diamétrica para cada situación.  
Graph 2: Diametric distribution for each situation.

Tabla 3: Cantidad de individuos de las especies más abundantes por situación (ind /ha)  
Table 3: Number of individuals of the most abundant species by situation (ind /ha)

Especie (Nombre científico)	GE*	Situación 1	Situación 2	Situación 3	Situación 4
<i>Aegiphila brachiata</i> Vell.	I	-	-	47	-
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	T	-	-	-	27
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Hieron. Ex Niederl.	I	-	-	-	133
<i>Ateleia glazioviana</i> Baill.	I	-	33	87	87
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	I	-	11	27	-
<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hil.	T	-	-	-	73
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	T	-	11	7	40
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil. var. <i>paraguariensis</i>	T	-	-	13	407
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC.	T	67	-	-	7
<i>Lonchocarpus campestris</i> Mart. Ex Beneth.	I	-	-	-	53
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	I	-	-	7	160
<i>Matayba eleagnoides</i> Radlk.	I	-	-	47	193
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	T	-	-	-	73
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	T	-	-	-	93

Continuación tabla N° 3

<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	T	-	-	13	273
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees&Mart.) Mez	T	-	-	-	87
<i>Prunus subcoriacea</i> (Chodat&Hassl.) Koehn	I	-	-	7	80
<i>Solanum granulatum-leprosum</i> Dunal	P	289	-	240	-
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	P	544	-	-	-
<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich.	T	44	-	-	-
Otras especies		56	11	80	180
<b>TOTAL</b> (Individuos / hectárea)		<b>1000</b>	<b>67</b>	<b>573</b>	<b>1967</b>

\* Grupo ecológico (GE): P (Pionera); I (Secundaria inicial); T (Secundaria tardía), C (Climáxica).  
DAS CHAGAS E SILVA y SOARES-SILVA (2000).

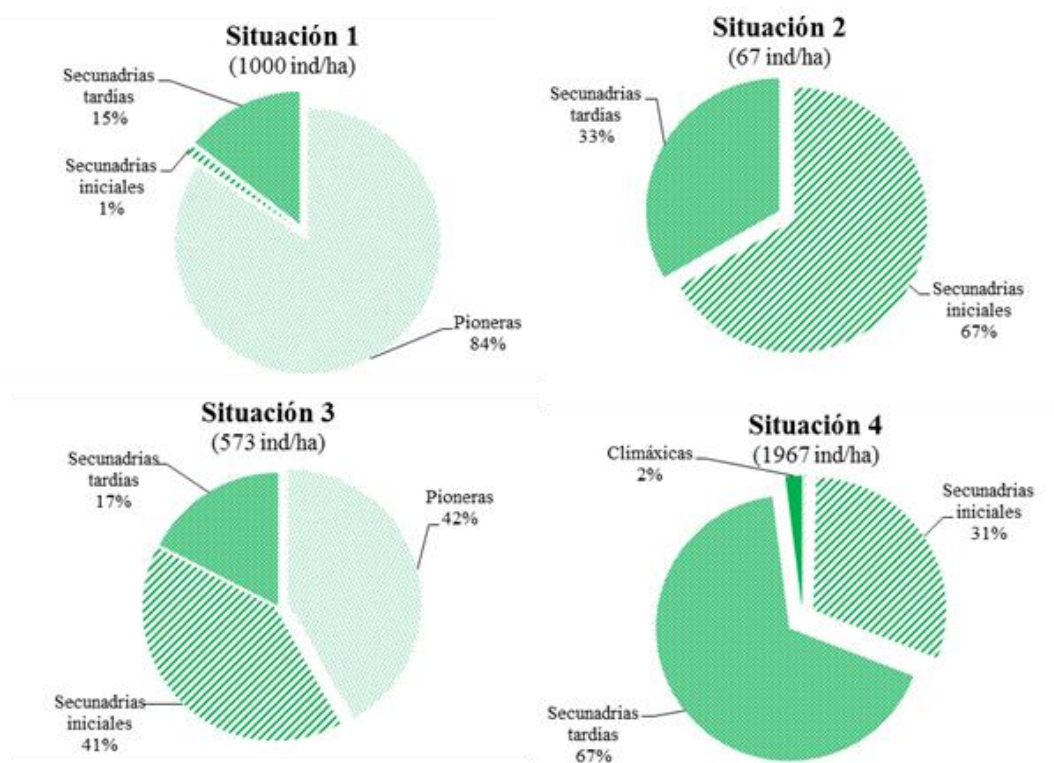


Gráfico 3: Proporción de individuos arbóreos por grupo ecológico para las situaciones.  
Graph 3: Proportion of arboreal individuals per ecological group for situations.

Tabla 4: Similitud de las situaciones en base a las especies del estrato arbóreo.  
Table 4: Similarity of the situations based on the species of the tree stratum.

Similitud de Jaccard				
	Situación 1	Situación 2	Situación 3	Situación 4
Situación 1	1	0	0,04	0,03
Situación 2	0	1	0,16	0,06
Situación 3	0,30	0,16	1	0,20
Situación 4	0,00	0,04	0,12	1

Similitud de Bray curtis

### Caracterización de la regeneración arbórea

En el gráfico 4 se puede apreciar como en los muestreos se fue estabilizando las curvas de acumulación de las distintas situaciones, lo que indica que el esfuerzo realizado en los mismos puede considerarse como adecuado con respecto a la superficie abordada en las situaciones.

En cuanto a la regeneración podemos apreciar una mayor riqueza en la situación 4 acompañado de la mayor abundancia y diversidad. La situación 1 y 3 son similares en cuanto a diversidad y riqueza, pero la densidad es mayor en la situación 1. La situación 2 es la que demostró menor riqueza y diversidad, pero con mucha abundancia de individuos superando a las situaciones antes mencionadas, concentradas principalmente en *Baccharis dracunculifolia* DC. (tabla 5 y 6).

MAIOCCO *et al.* (2010) evaluaron dos bosques secundarios entre 10 y 20 años de abandono encontrando entre 19 y 37 especies, una densidad entre 1500 y 10000 renovales por ha de 50 cm de altura y menores a 10 cm de D.A.P.

Por lo cual se puede apreciar una tendencia de que en cuanto a la riqueza y la densidad las situaciones presentan valores más elevados a otros bosques secundarios cuando el uso es el denominado tradicional, no siendo el caso de la situación de uso intensivo que presenta una elevada densidad asociada principalmente a una especie.

En el gráfico 5, se presenta una clasificación de la regeneración según el tamaño de sus individuos, en la situación 1 presenta una densidad intermedia (27111 ind/ha) con el 68% concentrado en la categoría de fustales. En la situación 2 presenta mayor número de individuos (57111 ind/ha) donde el 84% de estos concentrados en la categoría de brinzales. La situación 3 presenta una densidad baja (7467 ind/ha) distribuidos casi proporcionalmente en las categorías. Por último la situación 4 presenta una densidad intermedia (30267 ind/ha), similar a la situación 1, pero en este caso con casi un 60% de los mismos en los latizales.

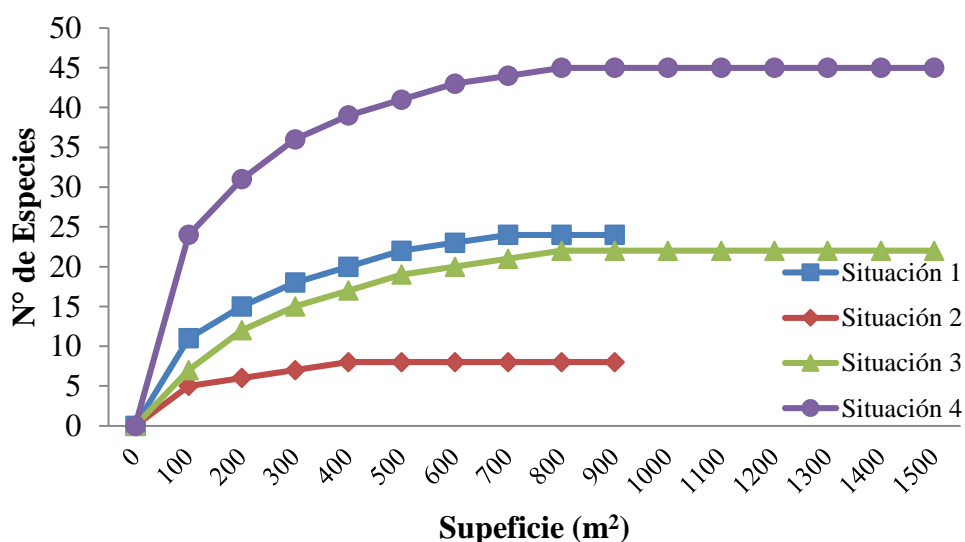
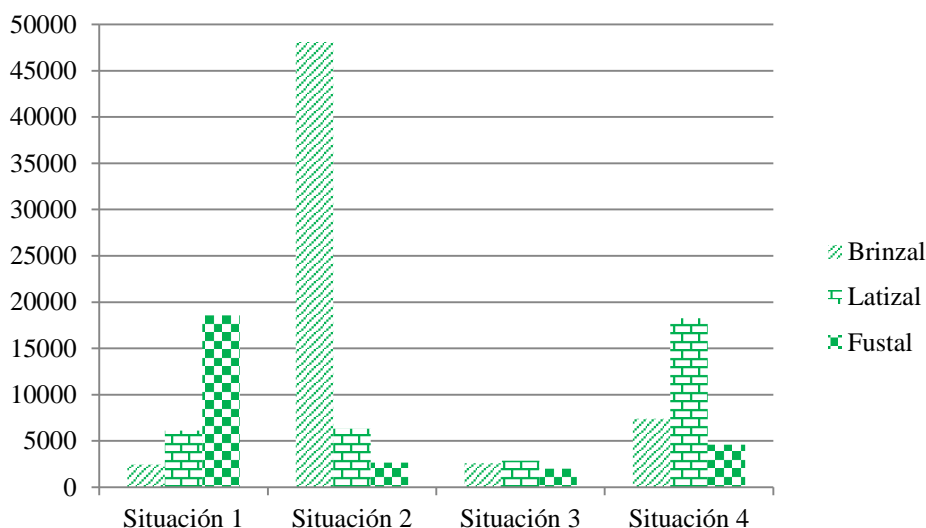


Gráfico 4: Curvas de acumulación de especies en la regeneración arbórea.  
Graph 4: Curves of species accumulation in tree regeneration.

Tabla 5: Características de riqueza y abundancia de la regeneración.  
Table 5: Characteristics of richness and abundance of regeneration.

	Situación 1	Situación 2	Situación 3	Situación 4
Especies (N)	24	8	22	45
Densidad (ind/ha)	27111	57111	7467	30267
Índice de Margalef	2,253	0,6391	2,355	4,264



**Gráfico 5: Abundancia de individuos según su tamaño en la regeneración.**

**Graph 5: Abundance of individuals according to their size in the regeneration.**

En la tabla 6 se aprecia la abundancia según la situación, en la situación 1 a *Solanum granulatum-leprosum* Dunal (61 %), siendo una especie con características de pionera por lo cual es de esperarse que tenga mayor cantidad de individuos. La situación 2, que presenta un uso intensivo, presenta una abundancia la *Baccharis dracunculifolia* DC. (78 %), perteneciente a especies denominadas como secundarias iniciales más frecuentes en situaciones de suelo degradado. En la situación 3 es claro una tendencia más favorable con especies como *Ocotea puberula* (Rich.) Nees (20 %) y *Matayba eleagnoides* Radlk. (16 %) ambas especies indicadas como secundarias tardías. La situación 4 muestra un mejor composición y mayor abundancia varias de especies, destacándose en esta caso a *Matayba eleagnoides* Radlk. (22 %) y *Myrsine umbellata* Mart. (18 %), la primera correspondiente a una secundaria tardía y la primera a una secundaria inicial, acompañados de otras especies de la familia Lauraceae, mayor al 15 %.

En el gráfico 6 de las distintas situaciones se puede apreciar la ocupación de individuos según el grupo ecológico en la regeneración. La situación 1 comprende un 66 % de los individuos a las pioneras, acompañadas en mayor proporción por secundarias tardías (26 %), con algunos individuos de especies climáticas que pudieron provenir de rebrotes debido su historia de uso. En la situación 2 se observa un mayor cantidad de individuos de las especies secundarias iniciales (99 %), mientras en la situación 3 hay una distribución equitativa entre secundarias iniciales y tardías. La situación 4 muestra mayor proporción de secundarias tardías (59 %), con respecto a las secundarias iniciales (38

%) y comienzan a estar presentes especies más típicas de sotobosque dentro del grupo las especies climáticas (3 %) como ser: *Campomanesia guazumifolia* (Cambess.) O. Berg, *Eugenia involucrata* DC., *Sorocea bonplandii* (Baill.) W.C.Burger, Lanj. & Wess.Boer, *Trichilia catigua* A. Juss. y *Trichilia elegans* A. Juss.

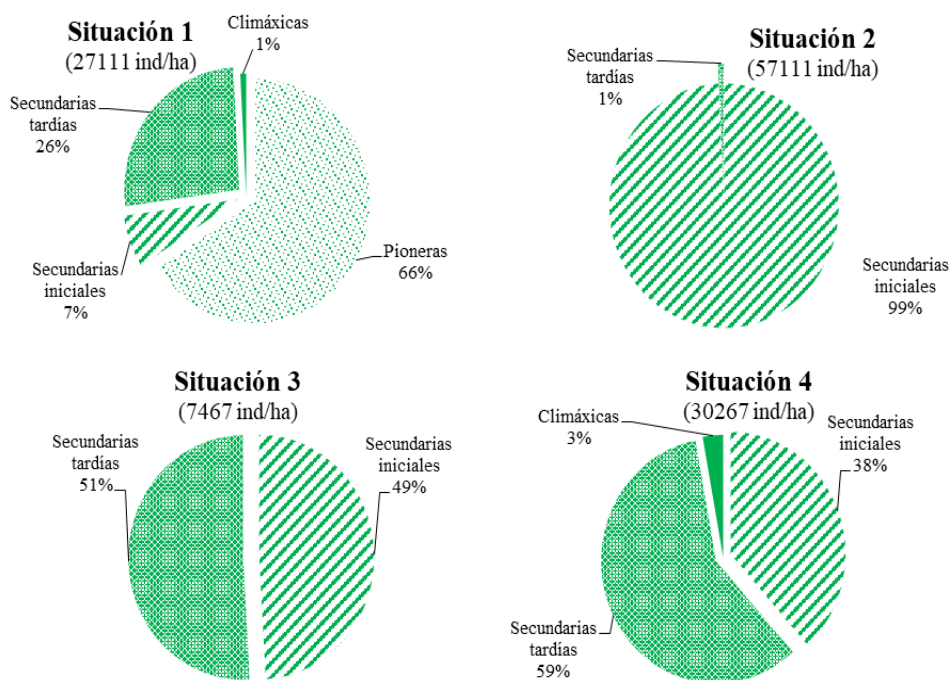
Se puede apreciar en la tabla 7 que las distintas situaciones presentan una marcada diferencia en cuanto a la composición de especies y a la abundancia de las mismas. Observándose la riqueza, podemos ver que la situación 4 comparte más especies con las situaciones 1 y 3, mientras que la 2 y 3 comparten varias de las especies. Cuando evaluamos cuantitativamente se mantiene la mayor similitud de la situación 4, con respecto a la 1 y 3, pudiendo ser la misma una respuesta de rebrote después de la quema con la primera y el avance en el estadio sucesional en la segunda, aunque hay que remarcar que los valores obtenidos son muy bajos lo que indica una diferencia en la composición de las especies presentes en las situaciones evaluadas. Sin embargo la situaciones 2 y 3 aunque se presentan una edad de inicio de la sucesión similar, evidencia que el uso puede ser considerado una limitante para la recuperación ya planteada en la evaluación del estrato arbóreo.



**Tabla 6: Cantidad de individuos de las especies más abundantes por situación (Ind / ha)**  
**Table 6: Number of individuals of the most abundant species by situation (Ind / ha)**

Especie	GE*	Situación 1	Situación 2	Situación 3	Situación 4
<i>Aegiphila brachiata</i> Vell.	I	-	8111	667	-
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	T	-	222	67	667
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Hieron. Ex Niederl.	I	-	-	67	1533
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	I	-	44444	267	-
<i>Cordyline sellowiana</i> Kunth	I	-	3889	600	-
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	T	1000	-	-	1467
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	I	0	111	267	667
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	T	2444	-	-	200
<i>Ilex dumosa</i> Reissek guaranina Loes.	T	-	-	-	1200
<i>Lonchocarpus campestris</i> Mart. ex Beneth.	I	-	-	400	667
<i>Matayba eleagnoides</i> Radlk.	I	444	-	1200	6667
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	I	889	-	-	5600
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees & Mart.	T	111	-	133	533
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	T	111	-	333	1000
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	T	1000	-	-	2000
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	T	111	-	1467	533
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	T	-	-	67	800
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	T	-	-	67	800
<i>Solanum granulolum-leprosum</i> Dunal	P	16556	-	-	-
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	P	1222	-	-	-
Otras especies		3222	333	1867	5933
<b>TOTAL</b> (Individuos / hectárea)		<b>27111</b>	<b>57111</b>	<b>7467</b>	<b>30267</b>

\* Grupo ecológico (GE): P (Pionera); I (Secundaria inicial); T (Secundaria tardía), C (Climáxica).  
 DAS CHAGAS E SILVA y SOARES-SILVA (2000).



**Grafico 6: Proporción de individuos por grupo ecológico para las situaciones.**  
**Graph 6: Proportion of individuals by ecological group for each situations.**

**Tabla 7: Similituden las situaciones en base a las especies de la regeneración.****Table 7: Similarity in situations based on the species of regeneration.**

Similitud de Jaccard				
	Situación 1	Situación 2	Situación 3	Situación 4
Situación 1	1	0	0,12	0,33
Situación 2	0	1	0,20	0,08
Situación 3	0,05	0,05	1	0,26
Situación 4	0,17	0,01	0,19	1
Similitud de Bray curtis				

## CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos, se concluye que las cuatro situaciones estudiadas presentan número de especies acordes a trabajos realizados en otros bosques secundarios y de otras historias de uso en Misiones. Particularmente en la situación de rozado sin uso posterior se observa una buena respuesta de la regeneración, mientras que el uso intensivo limita la respuesta de recuperación de la vegetación, comparado a una situación similar con un uso tradicional de las comunidades. En la situación de mayor tiempo de recuperación se podría interpretar una tendencia a un estancamiento en el desarrollo de los individuos posiblemente propiciada por la competencia como se aprecia en los valores estructurales.

Las especies del estrato arbóreo más abundantes en los primeros estadios corresponden a especies pioneras como *Trema micrantha* (L.) Blume y *Solanum granulolum-leprosum* Dunal, mientras en edades de sucesión más avanzadas esta última pueden ser acompañadas por *Ateleia glazioviana* Baill. como una secundaria inicial. Ya en situaciones de aproximadamente 40 años el estrato puede presentar como más abundante a *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. var. *paraguariensis*, *Ocotea puberula* (Rich.) Nees entre otras Lauraceae, las cuales responden a un comportamiento de secundarias tardías, acompañadas en el estrato por especies climáticas como *Campomanesia guazumifolia* (Cambess.) O. Berg, *Eugenia involucrata* DC. y *Trichilia catigua* A. Juss.

En la regeneración se observa en los primeros años de sucesión un predominio de *Solanum granulolum-leprosum* Dunal, en cambio en las situaciones de más edad se observa diferentes especies: en la situación de uso intensivo aparece *Baccharis dracunculifolia* DC. como secundaria inicial, mientras en situación de uso tradicional *Ocotea puberula* (Rich.) Nees y *Matayba eleagnoides* Radlk., la primera secundaria tardía y la segunda como secundaria inicial. En la situación de 40 años se aprecia todavía regeneración de *Matayba eleagnoides* Radlk., acompañada de varias especies de la familia Lauraceae.

También se observa que hay una gran disimilitud entre las situaciones expresados

cualitativamente y cuantitativamente, tanto para el estrato arbóreo como para la regeneración.

En líneas generales se aprecia que los grupos ecológicos estuvieron acordes según la situación de edad de abandono, pero las intensidades de uso de las zonas evaluadas influyen en la respuesta de la recuperación y las especies presentes. Por otro parte, sumado a las observaciones, se necesitarían evaluar técnicas de manejo que puedan favorecer al crecimiento individual de especies de interés disminuyendo la competencia y en este sentido se debería tener en cuenta no solo el tratamiento a aplicar sino también el momento más adecuado según el estadio sucesional que se encuentre presente zona bajo recuperación.

## AGRADECIMIENTO

En especial al Dr. Hector Alejandro Keller por su colaboración en la determinación de especies.

## BIBLIOGRAFÍA

CABRERA, A. 1994. Regiones Fitogeográficas argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. ACME S.A.C.I. Argentina. Tomo 1. Fascículo 1. 85p.

CABRERA, A.; WILLINK, A. 1980. Biogeografía de América Latina. Washington: OEA. (Monografía, 13). 117p.

C.A.R.T.A. 1963. Planaltimétricos y edafológico 2754 - 15 3 y 4.

DARWINION. 2017. Flora del Cono Sur. Instituto de Botánica Darwinion. <http://www.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/fa.html>. Consultado Octubre 2017.

DAS CHAGAS E SILVA, F. y Soares-Silva, L. 2000. Arboreal Flora of the Godoy forest state park, Londrina, PR. Brazil. Edinb. J. Bot. 57, 107-120.

- DESCHAMPS, J. y Ochoa, M. 1987. Estudios sobre las comunidades Posclimaxicas de Misiones. IV Jornadas Técnicas. Bosques Degradados Nativos. 36-45 p.
- DI BITETTI, M.; Placci, G.; e Dietz, L. 2003. Una Visión de Biodiversidad para la Ecorregión del Bosque Atlántico del Alto Paraná: Diseño de un Paisaje para la Conservación de la Biodiversidad y prioridades para las acciones de conservación. World Wildlife Fund. Washington, D.C. 154 p.
- FERNANDEZ, R.; Lupi, A.; Pahr, N.; O'Lery, H.; Brand, L. 1997, inédito. Relevamiento edafológico del predio de la Facultad de Ciencias Forestales (UNaM). Dpto. Guaraní, Misiones. Esc. 1:50000. 39 p.
- FRANGI, J; Arturí, M; Goya, J.; Vaccaro, S.; Píccolo, G. 2004. Ecología y Manejo de los bosques de Argentina. La sucesión secundaria del bosque subtropical y su importancia ecológica y agrícola en el centro y sur de Misiones. Editores Arturí, M.; Frangi, J.; Goya, J.
- HOLZ, S. 2007. Patrones de cambios durante la recuperación de la vegetación en campos agropecuarios abandonados del Bosque Atlántico del Alto Paraná. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UBA. Doctorado en Ciencias Biológicas.
- LÓPEZ CRISTÓBAL, L.; Vera. N. 1999. La diversidad florística del bosque secundario y primario de la Reserva Guaraní, Misiones, Argentina. Revista Yvyrareta. N° 9. 92-99 p.
- LÓPEZ CRISTÓBAL, L.; Vera, N.; Rivero, L.; Cortez P.; Dummel, C. 2016. Recuperación de áreas riparias y Bosques Protectores en predios de Arauco Argentina SA en Misiones. XVII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Posadas, Misiones. Conservación, Restauración, Mejoramiento. 2p.
- MAIOCCO, D; Stehr, A.; Dummel, C.; Perez, O. 2010. Desarrollo experimental de enriquecimiento y restauración en áreas degradadas del Bosque Atlántico del Alto Parana – BAAP – con pequeños productores: primeros resultados. 14<sup>as</sup> Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM - EEA Montecarlo, INTA -Eldorado, Misiones, Argentina. 8 p.
- MARTÍNEZ CROVETTO, R. N. 1968. Notas sobre la agricultura de los indios guaraníes de Misiones. *Etnobiológica* 10: 1-11p.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y DEPORTES DE LA NACIÓN. 2016. Pueblos indígenas en la Argentina; 8Mbya-guaraní. Yma roiko porã ve, "antes vivíamos muy bien". ISBN 978-987-4059-19-2. 34 p.
- MORENO, C. 2001. Métodos para medir la Biodiversidad. M&T – Manuales y Tesis SEA, vol. 1. CYTED. ORCYT – UNESCO. Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA). España. 83 p.
- KELLER, Héctor. 2007. Etnobotánica de comunidades guaraníes de Misiones, Argentina; valoración de la vegetación como fuente de recursos. Universidad Nacional del Nordeste. Facultad de Ciencias Agrarias. Doctorado Área Recursos Naturales. 183 p.
- KOZARIK, J. y Diaz Benetti, W. 1997. Los bosques naturales de Misiones. Principales factores que determinan su deterioro ambiental. II congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Comisión: Políticas, economía y educación. Misiones, Argentina.
- SILVA, F.; Eibl, B.; Bobadilla, E.; Winck, R. 2009. Registros meteorológicos en la Reserva Guaraní, Misiones, Argentina. Revista Yvyrareta. N° 16. Pp. 48-55.
- SOIL SURVEY STAFF. 1975. Soil taxonomy. Handbook 436 -758p.
- SOIL SURVEY STAFF. 1987. Keys to Soil Taxonomy. SMSS Technical. Monograph N°6.
- TORTORELLI, L. 2009. Maderas y Bosques Argentinos. Orientación Gráfica Editorial SRL. Buenos Aires. Segunda Edición. Pp. 1111.
- TRESSENS, Sara; Revilla, Víctor. 1997. Riqueza florística de un bosque nativo de 5.000 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.; López Cristóbal, L.; Sosa, G.; López, M. 2007. Evolución florística y estructural de un bosque secundario de la Reserva de Guaraní. Revista Yvyrareta. N° 14. 1-13 p.
- VERA, N.; Silva, F.; López Cristóbal, L.; García, D. 2012. Crecimiento de las principales especies de un bosque secundario de la Reserva de Guaraní, Misiones. Revista Yvyrareta. N° 19. 14-22 p.

# AMPLIFICACIÓN DE MARCADORES MICROSATÉLITES EN *Peltophorum dubium* (Spreng.) TAUB. (CAÑA FISTOLA) Y *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) (TIMBO), UTILIZANDO CEBADORES DE LA ESPECIE *Koompassia malaccensis* Benth. Y *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb.

AMPLIFICATION OF MICROSATELITE MARKERS IN *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (CAÑA FISTOLA) *Andenterolobium Contortisiliquum* (Vell.) (TIMBO), USING *Koompassia Malaccensis* Benth. *Andenterolobium Cyclocarpum* (Jacq.) Griseb as primers.

Fecha de recepción: 01/11/2017 // Fecha de aceptación: 12/12/2017

## RESUMEN

La fragmentación del hábitat es una realidad global, presente en la Selva paranaense. Entre las especies vulnerables y/o amenazadas por la fragmentación del hábitat, en este ecosistema, podemos mencionar a *Peltophorum dubium* (Caña fístula) y *Enterolobium contortisiliquum* (Timbó) que particularmente en Misiones, son de interés para la industria forestal y consideradas especies multipropósitos. No obstante, un uso sostenible de estas especies depende del manejo de la diversidad de especies presentes en estos paisajes y la variación genética dentro de estas. En Argentina no existe información acerca de la calidad genética que se conjuga con las características fenotípicas de dichas especies.

## SUMMARY

The habitat fragmentation is a global reality, and very present in the Atlantic Forest. Among the species vulnerable and / or threatened by habitat fragmentation, in the Atlantic Forest, we can mention *Peltophorum dubium* (Cañafistula) and *Enterolobium contortisiliquum* (Timbó), which particularly in Misiones, are among the most interest for the forest industry, considered as well as, multipurpose species. However, a sustainable use of these species depends on the management of the diversity of tree species present in landscapes and the genetic variation within them. In Argentina, there is no information about the genetic quality correlated with the phenotypic characteristics of these species.

**Fernando Niella**

**Patricia Rocha**

Docentes de la Facultad de Ciencias Forestales (FCF) - UNaM  
procha910@gmail.com

**Paola Ojeda**

Becaria del Instituto de Biología Molecular de Misiones (InBioMis) de la Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales - UNaM.

**Guido Petruszynski**

Ing. Forestal-FCF-UNaM

**Pedro Zapata**

**Mónica Otegui**

Docentes de la Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales- UNaM - CONICET-InBioMis

**Yvyrareta**  
Revista Forestal País de Árboles

En este sentido, los microsatélites son herramientas útiles para estudiar la diversidad genética y la estructura de las poblaciones. El objetivo del presente trabajo fue la amplificación inter-específica de regiones de microsatélites de *E. contortisiliquum*, utilizando cebadores diseñados para *E. cyclocarpum*, y de *P. dubium*, utilizando cebadores diseñados para *Koompassia malaccensis*. Los resultados obtenidos confirmaron la transferibilidad de los cebadores utilizados para *E. contortisiliquum* y *P. dubium*, amplificando regiones microsatélites de las especies estudiadas en poblaciones argentinas. Este es el primer estudio en Argentina que presenta microsatélites candidatos para *E. contortisiliquum* y *P. dubium*, que podrían ayudar en la caracterización del germoplasma.

**Palabras clave:** Timbo; Caña fistula; marcadores genéticos; diversidad genética; ADN

In this sense, microsatellites are very useful tools to study genetic diversity and the structure of populations. The aim of the present work was to achieve the inter-specific amplification of microsatellite regions in *E. contortisiliquum*, using primers designed for *E. cyclocarpum*, and in *P. dubium*, using primers designed for *Koompassia malaccensis*. The obtained results confirmed the transferability of the primers used for *E. contortisiliquum* and *P. dubium*, amplifying microsatellites of the species under study for Argentina ecosystem. This being the first report in Argentina, which presents microsatellite candidates for *E. contortisiliquum* and *P. dubium*, which could help in germplasm characterization.

**Key words:** Timbó; Caña fistula; genetic markers; genetic diversity; DNA

## INTRODUCCION

La fragmentación del hábitat es una realidad global y muy presente en la Selva paranaense. Las especies forestales, tanto en bosques tropicales como templados, son propensas a sufrir cuando la fragmentación reduce el tamaño de la población suficiente para que los efectos genéticos negativos como son la pérdida de variabilidad genética y depresión por endogamia, afectan su supervivencia a largo plazo, pudiéndolas llevar a un estatus de vulnerabilidad o extinción. La abundancia de las especies en los bosques tropicales y subtropicales es baja (de 0.1-1 árbol/ha), en fragmentos de bosques menores a 10 ha, por lo cual el efecto negativo de la fragmentación es un hecho inevitable (MAINAY HOWE, 2000). Entre las especies vulnerables y/o amenazadas por la fragmentación del hábitat, en la Selva paranaense podemos mencionar a *Peltophorum dubium* (Caña fistula) y *Enterolobium contortisiliquum* (Timbó), que particularmente en Misiones, se encuentran entre las de mayor interés para la foresto-industria por la calidad de su madera, situación que ha contribuido a la erosión genética de sus poblaciones por el aprovechamiento extractivo que se ha venido realizando en la provincia (MORI *et al*, 2013; NIELLA *et al*, 2016). Actualmente existe un progresivo interés en utilizarlas para plantación, por parte de pequeños y medianos productores rurales. Son especies identificadas como melíferas y de buena calidad para restauración de áreas degradadas y/o en sistemas consorciados agro-ganaderos o silvícola. Los municipios las demandan, en forma creciente, como ornamentales y representativas de la selva misionera en proyectos de parquización en áreas urbanas. Los productos y servicios proporcionados por los árboles en los bosques y tierras de cultivo, cubren las necesidades y promueven el bienestar de las personas en la región. Su valor depende del manejo de la diversidad

de especies de árboles presentes en el paisaje y la variación genética dentro de estas especies. Los beneficios de los árboles y sus recursos genéticos, sin embargo, a menudo no están bien cuantificados, dado que el comercio está frecuentemente fuera de los mercados formales, existe una multiplicidad de especies y formas en que los árboles son utilizados y gestionados, y la diversidad genética dentro de las especies a menudo no recibe la debida consideración (DAWSON *et al*, 2013).

Una combinación de indicadores ecológicos y moleculares proporcionarían herramientas para el monitoreo genético de los bosques (THOMAS *et al*, 2014). En Brasil se han llevado a cabo estudios de diversidad genética de *P. dubium* y *E. contortisiliquum*, utilizando marcadores isoenzimáticos y RAPD (DA CRUZ SANTANA *et al*, 2007; KAGEYAMA *et al*, 2003 y 2004). No obstante, en Argentina no existe información acerca de la calidad genética que se conjuga con las características fenotípicas de dichas especies. En este sentido, los microsatélites son herramientas muy útiles para estudiar la diversidad genética y la estructura de las poblaciones, con la particularidad de que pueden amplificarse mediante cebadores específicos complementarios a las regiones flanqueantes, que a menudo se conservan entre especies congénicas (OLIVEIRA *et al*, 2006 y PEAKALLET *et al*, 1998). La conservación de las regiones flanqueantes permite utilizar cebadores aislados de una especie particular, en otra estrechamente relacionada, lo que reduce el costo del aislamiento de cebadores específicos de especie (SOARES *et al*, 2013).

El objetivo del presente trabajo fue lograr la amplificación inter-específica de regiones de microsatélites en *E. contortisiliquum*, utilizando cebadores diseñados para *E. cyclocarpum*, descritos por PETERS *et al* (2008); y en *P. dubium*, utilizando cebadores diseñados para *Koompassia malaccensis*, descritos por LEE *et al* (2006). Los microsatélites obtenidos permitirán posteriormente, evaluar la

diversidad genética y contribuir a la conservación y manejo sustentable del recurso en estudio.

## MATERIALES Y METODOS

### Extracción de ADN

El ADN fue obtenido de las plúmulas de plántulas *E. Contortisiliquum* y *P.dubium*, germinadas in vitro según protocolo descrito por NIELLA *et al* (2013 y 2015).

Para la correcta extracción y purificación del ADN se utilizó el protocolo desarrollado por MURRAY y THOMPSON (1980) introduciendo modificaciones para estandarizar la técnica. La integridad del ADN se verificó en geles de agarosa al 1% teñido con Gel Red. Posteriormente los geles fueron visualizados bajo luz ultravioleta y fotografiada con cámara digital *Canon PowerShot G10*. Estas muestras fueron empleadas posteriormente en la amplificación por PCR.

### Amplificación de los marcadores microsatélites

Para la amplificación de marcadores microsatélites se ensayó la transferencia de 9 pares de cebadores de *E. cyclocarpum* descrito por PETERS *et*

*al* (2008) en 7 individuos de *E. contortisiliquum*; y de 8 pares de cebadores de *Koompassia malaccensis* descritos por LEE *et al*, (2006) en 4 individuos de *P. dubium*. Para ello, se estandarizaron las condiciones de amplificación (PCR) descritas por PETERS *et al* (2008), teniendo en cuenta principalmente: concentración de  $Cl_2Mg$ , concentración de desoxirribonucleótidos (dNTPs), concentración de cebadores, concentración de ADN y temperatura de hibridación. La visualización de la amplificación se verificó mediante electroforesis en gel de agarosa al 2% teñido con Gel Red utilizando un patrón de pesos moleculares (100 bpLadderPromega), visualizado bajo luz ultravioleta y fotografiada con cámara digital *Canon PowerShot G10*.

## RESULTADOS

A partir de semillas germinadas *in vitro* de *E. contortisiliquum*, se logró extraer 204,6  $\mu g/\mu l$  de ADN y 1,7 de pureza. Seestandarizaron las condiciones para amplificar 9 regiones microsatélites obteniéndose alelos dentro del rango esperado, con bandas de 206, 208, 182, 223, 262, 285, 149, 154 y 192 pb, respectivamente (Figura1).

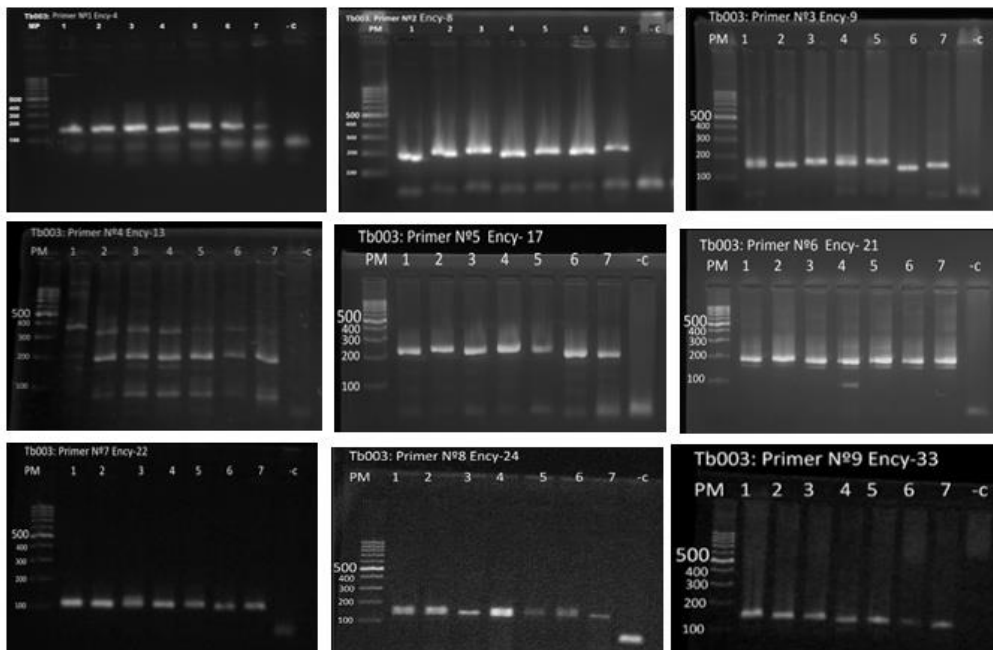
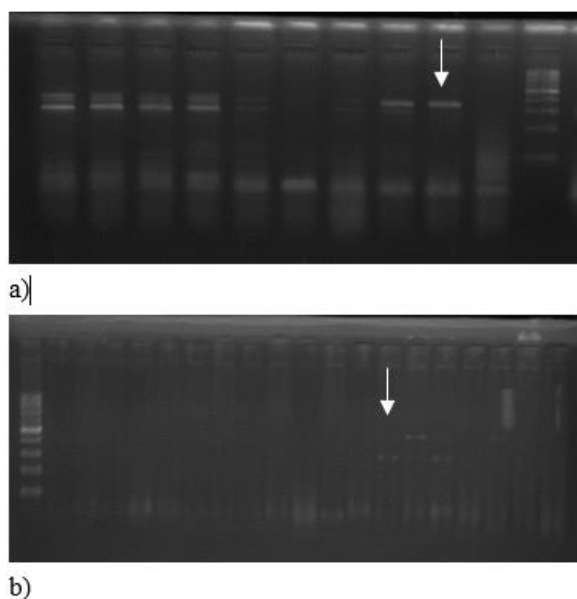


Figura 1: Gel de agarosa al 2% mostrando la amplificación, mediante la utilización de los 9 cebadores, a partir de ADN de la mues TB003 de Misiones. PM: Peso molecular (100 pb); Carriles 1-7: Amplificación de bandas; Carril 8: -C control negativo.

Figure 1: 2% agarose gel showing the amplification, using the nine primers, from DNA of the TB003 sample of Misiones. MW: Molecular weight (100 bp); Lanes 1-7: Amplification of bands; Lane 8: -C negative control.

Mientras que se amplificaron solo dos regiones microsatélites en *P. dubium*, de los 8 descritos por Lee y col. (2006) en *K. malaccensis*. La Figura 2 (a y b) muestra las amplificaciones de la región microsatélite a partir de los cebadores Kma017a y Kma172a. En el carril número 9 (de la imagen a) a la temperatura de 59,7 °C se observa una banda única sin productos inespecíficos de aproximadamente 300 pb según comparación con el peso molecular de 100 pb del último carril; mientras que en la imagen b, en el carril número 14 a la temperatura de 51,5 °C se observa una banda única sin productos inespecíficos de aproximadamente 300 pb según comparación con el peso molecular de 100 pb del primer carril.



**Figura 2: Corrida electroforética en gel de agarosa. Carriles 1 al 10 amplificaciones en gradiente creciente de temperatura. La flecha en la imagen a) indica el Locus: Kma017a y en b) indica el Locus: Kma172a.**

**Figure 2: Electrophoretic run on agarose gel. Lanes 1 to 10 amplifications in increasing temperature gradient. The arrow in the image a) indicates the Locus: Kma017a and in b) indicates the Locus: Kma172a.**

## DISCUSION

El presente trabajo consiguió extraer ADN de buena calidad y cantidad que permitió estandarizar las condiciones de ciclado de PCR para la amplificación de los microsatélites Ency-4, Ency-8, Ency-9, Ency-13, Ency-17, Ency-21, Ency-22, Ency-24, Ency-33 en *E. contortisiliquum*; y Kma017a y Kma 172a en *P. dubium* proporcionando los cebadores heterólogos. Los resultados fueron los esperables en cuanto al tamaño de amplicones, y se comprobó la transferibilidad de cebadores de *E. cyclocarpum* y *K. malaccensis* para

realizar estudios preliminares de microsatélites en las especies *E. contortisiliquum* y *P. dubium*.

Los microsatélites, o secuencia de repeticiones simples (SSR, por sus siglas en inglés), han sido la clase de marcadores más ampliamente utilizados en estudios genéticos, con aplicaciones en la conservación genética, la genética de poblaciones, la reproducción molecular y las pruebas de paternidad. Según OLIVEIRA *et al* (2006), esta gama de aplicaciones se debe al hecho de que los marcadores de microsatélites son codominantes y multialélicos, altamente reproducibles, alta resolución y se basan en la reacción en cadena de la polimerasa. A su vez, remarca que la tasa de éxito de transferibilidad de los microsatélites entre las especies relacionadas depende de la similitud genética entre ellos. Es así, que TOPCU *et al* (2016), estudiando la transferibilidad de 110 pares de cebadores SSR desarrollados para *Pistacia vera* L. a especies silvestre de *Pistacia*, observaron que 100 pares fueron transferidos a por lo menos una de las especies de *Pistacia*, con una tasa de transferibilidad del 81%. En Dalbergiasp., DE OLIVEIRA BUZATTI *et al* (2016) utilizaron 18 marcadores microsatélites, desarrollados y caracterizados para dos especies del género *Dalbergia* (*Dalbergia nigra* y *Dalbergia monticola*), para su transferencia a otras seis especies de *Dalbergia*; si bien la transferencia fue exitosa para las seis especies, el número de microsatélites transferidos fue variable según la especie, con una tasa de éxito promedio de transferibilidad del 60%. PEAKOLL *et al* (1998) investigando la transferibilidad de 31 marcadores SSR entre especies del género *Glycine*, observaron que un 65% de los marcadores amplificaron en especies pertenecientes al género *Glycine*, mientras que la transferibilidad en otros géneros, de leguminosas, fue muy baja (3-13%). Lo expuesto más arriba, concuerda con nuestros resultados, dado que entre *E. contortisiliquum* y *E. cyclocarpum*, se pudieron transferir el 100% de los microsatélites, mientras que entre *P. dubium* y *K. malaccensis*, solo el 25% de los microsatélites han sido transferidos.

El presente trabajo, confirma la transferibilidad de los cebadores utilizados para *E. contortisiliquum* y *P. dubium*, reconociendo secuencias conservadas y permitiendo establecer microsatélites de la especie estudiada para las poblaciones argentinas. Siendo este el primer estudio, en Argentina, que presenta microsatélites candidatos para *E. contortisiliquum* y *P. dubium*, que podrían ayudar en la caracterización del germoplasma.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue desarrollado en el marco del proyecto SILVA 17, financiado por Proyecto Conservación de la Biodiversidad en Paisajes Productivos Forestales-GEF 090118 y la Convocatoria Especial UNaM 2015.

## BIBLIOGRAFIA

- DA CRUZ SANTANA, G.; Silva Mann, R.; Ferreira, R. A.; BomfimGois, I.; Dos Santos Oliveira, A.; De JesusBoari, A.; Alvares Carvalho, S. V.;Árvore, R. 2008. Diversidade genética de *Enterolobium contortisiliquum* (vell.) morong. nobaixo rio são francisco, por meio de marcadores RAPD. Viçosa-MG, v.32, N°3: 427-433.
- DE OLIVEIRA BUZATTI, R. S.; Chicata, F. S. L.; M;Lovato, M. B. 2016. Transferability of microsatellite markers across six *Dalbergia* (Fabaceae) species and their characterization for *Dalbergia miscolobium*. *BiochemicalSystematics and Ecology* 69: 161-165
- DAWSON, I.K., Guariguata, M.R., Loo, J., Weber, J.C., Lengkeek, A., Bush, D., Cornelius,J., Guarino, L., Kindt, R., Orwa, C., Russell, J., Jamnadass, R., 2013. What is the relevance of smallholders' agroforestry systems for conserving tropical treespecies and genetic diversity in circa situm, in situ and ex situ settings? *Areview. Biodivers. Conserv.* 22, 301–324.
- FERRERO, BRIAN. 2005. Estudio de la gestión territorial y de los recursos naturales, de la población rural del Área de Influencia de la Reserva de Biosfera Yabotí –Argentina-. Buscando alternativas para un desarrollo local sustentable en torno a una Reserva de Biosfera. Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales Universidad Nacional de Misiones. 184 pp.
- KAGEYAMA, P.; Caron, D; Gandara, F; Dagoberto do Santos, J. 2004. Capítulo 9: Conservación de fragmentos silvícolas de Mata Atlântica en el Estado de São Paulo, Brasil. In: *Challenges in Managing Forest Genetic Resources for Livelihoods: Examples from Argentina and Brazil.* Eds.: Vicenti, B.; Amaral, W.; Meillur, B. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- KAGEYAMA, P.Y.;Sebbenn, A.M.; Ribas, L.A.; Gandara, F.B.; Castellen, M.; Percin, M.B.; Vencovsky, R.2003 Diversidade genética emespécies arbóreas tropicais de diferentes estágiosuccionais por marcadores genéticos. *ScientiaForestalis*, N° 64: Pp.: 93-107
- LEE, C. T.; Lee, S. L.; Faridah Q. Z; Siraj, S. S.2006. Isolationandcharacterizationofmicrosatellitemarkers in*Koompassiamalaccensis*(Leguminosae), na important tropical timberspecies. *Molecular Ecologynotes*, 6: 1198–1201.
- MAINA, G. G.; Howe, H. F. 2000. Inherent Rarity in Community Restoration. *Conservation Biology*, Vol. 14, No. 5: 1335-1340
- MORI, E.; Sebbenn, A.; Tambarussi, E.y Gurie, R.2013. Sistema de reprodução em populações naturais de *Peltophorum dubium*. *Sci. For.*, Piracicaba, v. 41, n. 99, p. 307-317.
- PETERS,M. B.; Hagen,C.; Trapnell,D. W.; Hamrick,J. L.; Rocha,O.;Smouse, P. E. Glenn, T. C. 2008. Isolation and characterization of microsatellite loci in the Guanacaste tree, *Enterolobiumcyclocarpum*.*Molecular Ecology Resources* N°8: 129–131.
- MURRAY M. G.;Thompson, W. F. 1980. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA. *NucleicAcidsResearch* N°8: 4321-4326.
- NIELLA,F.; Rocha, P.; Eibl, B.; Bohren, A.; Ayala, L.; Conti, P.; Franco, M. 2016. Sección Propagación.Desarrollo de técnicas de propagación clonal para la utilización sostenible de especies forestales nativas multipropósitos y/o fijadoras de nitrógeno y productos forestales no madereros.En: *Investigación Forestal 2011-2015: Los Proyectos de Investigación Aplicada.* Buenos Aires: Ministerio de Agroindustria. Unidad para el cambio rural -UCAR. Pp.: 386 - 389.
- NIELLA, F.; Rocha, P.; Eibl, B.; Bohren, A.; Ayala L.; Conti, P.; Franco, M.; Radins, M. 2013. Desarrollo de técnicas de propagación clonal para la utilización sostenible de especies forestales nativas multipropósitos y/o fijadoras de nitrógeno y productos forestales no madereros. Publicado en el 4to Congreso Técnico PIA 10031-UCAR-MINAGRI-Buenos Aires-Argentina.
- OLIVEIRA, E.J., Padua, J.G., Zucchi, M.I., Vencovsky, R., Vieira, M.L.C. 2006. Origin, evolution and genome distribution of microsatellites. *Genet. Mol. Biol.Ribeirao Preto* 29-2, 294-307
- PEAKALL, R.; Gilmore, S.; Keys, W.; Morgante, M.;Rafalski, A. 1998. Cross-Species Amplification of Soybean (*Glycine max*) Simple Sequence Repeats (SSRs) Within the Genus and Other Legume Genera: Implications for the Transferability of SSRs in Plants. *Molecular Biology and Evolution*, Volume 15, Issue 10, Pages 1275–1287
- THOMAS, E.; Jalonen, R.; Loo, J.; Boshier, D.; Gallo, L.; Cavers, S.; Bordács, S.; Smith, P.; and Bozzano, M. 2014. Genetic considerations in ecosystem restoration using native tree species. *Forest Ecology and Management* 333 (2014) 66–75
- TOPCU, H.; Coban, N. and Kafkas, S. 2016. Novel microsatellite markers in *Pistacia vera* L. and their transferability across the genus *Pistacia*. *Scientia Horticulturae* 198 (2016) 91-97.



SOARES, T. N.; Sant'Ana, L. L.; Oliveira, L. K.; Telles, M. P. C.; Collevatti, R. G., 2013. Transferability and characterization of microsatellite loci in *Anacardium humile* A. St. Hil. (Anacardiaceae). Genet. Mol. Res. 12, 3146-3149.

# REVISION DE LA EVOLUCION DE LOS BOSQUES IMPLANTADOS DE MISIONES Y LOS REGIMENES DE PROMOCION

## REVISION OF EVOLUTION OF THE IMPLANTED FORESTS OF MISIONES AND THE PROMOTION REGIMES

Fecha de recepción: 11/09/2017// Fecha de aceptación: 21/12/2017

### **Ramón Alejandro Friedl**

Ing. Ftal. M.Sc. En Ciencias Forestales. Profesor Titular de Dasometría. Facultad de Ciencias Forestales – UNaM, Bertoni 124, Eldorado, Misiones. [afriedl@facfor.unam.edu.ar](mailto:afriedl@facfor.unam.edu.ar)

### **Oscar Arturo Gauto**

Ing. Ftal. M.Sc. En Ciencias Forestales. Profesor Asociado de Política y Legislación Forestal y Ordenación Forestal. Facultad de Ciencias Forestales – UNaM, Bertoni 124, Eldorado, Misiones. [oagauto@yahoo.com.ar](mailto:oagauto@yahoo.com.ar)

### **Juan Ángel Gauto**

Ing. Ftal. Subsecretario de Desarrollo Forestal de la Provincia de Misiones. Profesor Asociado de Sociología y Extensión Rural. Facultad de Ciencias Fores

### RESUMEN

Se analiza la evolución de las superficies de plantaciones forestales en la Provincia de Misiones desde 1940 al 2014, los regímenes de promoción y la asociación entre ambos. El ritmo de crecimiento ha variado de 1.808 ha/año en el periodo de 1940 a 1968 cuando se realizó el Primer Censo Forestal Provincial y dicha tasa pasó a un valor anual de 3.735 ha si consideramos el periodo 1940 hasta el Segundo Censo Forestal Provincial de 1971, periodo donde se encontraba en vigencia las promociones previstas en la ley 13.273 y pasó a 5.392 ha/año entre 1971 y 2001, entre el Segundo Censo Forestal Provincial y el Primer Inventario Forestal Provincial, cuando estuvieron en vigencia la ley 22.211 y la ley 25.080 desde 1999. Entre 2001 y 2014 estuvieron en vigencia las leyes 25.080 y 26.432, la tasa decrecimiento fue de 9.866 ha/año. La superficie total al año 2014 alcanzó los 405.824 ha, con una tasa de aumento promedio de 5.484 ha/año. Respecto a la superficie del género *Eucalyptus* la tasa más alta de 3936 ha/año se da en el periodo 2010–2014, con la vigencia de las Leyes 26.432 y XVI 106.

### SUMMARY

The evolution of the areas of forest plantations in the Province of Misiones from 1940 to 2014, the promotion regimes and the association between the two are analyzed in this work. The rate of growth has varied from 1,808 ha / year in the period from 1940 to 1968 when the First Provincial Forestry Census was held and this rate increased to an annual value of 3,735 ha if we consider the period 1940 until the Second Provincial Forestry Census of 1971, period in which the promotions provided for the Law 13.273 were valid, and increased to 5,392 hectares / year between 1971 and 2001, between the Second Provincial Forestry Census and the First Provincial Forestry Inventory, when the Law 22.211 and the Law 25.080 were in force since 1999. Between 2001 and 2014 the Laws 25.080 and 26.432 were in force, the growth rate was 9,866 ha / year. The total area in 2014 reached 405,824 ha, with an average rate of increase of 5,484 ha / year. Regarding the surface of the genus *Eucalyptus*, the highest rate of 3936 ha / year was in the period 2010–2014, with the validity of Laws 26.432 and XVI 106. The total areas and the variation rates of the forested areas were in increase and depended

Las superficies totales y las tasas de variación de las superficies forestadas fueron en aumento y dependieron de los sistemas de fomento. Se recomienda estudiar y debatir el valor final que alcanzará la superficie total de bosques implantados de la Provincia.

**Palabras Clave:** Plantaciones forestales, Sistemas de Fomento.

## INTRODUCCION

En la economía de la República Argentina, la actividad foresto-industrial no es de las más notables, sin embargo adquiere relevancia en la Región Mesopotámica y especialmente en la Provincia de Misiones, donde la misma es una de las más importantes.

Las superficies de bosque plantados en una región, dependen de varios factores, como la demanda de madera por parte de las industrias, de la infraestructura de viveros y empresas de servicios forestales, de las acciones de extensión a productores y de los sistemas de promoción de los estados nacional y provincial.

En esta Provincia aunque las actividades silvícolas vinculadas al bosque nativo datan de mucho tiempo atrás, a principio de los '40 se inician las plantaciones forestales y la instalación de la primera planta de celulosa en Puerto Piray FREAZA (2002).

A partir de esa época, las plantaciones forestales han ido creciendo en superficie e importancia y han sido beneficiadas desde el estado a través por diversos sistemas de fomento, que propiciaban el crecimiento de dicha actividad productiva.

El sector forestal genera una proporción significativa del producto bruto geográfico de la Provincia y tiene relevantes repercusiones económicas, técnicas, sociales y ambientales.

### Objetivos

Revisar la evolución de las superficies de bosques implantados de la provincia.

Examinar la secuencia de instrumentos de promoción de las plantaciones forestales a nivel nacional y provincial.

Analizar la relación entre superficies e instrumentos de promoción.

### Hipótesis

El aumento de la superficie de bosques implantados de la Provincia y los sistemas de promoción o incentivos a las mismas están relacionados.

## DESARROLLO

### Métodos

on the promotion systems. It is recommended to study and discuss the final value that will reach the total area of implanted forests of the Province.

**Key words:** Forest Plantation, Promotion Systems

La metodología aplicada en la realización del trabajo contempla las siguientes 5 etapas:

Revisión De Los Antecedentes En Relevamientos De Los Bosques Implantados de la Provincia.

Revisión De Los Antecedentes De Sistemas De Promoción De Forestaciones A Escala Nacional Y Provincial

Análisis De La Relación Entre La Tasas Y Los Sistemas De Promoción

Para lo cual se determinaran:

Balace Periódico de Superficies: Considerando que la superficie final de un periodo de tiempo está dada por la superficie inicial, sumada a la superficie de plantaciones realizadas en ese período y la resta principalmente de las superficies cosechadas o taladas y de las que fueron afectadas por factores no controlados como incendios, heladas, plagas, enfermedades, vientos y granizos, el balance se realizará empleando la ecuación 1, que se utilizó en los últimos periodos de tiempo donde había información de las plantaciones:

$$S_2 = S_1 + P - C \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

$S_2$  = Superficie al final del periodo analizado (ha)

$S_1$  = Superficie al inicio del periodo analizado (ha)

$P$  = Superficie plantada durante el periodo (ha)

$C$  = Superficie cosechada o perdida durante el periodo (ha)

Las Tasas, Velocidades De Variación o Incrementos Netos Anuales De Las Superficies De Bosques Implantados, que se realiza empleando la ecuación 2:

$$T = (S_2 - S_1) / (A_2 - A_1) \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde:

$T$  = Tasa o velocidad de cambio o incremento neto de la superficie (ha/año)

$S_2$  = Superficie al final del periodo analizado (ha)

$S_1$  = Superficie al inicio del periodo analizado (ha)

$A_2$  = Año final del periodo analizado

$A_1$  = Año inicial del periodo analizado

Ajuste y comparación de líneas de tendencia

Se ajustaron y compararon las funciones lineales y cuadráticas de las superficies totales de bosques implantados en función del tiempo desde 1940.

Considerando:

S = Superficie al final del periodo analizado (ha)

T = Tiempo transcurrido desde el inicio del periodo analizado (años)

### Revisión de los antecedentes en relevamientos de los bosques implantados de la Provincia

Existen varios antecedentes en Misiones, relativos al relevamiento de los bosques implantados a escala provincial entre 1967 y 2014, THREN et al. (1994) y SDESFOR (2016).

Dichos antecedentes son descriptos resumidamente a continuación:

Entre 1967 y 1968 se realizó el Primer Censo Forestal a través de la Asociación de Plantadores Forestales, con el Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia y el Centro de Estudios del Bosque Subtropical (CEBS). El objetivo fue determinar la distribución geográfica de las forestaciones existentes en la Provincia de Misiones por edades y por especies.

Considerando solamente las plantaciones de más de una hectárea, se registraron un total de 50.620 ha, de las cuales 21.921 correspondían a *Araucaria*, 22.032 a *Pinus* y 6.667 a otros. Las informaciones tabulares fueron acompañadas en esa oportunidad con un Mapa de Distribución General de *Araucaria angustifolia*, que indicaba en escala 1:250.000 la localización de las forestaciones realizadas con dicha especie.

Durante el año 1971, el Servicio Forestal Nacional y la Dirección de Estadísticas de la Provincia de Misiones, realizaron un Segundo Censo Forestal a fin de recoger, recopilar, evaluar y publicar datos de las forestaciones hechas con el propósito de producir materia prima industrial.

Los resultados presentados constan de información tabular, gráficos descriptivos de la distribución por edades y cartografía de la distribución geográfica de las forestaciones.

Se consideraron solamente las plantaciones con fines industriales en macizos de más de 1 ha de superficie. Se reportaba para dicho año un total de 77.793 ha de las cuales 22.226 correspondían a *Araucaria*, 48.841 a *Pinus*, 4.896 a *Eucaliptus* y 1.830 a otros.

La Asociación de Plantadores Forestales estimó lo plantado entre 1972 y 1974 registraba a fines de este año un total de 115.793 ha forestadas, de las cuales 23.726 correspondía a *Araucaria*, 84.841 a *Pinus*, 4.896 a *Eucaliptus* y 2.330 a otros.

En 1980 se realizó el Tercer Censo de Plantaciones Forestales de la Provincia, a través de un Convenio entre el Gobierno Provincial y Nacional, con la intervención de los siguientes organismos: la Dirección General de Bosques del

Ministerio de Asuntos Agrarios y la Dirección General de Estadísticas y Censos de la Secretaría de Planeamiento por la Provincia de Misiones, mientras que el Instituto Forestal Nacional lo hacía por el Gobierno Nacional.

El operativo se realizó en toda la Provincia, utilizándose el sistema de Declaraciones Juradas que fueron presentadas por los propietarios o sus representantes en los centros receptores habilitados al efecto, tales como Delegaciones del Ministerio de Asuntos Agrarios, Municipalidades, Oficinas de extensión del INTA y algunas Cooperativas.

La Dirección General de Estadísticas y Censos fue la responsable de la dirección y ejecución del relevamiento y de la publicación de los resultados finales. La información presentada fue básicamente tabular, indicando superficies por especies, edades, departamentos y totales.

Se registraron en dicha oportunidad 184.193,6 ha forestadas totales, de las cuales 21.810,2 eran de *Araucaria*, 147.605,2 de *Pinus*, 4.989,3 de *Eucaliptus*, 7.485,2 de *Melia* (Paraíso) y 2.303,8 de otros géneros.

En 1984, se realizó el Cuarto Censo Forestal de la Provincia que estuvo a cargo de la Dirección General de Estadísticas y Censos dependiente de la Secretaría de Planeamiento del Gobierno de la Provincia. Como novedad se incluyó también el relevamiento de la superficie cubierta con bosques nativos, así como la cantidad de raleos de las plantaciones. Operativamente se utilizó el sistema de declaraciones juradas similar al censo anterior.

Como en el caso anterior, la información presentada fue básicamente tabular, indicando superficies por especies, edades, departamentos y totales, agregándose datos referentes a estratos de tamaños de forestación, cantidad de raleos e información referente al monte nativo.

Se registraron en dicha oportunidad 195.257,5 ha forestadas, de las cuales 26.202,3 pertenecían a *Araucaria*, 149.890,8 a *Pinus*, 5.382,7 a *Eucaliptus*, 11.525,8 a *Melia*, 1.395,6 a *Pawlonia* (Kiri) y 863,3 a otros géneros.

El Programa Mapa Forestal de la Provincia se realizó entre 1984 y 1987 a través de un Convenio entre el Gobierno de la Provincia, representado por el Ministerio de Ecología y la Universidad Nacional de Misiones, representada por la Facultad de Ciencias Forestales de Eldorado y su objetivo principal era confeccionar dicho mapa.

En dicho trabajo se han utilizado fotografías aéreas obtenidas en relevamientos aerofotogramétricos parciales de la Provincia, realizados en 1979, 1980, 1981 y 1985, con escalas que oscilaban entre 1:20.000 y 1:50.000, así como mapas catastrales de la Dirección de Catastro de la Provincia, que contemplan una división de la superficie provincial en Departamentos, Municipios, Sección y Lotes Catastrales.

Se excluyeron del relevamiento las áreas urbanas y aquellas desprovistas de recubrimiento Aero fotogramétrico, habiéndose relevado 2.489.185 hade las 2.980.310 con que cuenta la Provincia.

Se presentaron informaciones tabulares y cartográficas, para cada departamento de la provincia. Los resultados indicaron un total de 171.024,4 ha forestadas, que incluían 140.464,0 de *Pinus*, 17.765,0 de *Araucaria*, 6.034,9 de *Eucaliptus* y 6.760,2 de otros géneros.

La Provincia de Misiones realizó un Inventario Forestal Provincial, entre los años 1999 y 2001, cuyos resultados fueron publicados en el cual se presentaban: resumen, introducción, organización, metodología, resultados, cartografía y escenarios productivos. Entre los resultados se registraron las superficies total de forestaciones 277.565ha totales, de las cuales 263.668 ha eran de Coníferas y 13.896 ha de *Eucaliptus*.

Entre 2009 y 2010 se ejecutó otro proyecto que preveía además del fortalecimiento de la Secretaría de Desarrollo Forestal de la Provincia, el desarrollo o ejecución de los siguientes cuatro componentes cuyos objetivos específicos eran:

- a. Desarrollar el Sistema de Información Foresto Industrial Provincial (SIFIP)
- b. Preparar de la Plataforma Aero fotogramétrica Parcelaria Rural
- c. Inventario y Simuladores de producción forestal de Bosques cultivados:
- d. Censo de industrias forestales:

Se obtuvieron diversos resultados de acuerdo a los componentes desarrollados, en cuanto a la Cartografía digital y la determinación de las superficies de plantaciones forestales por géneros botánicos se obtuvieron los siguientes resultados (SDESFOR, 2010).

**Tabla 1. Superficies obtenidas según género botánico – Proyecto SIFIP (2010).**

**Table 1. Surfaces obtained according to botanical genre - SIFIP Project (2010).**

Genero	Sup. (ha)	%
<i>Pinus</i>	302.383	82,81
<i>Eucaliptus</i>	25.157	6,89
<i>Araucaria</i>	16.310	4,47
<i>Melia</i>	6.917	1,89
<i>Pawlonia</i>	4.743	1,30
<i>Toona</i>	3.944	1,08
<i>Grevillea</i>	1.969	0,54
Otros	3.719	1,02
<b>Total</b>	<b>365.142</b>	<b>100,00</b>

De modo que los tres géneros *Pinus*, *Eucaliptus* y *Araucaria* totalizan 343.850 ha y representaban el 94,17 % de la superficies de los bosques implantados de la Provincia, mientras que los demás géneros totalizaban 21.292 ha, o sea un 5,83 % del total.

En 2014 se actualizaron las superficies de bosques implantados de la provincia. Parte de los resultados obtenidos, levemente corregidos para compatibilizar la superficie total estimada al 2015, se presentan en la Tabla 2, SDESFOR (2016).

**Tabla 2. Superficies implantadas en Misiones en 2014 según género botánico (2014).**

**Table 2. Surfaces implanted in Misiones in 2014 according to botanical genre (2014).**

Género	Sup. (ha)	%
<i>Pinus</i>	332.255	81,90
<i>Eucaliptus</i>	40.902	10,10
<i>Araucaria</i>	16.050	4,00
<i>Melia</i>	5.068	1,20
<i>Toona</i>	3.700	0,90
<i>Pawlonia</i>	3.110	0,80
<i>Grevillea</i>	2.465	0,60
<i>Hovenia</i>	36	0,00
Otros	2.238	0,60
<b>Total</b>	<b>405.824</b>	<b>100,00</b>

### Revisión de los Antecedentes de Los Sistemas De Fomento/Promoción De las Forestaciones Nacional y Provincial

Se describen a continuación en forma resumida los instrumentos legales tendientes a favorecer/desarrollar/incentivar de manera sistemática el accionar del sector foresto-industrial en el área geográfica objeto de este estudio, que fueron tomados de los mismos textos de las leyes publicadas por los estados nacional y provincial, en una secuencia cronológica.

La Ley Nacional 13.273 de la Defensa, Mejoramiento y Ampliación de los Bosques; fue promulgada el 30 de septiembre de 1.948; en su Art. 4 establecía que “Las provincias que se acojan al régimen de la presente ley gozarán de los beneficios siguientes”:

- a) Participación en la ayuda federal, afectada a obras de forestación y reforestación;
- b) Régimen del crédito agrario hipotecario o especial para trabajos de forestación y reforestación en bosques de propiedad provincial o comunal.

El régimen de fomento de la ley 13.273 se da en el capítulo VII entre los artículos 57 al 63, donde se preveía el apoyo a las actividades forestales con instrumentos tales como exenciones impositivas; créditos de régimen especial para las actividades de forestación y reforestación, industrialización y comercialización de productos forestales; se liberaba del pago del impuesto a las ganancias (el entonces llamado impuesto a los réditos) de las utilidades dedicadas a las actividades de reforestación y mejoras silvícolas en general; en su artículo 62 facultaba al Poder Ejecutivo Nacional a implementar una serie de instrumentos adicionales para apoyar el desarrollo del sector. Con esta batería de instrumentos se inicia el periodo de apoyo estatal decidido al sector forestal. Con sus altibajos siempre han estado presentes en mayor o menor medida.

El régimen de fomento establecido por la ley 13.273 fue modificado por diversas normas jurídicas posteriores. La ley 20531, sancionada el 30 de agosto de 1973, crea una nueva institucionalidad forestal en la Argentina con el Instituto Forestal Nacional (IFONA) que funcionaba como ente autárquico. Esta misma ley, modifica varios artículos de la 13273 y también, en su artículo 3, introduce modificación al artículo 50 de la ley 11682 de impuesto a los réditos, permitiendo el avalúo forestal, computando como precio de inventario al crecimiento anual acumulado de las forestaciones, que luego impacta sobre el impuesto a las ganancias por disminución del monto imponible. También cada avalúo permitía deducir su valor del impuesto a los réditos anuales.

En febrero del año 1974, con el Decreto 465 se tornaron operativas las disposiciones establecidas en las leyes 13.273 y 20.531, estableciendo en mayor detalle los procedimientos, con énfasis en la desgravación del impuesto a las ganancias. Entre otras cosas no menos importante este Decreto permite inscribir a la forestación como bien de familia, lo cual le da el carácter de inembargable al bien GARTLAND (2012).

Bajo este régimen, se generó una oleada de inversiones en forestación marcando si se quiere el inicio de la actividad en forma masiva en el país.

En 1977 se promulgó la Ley Nacional 21.695, denominada "Plan Nacional de Forestación" publicada en el Boletín oficial el 5 de Diciembre de 1977. Esta ley deroga el régimen de fomento anterior, al derogar el decreto 465/74, estableciendo un nuevo régimen de fomento, basado en la presentación y aprobación previa de los planes forestales, contra el cual se emitían certificados fiscales equivalentes a ayudas económicas de monto fijo por ha de forestación. Este monto cubría entre el 20 y 70% de los costos para forestar, el cual se pagaba con un certificado de crédito fiscal. Una parte del certificado era emitido al aprobarse el plan forestal, otra al iniciarse la obra de forestación, al año de aprobado el plan y el certificado final a los

dos años de la aprobación del plan. A diferencia del régimen anterior, este régimen funcionó sobre un monto presupuestario fijo aprobado cada año fiscal. La ley facultaba el Ministerio de Economía de la Nación, a proponer anualmente el Plan Nacional de Forestación; las previsiones presupuestarias para la ejecución del plan; los costos actualizados de forestación y reforestación a reconocer por el Instituto Forestal Nacional durante el primer año del quinquenio, por hectárea, zona y especie y los niveles de promoción a otorgar a las actividades de plantaciones forestales por hectárea, zona y especie.

Aunque no fue muy utilizada para llevar adelante inversiones de tipo forestal, citamos que en 1980 se promulga la Ley 22.211 y su decreto reglamentario 1.848/80, establecieron un régimen de desgravación fiscal para inversiones en tierras de baja productividad a fin de incrementar la producción de las mismas. Estableciendo una mecánica de recuperación de terrenos para utilizar en la producción agropecuaria que normalmente serían marginales o de muy escaso rendimiento.

La ley determina el concepto de baja productividad fundándolo en cuatro razones: tierras áridas, anegadizas, con problemas de salinidad y superficies boscosas.

La norma no impone la obligación de eliminar la condición de aridez como limitante para incrementar la productividad, lo cual puede conseguir a través de una estructura adecuada. Cuando la limitante es el monte, debía ser eliminado. Lo mismo en los casos de anegamiento y salinidad. Además, formulaba un régimen de libertad responsable, permitiendo a los contribuyentes del impuesto a las ganancias, desgravar las inversiones que realizan en el sentido indicado.

La desgravación impositiva que permitía esta ley era otorgada a quienes acreditaban, bajo cualquier título, la tenencia del predio rural sobre el que se asentaban las inversiones y, a quienes efectúen aportes directos de capital o integren acciones con titulares de planes de inversión en tierras rurales de baja productividad.

Los mencionados beneficios impositivos consistían básicamente en:

(a) Dedución del impuesto a las ganancias sobre las sumas efectivamente invertidas en las obras y acciones que eliminaban las condiciones limitantes de la productividad.

(b) Exención del impuesto a las ganancias, sobre la ganancia neta originada en el incremento de producción de tierras de baja productividad en el presente régimen. Este beneficio se otorgaba por un período máximo de 5 años, pudiendo extenderse a 10 años, respecto de las explotaciones ubicadas en áreas de frontera o al sur del Río Colorado (excepto la zona del Alto Valle del Río Negro).

En las últimas décadas, dichas acciones de fomento se realizaron en el marco de la Ley Nacional

Nº 25.080, sancionada y promulgada en 1999 y su modificación y prórroga la Ley Nacional Nº 26.432 sancionada y promulgada en 2008; las cuales establecen un régimen de promoción de las inversiones, para fomentar que se efectúen nuevos emprendimientos forestales y las ampliaciones de los bosques existentes.

El Art. 4 de la Ley Nacional 25.080, establece que se entiende "por bosque implantado o cultivado, el obtenido mediante siembra o plantación de especies maderables nativas y/o exóticas adaptadas ecológicamente al sitio, con fines principalmente comerciales o industriales, en tierras que, por sus condiciones naturales, ubicación y aptitud sean susceptibles de forestación o reforestación y que al momento de la sanción de la ley no estén cubiertas por masas arbóreas nativas o bosques permanentes o protectores, estos últimos definidos previamente como tales por las autoridades provinciales, salvo la existencia de un plan de manejo sustentable para bosques degradados a fin de enriquecerlos, aprobado por la provincia respectiva".

Benefician asimismo, la instalación de nuevos proyectos foresto-industriales y las ampliaciones de los existentes, siempre y cuando aumenten la oferta maderera a través de la implantación de nuevos bosques. Dichos beneficios deben guardar relación con las inversiones efectivamente realizadas en la implantación.

Son favorecidos con dichos beneficios, las personas físicas o jurídicas que realicen efectivas inversiones en las actividades objeto dichas leyes.

Las actividades comprendidas en el régimen instituido por dichas leyes son: la implantación de bosques, su mantenimiento, el manejo, el riego, la protección y la cosecha de los mismos, incluyendo las actividades de investigación y desarrollo, como las de industrialización, cuando todas ellas formen parte de un emprendimiento forestal o foresto-industrial integrado.

La ley otorga beneficios fiscales y económicos a las actividades forestales detalladas en el párrafo anterior. Entre los beneficios fiscales citamos a la estabilidad fiscal; exención a los impuestos a los sellos y de impuestos que gravan activos o patrimonios afectados al emprendimiento; devolución anticipada del IVA de los insumos equipos e instalaciones necesarios para los proyectos foresto-industriales; impuesto a las ganancias por amortización anticipada de equipos e instalaciones y de los avalúos anuales que incrementan el valor de la forestación. Los beneficios económicos comprendían aportes económicos no reintegrables del 80% o 20% según la superficie, dependiendo si la región era la Patagonia o el resto del País.

Desde 2008, con la sanción y promulgación de la Ley 26.432; se prorrogan todos los artículos de la ley 25080 por 10 años, hasta el 2019, y se incorpora un nuevo artículo que restringe los sitios

posibles de ser beneficiados a aquellos que sean susceptibles de forestación o reforestación según lo indicado en el Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos, adoptados por Ley Provincial XVI – Nº 105, según lo establecido en la Ley Nacional Nº 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental para Bosques Nativos, que había sido sancionada en 2007.

La Provincia de Misiones estableció en el año 2005, su propio sistema de promoción forestal, adelantando parte de los subsidios otorgados por la ley 25.080 para destinarlos a la implantación en chacras de pequeños agricultores. El proyecto denominado lan Pequeño Silvicultor, pretendía forestar 5.000 hectáreas en la Provincia. El proyecto consideraba, además de los aportes en insumos, una importante capacitación con técnicos de diversas áreas que informarían al colono las posibilidades de mejor producción y de rentabilidad a desarrollar en su chacra.

Además de facilitar conocimientos y herramientas para que los colonos implanten especies silvícolas, suponía la capacitación para la mejor combinación con un cultivo o la cría de ganado.

En el momento del lanzamiento del plan, se indicó que "Este es un plan de extensión y transferencia con pequeños productores orientado a foresto agricultura y a la foresto ganadería. De modo que cuando las plantaciones superen los dos años se las pueda combinar con pasturas orientadas a la producción de ganado y madera en conjunto. El gobierno asume así nuevos roles en el contexto de la promoción forestal enmarcados dentro de la Ley 25.080, dejando de ser meros administradores. Y a través de este agrupamiento de pequeños agricultores se busca introducir también la transferencia de conocimientos en las habilidades del productor en cuanto a silvicultura. Además llegando con cantidad y calidad de insumos para la instalación de plantaciones".

La Ley Provincial XVI 106 que instituye el Marco Regulatorio de los Recursos Dendro-energéticos Renovables aprobada en 2.010, estableció la prohibición de la quema a cielo abierto de aserrín, viruta, costaneros y todo otro residuo de biomasa de la foresto-industria, al mismo tiempo, se propuso la reducción progresiva hasta alcanzar la sustitución total del consumo de leña de bosques nativos por la producida en bosques cultivados. En ese marco se implementa el Programa Leña Renovable, para enfrentar la futura demanda de biomasa forestal sustentable.

Además el Gobierno de la Provincia de Misiones, promueve, desde el año 2.011, las plantaciones forestales con destino a la producción de biomasa para energía, con la meta que en 2.015 el

consumo de leña provenga de bosques cultivados y no de bosques nativos.

A través de la Ley Provincial XVI 106, con la combinación de prohibición de consumo de leña de bosque nativo, por una parte, y la promoción de bosques cultivados para fines energéticos, el estado provincial pretendía constituirse en un componente dinamizador de las forestaciones, en tierra de pequeños productores, contribuyendo a la aceleración en el ritmo de forestación, principalmente con especies del género *Eucalyptus*.

### Relación de las Tasas y los Sistemas De Fomento/Promoción De las Forestaciones

La Tabla 3 describe la evolución de las superficies de forestaciones provinciales.

Aplicando la Ec. 1 al periodo 2001 – 2010, se obtiene  $(365.142 - 277.565 = 87.577 \text{ ha})$  de modo que el aumento anual fue de 8.758 ha/año. Si se plantaron 251.950 ha totales y en promedio 25.195 ha/año; se deduce que se cosechan 16.437 ha/año.

Del mismo modo, comparando las superficies determinadas en 2014 versus las obtenidas en 2001,  $(405.824 - 277.565 = 128.259 \text{ ha})$  de modo que el aumento anual fue de 9866 ha/año, si en ese periodo se plantaron en total 306.472ha; significa que en promedio se plantaron 23.574,8ha/año; resulta que se cosecharon 13.709 ha/año.

La tabla 4 describe el comportamiento del ritmo de aumento de la superficie de bosques implantados en el periodo 1940 – 2014.

**Tabla 3. Evolución de las superficies (ha) de bosques implantados según géneros y totales.**

**Table 3. Evolution of the areas (ha) of forests implanted according to genera and totals.**

Año	Censo / Inventario	Otros	<i>Eucalyptus</i>	<i>Pinus</i>	<i>Araucaria</i>	Total
1940	Inicio de las Plantaciones Forestales	0	0	0	0	0
1968	Primer Censo Provincial	6.667		22.032	21.921	50.620
1971	Segundo Censo Provincial	2.330	4.896	84.841	23.726	115.793
1980	Tercer Censo Provincial	9.789	4.989	147.605	21.810	184.194
1987	Cuarto Censo Provincial	13.785	5.383	149.891	26.202	195.261
1987	Programa Mapa Forestal	6.760	6.035	140.464	17.765	171.024
2001	Primer Inventario Forestal Provincial		13.896	263.668*		277.565
	Segundo Inventario Forestal Provincial					
2010	(SIFIP)	21.292	25.157	302.383	16.310	365.142
2014	Actualización del Inventario Forestal	16.616	40.903	332.255	16.050	405.824

\* Registrado como Coníferas



Las tasas de incremento han ido aumentando progresivamente desde 3735 ha/año en el periodo 1940 – 1971, periodo que comprende 1940 – 1948 en el que no hubo incentivos y de 1948 – 1971 donde estuvieron vigentes, al menos en los papeles los incentivos previstos en la Ley 13.273. La misma aumentó a 5392 ha/año en periodo 1971 – 2001, en el que estuvieron en vigencia tres sistemas de promoción de escala nacional. En el periodo 2001-2010 en el que estuvieron en vigencia la Ley 25080 y su prórroga la 26.432 desde 2008 desde 2005 el Plan Provincial del Pequeño Silvicultor dicha tasa aumentó a 9.731 ha/año de promedio. Por último en el periodo del 2010 – 2014 se alcanzó un aumento promedio de 10.171 ha/año, estando en vigencia la Ley 26.432 y desde 2011 la Ley Provincial XVI 106.

En sintonía con el aumento de las tasas, la línea de tendencia parabólica o cuadrática describe más apropiadamente el comportamiento de las superficies en función del tiempo (Figura 1).

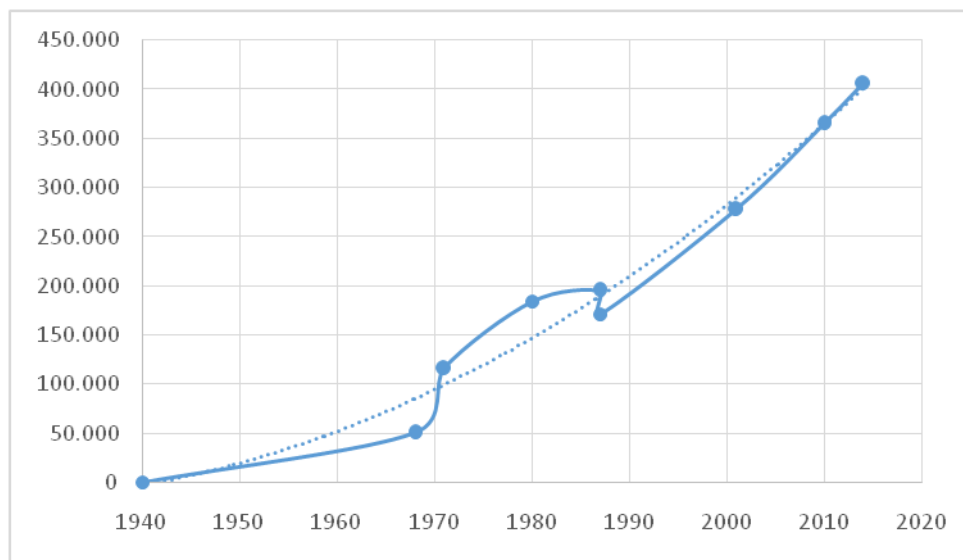
Las tablas 3 y 4 y la figura 1, muestran que el aumento de las superficies es paulatino y responde entre otros factores al efecto dinamizador de las políticas de promoción de las plantaciones forestales dadas a las Leyes Nacionales y los sistemas provinciales del pequeño silvicultor y de leña sustentable y activo papel del estado provincial y nacional, las empresas y productores de la zona. Se debe estudiar y debatir el valor final que alcanzará la superficie total.

Respecto a la tasa promedio de aumento de la superficie plantada con *Eucaliptus*, la tabla 5 describe su comportamiento. En la misma se evidencia una tasa de 228 ha/año en el periodo 1940 – 2001, la cual aumenta a 1251 ha/año un 485 % en el periodo 2001 – 2010 cuando están en vigencia la Ley 25.080 y el Plan del Pequeño Silvicultor. La tasa más alta del 3936 ha/año se da en el periodo 2010 – 2014, con la vigencia de la Ley 26.432 y la Ley XVI 106.

**Tabla 4. Tasas promedio de la superficie de bosques implantados en el periodo 1940 – 2014.**

**Table 4. Average rates of the area of forests implanted in the period 1940 - 2014.**

Periodo de tiempo	Sistemas de Promoción		Superficies Totales (ha)	Tasa promedio (ha/año)
	Nacionales	Provinciales		
1940 - 1971	Ley 13,273 (1948)		0	3735
			50620	
			115793	
1971 - 2001	Ley 20.531 y Decreto 465/74 Ley Nacional 21.695 (1977) Ley 22.211 y decreto 1848/80		184194	5392
			195261	
			171024	
2001 - 2010	Ley 25.080 (1999) - Ley 26.432 (2008)	Plan Pequeño Silvicultor	277565	9731
			365142	
2010 - 2014	Ley 26.432 (2008 - )	Ley Provincial XVI 106	405824	10171



**Figura 1. Evolución de las superficie total (ha) de bosques implantados**  
**Figure 1. Evolution of the total surface (ha) of implanted forests**

**Tabla 5. Tasas de aumento de la superficie de *Eucaliptus*.****Table 5. *Eucalyptus* surface increase rates.**

Periodo de tiempo	Sistemas de Promoción		Superficie Eucalyptus (ha)	Tasa ha/año
	Nacionales	Provinciales		
1940 - 2001	Ley 13,273 (1948) Ley 20.531 y Decreto 465/74 Ley Nacional 21.695 (1977) Ley 22.211 y decreto 1848/80		0	228
			n/r	
			4896	
			4989	
			5383	
6035				
2001 - 2010	Ley 25.080 (1999) - Ley 26.432 (2008)	Plan Pequeño Silvicultor	13896	1251
		25157		
2010 - 2014	Ley 26.432 (2008 - )	Ley Provincial XVI 106	40903	3936

En el periodo analizado de 74 años (1940 – 2014), las superficies totales de forestaciones aumentaron de forma parabólica y las de *Eucaliptus* también fueron en aumento y ambas estuvieron asociadas o dependieron de los sistemas de fomento implementados.

## CONCLUSIONES RECOMENDACIONES

Y

En el periodo de 1940 a 2014 la superficie de bosques implantados ha aumentado de manera continua en la provincia, alcanzando a un total de 405.824 ha., con una tasa promedio 5484 ha/año, destacándose la necesidad de debatir el valor final que alcanzarán las mismas.

El ritmo de crecimiento neto paso de 1808 ha/año en el periodo de 1940 a 1968 en que se realizó el primer Censo Forestal Provincial, a un valor de 3735ha/año en el periodo 1940 a 1971, oportunidad de realización del segundo Censo Forestal Provincial, periodo donde se encontraba en vigencia los beneficios de las promociones previstas en la ley 13.273.

Dicha tasa paso a 5392 ha/año en el periodo de 1971 a 2001, periodo entre el Segundo Censo Forestal Provincial Y El Primer Inventario Forestal Provincial, en dicho periodo estuvieron en vigencia la ley 22.211 y la ley 25.080 desde 1999.

En el periodo de vigencia de la ley 25.080 y su prorrogación la ley 26.432 la tasa el crecimiento de la superficie de bosques implantados de la provincia fue de 9866 ha/año.

Respecto a la superficie cultivada con el género *Eucaliptus* en el periodo 2001 a 2014 se registró una tasa de 2077 ha/año, periodo en el cual se establecieron los sistemas provinciales del pequeño silvicultor y del plan leña sustentable.

Las tasas de crecimiento de la superficie plantada total, ha ido aumentando de 3.750 ha/año a 9.866 ha/año, dichas tasas se asocian a los sistemas de fomento aplicados.

Las superficies totales y las tasas de aumento de las superficies forestadas fueron en aumento y dependieron de los sistemas de fomento implementados.

Se recomienda estudiar y debatir el valor final que alcanzará la superficie total de bosques implantados de la Provincia.

## BIBLIOGRAFIA

FREAZA, M.A.2002. Economía de Misiones Aspectos y Actividades Relevantes. Edición Especial. Editorial Universitaria, Universidad Nacional de Misiones. Posadas. Creativa. 234 pág.

GARTLAND H. M.2012. Política y Legislación Forestales. Buenos Aires, Argentina. Hemisferio Sur.419 p.

<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XF9653177>(Consultada el 05/10/2016).

<http://www.misiones.gov.ar/ecologia/InventForest/index.htm>

[http://www.sajj.gob.ar/legislacion/ley-nacional-21695-plan\\_nacional\\_forestacion.htm](http://www.sajj.gob.ar/legislacion/ley-nacional-21695-plan_nacional_forestacion.htm)(Consultada el 27/09/2016).

<http://www.maa.gba.gov.ar/2010/SubPED/Agricultura/archivos/ley-25080.pdf>

[http://www.minagri.gob.ar/site/institucional/rhh/01=concursos/03-normativa/\\_normas/000001\\_Leyes/000000\\_LEY%2026.432%20INVERSIONES%20PARA%20BOSQUES%20CULTIVADOS-Pr%C3%B3rroga%20y%20Reforma.pdf](http://www.minagri.gob.ar/site/institucional/rhh/01=concursos/03-normativa/_normas/000001_Leyes/000000_LEY%2026.432%20INVERSIONES%20PARA%20BOSQUES%20CULTIVADOS-Pr%C3%B3rroga%20y%20Reforma.pdf) (Consultada el 26/09/2016).

<http://www.elterritorio.com.ar/nota4.aspx?c=7118174930559569> (Consultada el 05/10/16).

SUBSECRETARIA DE DESARROLLO FORESTAL – PROVINCIA DE MISIONES. 2016. Actualización Del Inventario De Bosques Cultivados De La Provincia De Misiones. (Sistema de Información Foresto-Industrial). Convenio SDESFOR, FAO, FCF. 68 Pág.

SUBSECRETARÍA DE DESARROLLO FORESTAL DE MISIONES Y FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES. 2010. Proyecto SIFIP – Informe Final.

SUBSECRETARÍA DE DESARROLLO FORESTAL DE MISIONES, FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES. 2011. Sistema de Información Foresto-Industrial Provincial (SIFIP). <http://extension.facfor.unam.edu.ar/sifip>. Consultada (07/02/2011)

THREN, M., FRIEDL, R. A. Y WABO, E. 1994. Inventario Forestal Nacional de la República Argentina. Evaluación de los Recursos Forestales Nacionales de la Argentina. Informe Final Proyecto Fao-Ita 540. Göttingen. 46 pág.+ Anexos.

## FICHA TECNICA

### MORFOLOGIA POLINICA DE PLANTAS LEÑOSAS DE MISIONES, ARGENTINA

*Cabralea canjerana* (Vell.) Mart.

#### Dora Miranda

Cátedra Morfología Vegetal.  
Facultad de Ciencias Forestales,  
Universidad Nacional de  
Misiones. Bertoni N° 124CP  
3380, Eldorado, Misiones.

#### Yanet Aquino

Becaria 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.

Familia: Meliaceae

Nombre vernáculo: Cancharana

Habito: Árbol

Status: Nativa

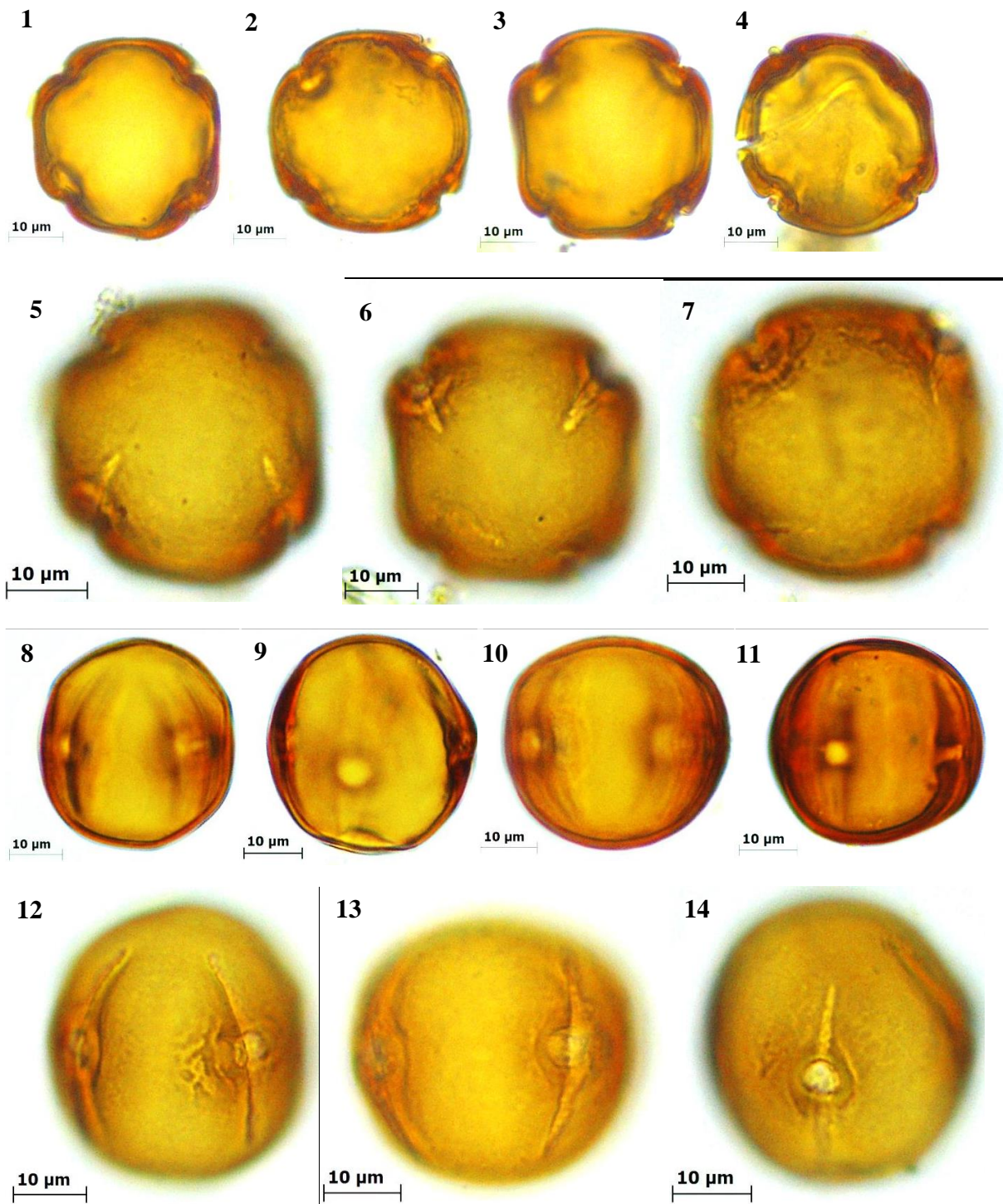
Periodo de floración: de  
Septiembre a Noviembre.

#### MORFOLOGÍA POLÍNICA

Los granos de polen presentan simetría radial, son isopolares, tetracolporados, de forma oblato-esferoidal, razón P/E: 0,98 y ámbito circular a cuadrangular. Endoaperturas circulares con reborde anular, ectoaperturas angostas. Eje polar de 44,67 (37,24) 33,02µm, eje ecuatorial de 40,92 (38,03) 35,81 µm. Exina de 1,90µm, análisis L. Opsilada a rugosa con leves fisuras en zonas próximas a los poros.

#### MATERIAL ESTUDIADO

***Cabralea canjerana***: Argentina, Misiones: Ruta 15, acceso hacia Guaraní, Reserva de Usos Múltiples de Guaraní (RUMG). Franco, M.114 (MIS), PAL-MIS 0017, Identificación taxonómica: Keller, H.



*Referencias:* 1-7 Vista polar: 1-4 vista en corte óptico, detalle del espesor de la exina. 5-7 Foco superficial de la exina.  
 8-14 Vista Ecuatorial: 8-11 vista en corte óptico, exhibiendo la forma de los granos de polen. 12 vista del área mesocolpal, nótese fisuras en torno a la endoapertura 13 y 14 foco superficial de la exina, véase reborde anular en alrededor del poro.

## FICHA TÉCNICA: MANEJO DE FRUTOS Y SEMILLAS, PRODUCCIÓN DE PLANTINES Y ESTABLECIMIENTO A CAMPO DE ESPECIES NATIVAS:

*Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler  
(Guatambú blanco)

**Beatriz Eibl**  
**Cecilia González**

Laboratorio de Análisis de Semillas, Banco Regional de Semillas y Vivero Experimental de Especies Nativas de la Facultad de Ciencias Forestales, UNaM

### Características de la especie

**Hojas:** son compuestas trifoliadas con la cara superior verde oscuro y el envés más pálido, con puntos traslúcidos.

**Flores:** son muy pequeñas de color amarillo verdoso agrupadas en inflorescencias

**Fruto:** es seco, coriáceo, indehiscente con 3 a 4 alas, membranosas, de color amarillo blanquecino. Por fruto se pueden encontrar entre 0 a 4 semillas.

**Semillas:** son alargadas, oblongo cilíndricas, de color castaño oscuro.

**Cotiledones:** lineares, color verde claras (GARTLAND *et al.*, 1990).

### Fenología del ciclo reproductivo (EIBL *et al.*, 2012).

**Floración:** octubre a diciembre.

**Maduración:** entre febrero y mayo.

**Dispersión:** abril a agosto.

### Manejo de frutos y semillas

**Cosecha:** se realiza en el suelo a fines de la fase de dispersión de julio – octubre.

**Acondicionamiento de frutos:** la extracción de las

semillas es difícil por lo que se mantienen como fruto completo para siembra y almacen.

**Número de frutos/kg:** 1880 a 2500 frutos/kg.

**Almacén:** pueden ser almacenadas secas, en bolsas de tela o cajas de cartón, en frío (6 a 9 °C), por al menos un año.

### Viverización

**Tratamiento pregerminativo:** requiere de una estratificación en materia orgánica, por lo que los frutos se deben colocar en almácigos con corteza de pino compostada o mantillo de monte.

**Porcentaje de germinación:** en promedio germina por lo menos una plántula en el 50 % de los frutos (CARVALHO, 1994, EIBL *et al.*, 2012).

**Siembra:** colocar los frutos en almácigos. La germinación ocurre a los 30 días con frutos frescos y hasta 90 días después para frutos almacenados.

**Transplante:** cuando tengan el 1° par de hojas verdaderas se realiza el transplante al envase.

**Envases:** bolsas de polietileno y/o en tubetes de 240

cm<sup>3</sup>.Sustratos: puede utilizarse mantillo de monte solo o Con tierra arcillosa, en mezcla con corteza de pino compostada 1,5 kg/m<sup>3</sup> de fertilizante de liberación lenta.

Tiempo de viverización: es de 9 – 12 meses, lográndose altura total 40 a 60 cm.

**Características silviculturales** (CARVALHO, 1994, EIBL *et al.*, 2015).

Exigencia lumínica: es una especie intermedia entre heliófita y esciófita, tolera sombra parcial en estadio juvenil. Es sensible a la exposición directa en la primera etapa de plantación.

Hábito de crecimiento: presenta crecimiento monopodial en la fase juvenil inclusive a pleno sol, por consiguiente los fustes son siempre rectos y presenta desrame natural.

#### ESTABLECIMIENTO DEFINITIVO

Sensibilidad a heladas: es sensible en los primeros años (EIBL *et al.*, 2003).

Métodos de plantación: puede ser plantada a cielo abierto en plantaciones puras y suelos fértiles, también en plantaciones mixtas asociado con especies pioneras de crecimiento inicial superior o en enriquecimiento en fajas (MONTAGNINI *et al.*, 2006). Indicada para sistemas Agroforestales (SAF) (EIBL *et al.*, 2015)

Plagas: en ocasiones los árboles en pie son atacados por insectos de la familia Scolytidae y Cerambycidae que perforan la corteza formando galerías en la madera (CARVALHO, 1994).

En experiencias locales no se observaron plagas o enfermedades identificadas como problema para el cultivo de la especie (EIBL *et al.*, 2003).

Datos de crecimiento: esta especie presenta crecimiento lento a moderado, la productividad volumétrica obtenida fue de 12 m<sup>3</sup>/ha año a los 26 años (CARVALHO, 1994).

En experiencias locales se reporta dap y altura promedio de 12,2 cm y 11,9 m respectivamente a los 22 años de la plantación, en sitio de mediana fertilidad (EIBL *et al.*, 2015).

#### BIBLIOGRAFÍA

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

EIBL B. Vera, Méndez. 2003. Silvicultura de diez árboles nativos con potencialidades para la producción de madera y otros usos alternativos. SAGPyA-PEA / FCF-UNaM.

EIBL B, Gonzalez C, Otegui M. 2011. Protocolos tentativos para la propagación de 20 especies nativas de interés productivo de la selva

misionera. Revista Análisis de Semillas. 5(4) 20:52-57.

EIBL B I, Montagnini F, Lopez M A, Montechiesi R, Barth S R, Esterche E. 2015. *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil., yerba mate organica bajo dosel de especies nativas maderables, una propuesta de produccion sustentable.Cap.7. Pp.158-177. En: Sistemas Agroforestales. Funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. Montagnini F, Somarriba E, Murgueitio E, Fassola H, Eibl B (Eds.).CIPAV. Colombia.

GARTLAND H M; Bohren A V; Muñoz D; Ottenweller G F. 1990. Descripción y reconocimiento de las principales especies forestales de la Selva Misionera en el estado de plántulas. Primera entrega. Yvyreeta 1 (1): 67-90.

MONTAGNINI Montagnini F.; Eibl B.; Fernández R. 2006. Reahabilitation of degraded lands in Misiones Argentina. Bois et Forets des Tropiques N° 288 (2).



**Figura 1: Frutos de Guatambú blanco, unidad de siembra y almacén.**



**Figura 2: Plantín de Guatambú blanco en macetas a los 6 meses desde la germinación**



**Figura 3: Guatambú blanco en asociación con yerba a los 6 años de establecida**



**Figura 4: Guatambú blanco a los 22 años en sistemas agroforestales con yerba.**



## NORMAS PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS

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

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

### FORMATO

Los trabajos deberán ser presentados en hojas de formato A4, escritas a doble espacio e impresas en procesador de texto Microsoft Word para Windows, cada página numerada en la parte inferior derecha, con márgenes izquierdo, superior e inferior de 2,5cm y derecho de 2cm. Podrán tener hasta un máximo de 15 páginas. Todas las partes de la estructura deberán ir alineadas al margen izquierdo, en mayúscula y en negrita. Si hubiera subtítulos, en minúscula y negrita. Al comienzo de las oraciones dejar una tabulación de 1,25cm. Fuente Times New Roman tamaño 12.

### ESTRUCTURA DEL ARTÍCULO

La estructura de los trabajos responderá al siguiente ordenamiento:

- « **Carátula: TÍTULO**, en castellano e inglés; **AUTORES**: Nombre y apellido completo, centrado y en minúscula, en negrita, con llamadas numeradas. Debajo de los autores, alineados a la izquierda, colocar: títulos, cargo e institución, incluyendo dirección completa y correo electrónico.
- « Comenzar en otra página con:
- « **Título**: en castellano e inglés, debe ser conciso indicando con claridad su contenido, en letra mayúscula, negrita y centrado.
- « **Resumen**: Es una síntesis del texto de hasta 200 palabras presentando los aspectos más relevantes del trabajo: problema estudiado, importancia, objetivos, materiales y métodos, resultados y conclusiones. No citar literatura, citas, llamados a cuadros y figuras. Estará escrito en español (**Resumen**) y en inglés (**Summary**).
- « **Palabras Clave**: Son palabras que indican al lector los temas a los que hace referencia el artículo, Su número debe ser de cuatro a seis, y no deben estar contenidas en el título. Van después del resumen.
- « **Key Words**: Son las mismas palabras enlistadas en el apartado anterior, pero en inglés. Se sitúan inmediatamente después del Summary.
- « **Introducción**: Debe indicar claramente el objetivo e hipótesis de la investigación y su relación con otros trabajos relevantes. Estos, los trabajos, deberán citarse, hay dos casos: con el autor y sólo el año de publicación entre paréntesis; y otro caso de el autor y el año entre paréntesis, ya que luego aparecerá en la bibliografía. En caso de un autor el Apellido y seguido del año, (López 1980); en el caso de dos autores colocar “y”, (López y Martínez 1990) y más de dos colocar “*etal.*” (Lopezet al. 1985).
- « Por ejemplo: En comparación con el presente trabajo, Veillon (1976) contó 278 individuos... ; o ..... como así también en los planes de mejoramiento (Reppet, 1990).
- « **Materiales y Métodos**: la descripción de los materiales debe ser en forma concisa y si las técnicas o procedimientos utilizados han sido publicados sólo deberá mencionarse su fuente bibliográfica, e incluir detalles que representen modificaciones sustanciales del procedimiento original.
- « **Resultados y Discusión**: Estos se presentarán en lo posible en cuadros y/o figuras, que serán respaldados por cálculos estadísticos, evitando la repetición, en forma que en cada caso resulte adecuada para la 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:** Autores (apellido e iniciales de los nombres), el primer apellido con mayúscula, año de publicación, Título, Editorial, Lugar de publicación, Número de volumen y de páginas. En caso de **Revistas:** Autores (apellido e iniciales de los nombres), el primer apellido con mayúscula, año de publicación, Título del artículo, nombre de la revista o publicación, Número de volumen y de Revista y páginas del artículo. El formato deberá ser con sangría francesa a 0,5 cm. Ejemplos: **Libro:** Kozlowski T.T. 1984. Flooding and Plant Growth. Academic Press. New York. 365pp. **Revista:** Moss D.N., E. Satorre. 1994. Photosynthesis and crop production. Advances in Agronomy. 23, pp 639 -656. **Publicación:** Rique, T.; Pardo, L.; 1954. Estudio de goma obtenida de espina de corona (*Gleditsia amorphoides*). Buenos Aires. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Administración Nacional de Bosques. Publicación técnica número 19, 30 pp.
- « **Abreviaturas y Nombres Científicos:** Las abreviaturas de nombres, procedimientos, etc. deben ser definidos la primera vez que aparezcan. Las abreviaturas de carácter físico se escribirán de acuerdo al Sistema Internacional de Unidades (SI). Cuando una especie es mencionada por primera vez en el texto principal, deberá colocarse el nombre vulgar (si lo tiene) y el nombre científico (en cursivo) con el autor. Subsecuentemente, se podrá usar el nombre vulgar o científico sin autor. En el Título deberá incluirse el nombre científico con su autor.

## CÓMO ENVIAR MATERIAL A LA REVISTA YVYRARETA

- « Lugar de envío, requerimientos y forma de evaluación: **Los manuscritos serán enviados a: Comité Editorial, Revista Forestal Yvyrareta, 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)