

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

23

DICIEMBRE 2016

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. Diego ERBETTA

Sec. Administrativo

Sr. Carlos PEREYRA

Sec. Bienestar Estudiantil

Sr. Matías GONZALEZ

Secretaria Técnica

Ing. Susana Mariela TERESCZUCH

EDITORIAL

La investigación en las ciencias forestales, reconoce la importancia de optimizar los protocolos de propagación clonal existentes y en práctica, ya hace varios años a escala comercial en la región, para los géneros *Pinus* y *Eucaliptus*. Sin duda, la optimización de las metodologías de propagación, permitirá aumentar la disponibilidad de material genético elite, a un costo cada vez más accesible para los viveros de la región, enfocados en la producción de plantas exóticas y de rápido crecimiento, que abastecen del insumo base para la industria forestal local.

Al mismo tiempo, la importancia de generar información para programas de enriquecimiento con especies nativas de nuestra selva paranaense, se devela como una necesidad para los programas de restauración del monte nativo, que cada vez más y con creciente interés, son una demanda de productores, empresas y ONG's de nuestra región embarcados en generar programas de buenas prácticas silvícolas. Las mismas, incluyen entre otras actividades, contribuir a los procesos de restauración de áreas degradadas, como consecuencia de los continuos cambios en el uso de la tierra, avances de la frontera agrícola-ganadera y actividades extractivas en exceso.

Es siempre una preocupación del comité editorial de la Revista Forestal YVYRARETA, captar tendencias e información que faciliten la utilización de nuevas tecnologías disponibles para especies exóticas de rápido crecimiento, como así también, contribuir con estudios de acerca de la dinámica y desarrollo de la regeneración natural de los bosques nativos. Sin duda es esta, información necesaria a la hora de establecer un programa silvícola para un manejo sostenible. Los artículos del presente número, reflejan sin duda esa preocupación y esperamos de esta forma, contribuir a las necesidades del sector en un sentido amplio y seguramente con objetivos e intereses distintos.

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/Anl.Sist. Fernando Maximiliano REY

Revisión de texto en inglés:

Prof. Silvia Graciela MARTINEZ

EVALUADORES DE ESTE NÚMERO

M.Sc. Santiago Velazco (UFPR, Brasil)

Dr. Hector Keller (UNaM - FCF- CONICET)

M.Sc. Gabriel Keil (UNLP-FCAyF)

Dr. Regis Teixeira Mendonça (UDEC-FCF)

Dr. Gustavo Zurita (UNaM-FCF- IBS-CONICET)

Dra. Genoveva Gatti (UNaM-FCF- IBS-CONICET)

M.Sc. Patricia Rocha (UNaM-FCF)

Dra. Evelyn Duarte (UNaM-FCF)

Dra. Ana Maria Gonzáles (IBONE -UNNE, FCA-CONICET)

Tapa y Contratapa: Selva Misionera en la intersección de la RP 16 y el arroyo Piray Guazú, Puerto Piray, Misiones. Foto: Ingeniero Forestal Orona Martin

Referencias: Fecha de Captura 23/12/16 a las 17 horas, coordenadas GPS (Latitud 26°35'43.83"S, Longitud 54°17'1.76"O), Altura del Drone sobre el nivel del suelo 300 metros.

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

DESARROLLO INICIAL AÉREO Y RADICULAR DE *Pinus taeda* PROPAGADO POR SEMILLA Y ESTACAS7
 INITIAL AERIAL AND ROOT DEVELOPMENT OF *Pinus taeda* PROPAGATED BY SEEDLING AND CUTTINGS

Raúl Schenone; Raúl Pezzutti; Silvana Caldato; Cintia Meneses

EFFECTO DE LA CALIDAD DE CUTTINGS DE *Pinus taeda* L. EN LA SOBREVIVENCIA Y CRECIMIENTO A LOS 6 AÑOS DE EDAD EN EL NORTE DE CORRIENTES14
 EFFECT OF THE QUALITY OF CUTTINGS OF *Pinus taeda* L. IN SURVIVAL AND GROWTH AT 6 YEARS OLD IN THE NORTH OF CORRIENTES

Santiago Marchesi; Raúl Schenone; Raúl Pezzutti

MECANISMOS DE ESTABLECIMIENTO DE ÁRBOLES NATIVOS EN PLANTACIONES DE *Pinus taeda* L. EN EL N DE MISIONES, ARGENTINA21
 ESTABLISHMENT MECHANISMS OF NATIVE TREES IN *Pinus taeda* L. PLANTATIONS IN NORTH OF MISIONES, ARGENTINA

Luis Ritter; Juan Goya; Martín Pinazo; Paula Campanello; Renzo Eichelberger; Lucas Rojas; Marcelo Arturi

EFFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL SOBRE LA ANATOMÍA DE LA HOJA DE *Celtis ehrenbergiana* (CELTIDACEAE) EN LA CIUDAD DE LA PLATA (ARGENTINA)30
 ENVIRONMENTAL POLLUTION EFFECTS ON LEAF ANATOMY OF *Celtis ehrenbergiana* (CELTIDACEAE) IN LA PLATA CITY (ARGENTINA)

Marcelo Hernández; Ana Arambarri; Leandro Nughes

EVALUACION DE UNA PLANTACION DE ENRIQUECIMIENTO CON *Cedrela fissilis* Vell., EN EL PREDIO DE UN PEQUEÑO PRODUCTOR FORESTAL41
 EVALUATION OF AN ENRICHMENT PLANTATION WITH *Cedrela fissilis* Vell., IN THE FIELD OF SMALL FOREST PRODUCER

Lidia López Cristóbal; Norma Esther Vera; Lidia Mabel Reyes; Juan Domingo Perié; Rubén Costas; Alan Mallorquin

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE PLANTAS TREPADORAS DE LA RESERVA DE USO MÚLTIPLE GUARANÍ (RUMG) MISIONES, ARGENTINA.....50
 IDENTIFICATION KEY OF CLIMBING PLANTS SPECIES FROM THE Guaraní RESERVE OF MULTIPLE USE (RUMG) IN MISIONES, ARGENTINA

Miranda Dora Ester; Claudio Dummel

COMUNICACIÓN

RESPUESTA ANTE LA EXPOSICION A LA INTEMPERIE DE LA MADERA DE TRES ESPECIES EN MISIONES, ARGENTINA73
 OUTDOORS EXPOSURE RESPONSE OF THREE WOOD SPECIES FROM MISIONES, ARGENTINA

Elisa Bobadilla; Elizabeth Weber; Ricardo Callaba; Teresa Suirezs; Ricardo Barth; Yamila Pereyra; Obdulio Pereyra

FICHAS TÉCNICAS

- FICHA TÉCNICA: ARBOLES DE MISIONES. *Cupania vernalis* Cambess.80
Luis Alberto Grance; Angélica María Aguilera; Pablo Andres Poszkus; Guillermo Küppers; Alicia Violeta Bohren
- FICHA TÉCNICA: MORFOLOGIA POLINICA DE PLANTAS LEÑOSAS DE MISIONES, ARGENTINA. *Ateleia glazioviana* Baill.84
Dora Miranda; Yanet Aquino
- FICHA TÉCNICA: MANEJO DE FRUTOS Y SEMILLAS, PRODUCCIÓN DE PLANTINES Y ESTABLECIMIENTO A CAMPO DE ESPECIES NATIVAS. *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong (Timbó colorado)86
Beatriz Eibl; Cecilia González

DESARROLLO INICIAL AÉREO Y RADICULAR DE *Pinus taeda* PROPAGADO POR SEMILLA Y ESTACAS

INITIAL AERIAL AND ROOT DEVELOPMENT OF *Pinus taeda* PROPAGATED BY SEEDLING AND CUTTINGS

Fecha de recepción: 11/01/2016 // Fecha de aceptación: 24/08/2016

Yvyrareta
Revista Forestal País de Árboles

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el aéreo y desarrollo radicular de plantas de *Pinus taeda*, propagadas por estacas enraizadas y semillas se instaló un ensayo con un diseño completamente aleatorizado y 6 réplicas. Las plantas se instalaron en contenedores de 10 litros. Los tratamientos en evaluación fueron: i) Plantas de propagación vegetativa provenientes de plantas madres en suelo, ii) Plantas de propagación vegetativa provenientes de plantas madres en Hidroponía y iii) Plantas de semilla. A los 6 meses de edad se evaluó el diámetro a la altura del cuello, la altura, arquitectura radicular, peso seco de raíces y parte aérea. No se detectaron diferencias significativas para ninguna de las variables evaluadas. El desarrollo radicular y aéreo de las plantas propagadas por estacas y semillas fue similar.

Palabras claves: *Pinus taeda*; plantas por estaca, plantas madre, hidroponía.

SUMMARY

An assay with a completely randomized design and 6 replicates was installed to evaluate *Pinus taeda* aerial and root development. The plants were installed in 10 liter containers. The treatments under study are: i) plants vegetative propagated from mother plants in soil, ii) plants vegetative propagated from mother plants in Hydroponics and iii) seedlings. Weekly, diameter at neck, height, old, root architecture, dry root weight and dry weight of the aerial parts was measured. At 6 month old, root architecture, dry root weight and dry weight of the aerial parts was measured. After six month old, no significant differences between treatments for all variables were not detected. The root and aerial plants propagated by cuttings and seed development were similar.

Key words: *Pinus taeda*; cuttings; mother plants; hydroponics

Raúl Schenone

Ing. Ftal M.Sc. Profesor de Práctica para la formación Univ. del

Salvador.rschenone@cmpe.com.ar

Raúl Pezzutti

Ing. Forestal Dr. Profesor titular de Dasonomía Universidad del Salvador.rpezzutti@cmpe.com.ar

Silvana Caldato

Ing. Forestal Dr. Consultora Grupo Ecos.scaldato@yahoo.com.br

Cintia Meneses

Estudiante de la carrera de Agronomía. Universidad del Salvador.

menesescm@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Argentina posee en la actualidad 1.200.000 has de bosques cultivados. Estos bosques están conformados casi exclusivamente por especies exóticas donde predominan las coníferas, eucaliptos y salicáceas. El 60 % de las plantaciones forestales corresponde a especies de coníferas, fundamentalmente *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* (BEALEY Y ORTIZ 2013).

En la actualidad, las empresas forestales que plantan *Pinus taeda* en escala comercial utilizan plantines provenientes de semillas y en algunos casos provenientes de estacas. La propagación vegetativa de *Pinus taeda* ha sido investigada en el mundo entero encontrándose resultados de diversa índole con relación al enraizamiento de las estacas. La ventaja competitiva que ofrece la macroprogación en estos casos es la de poder llevar a campo plantines de mejor calidad genética a gran escala (NIELLA *et al.* 2010). Otra ventaja de la macroprogación es la utilización de silvicultura clonal. Para STOVALL *et al.* (2011), la misma ofrece la oportunidad de aumentar la productividad y uniformidad de las plantaciones. En los viveros donde se realiza este tipo de actividad normalmente se producen plantas madres las cuales son manejadas para la producción de brotes de calidad los cuales luego son utilizados como estacas para enraizamiento y producción de plantas denominadas “cuttings”. Normalmente las plantas provenientes de este sistema de producción presentan un sistema radicular variable entre individuos y muy diferente al sistema radicular proveniente de un sistema de producción por semillas. La producción de raíces está influenciada por el tenor de auxinas, carbohidratos, calidad del sustrato, irrigación y el sistema de producción utilizado en el vivero entre otros factores (HANSEN, 1978; OLIVEIRA *et al.* 2005 y NIELLA, 2010). La estructura del sistema radicular está influenciada por el sistema de producción de plantas y puede afectar el desarrollo de los plantines a campo (MATTEI, 1994).

El objetivo del presente trabajo, fue evaluar el desarrollo aéreo y calidad de raíces de plantas de *Pinus taeda* producidas por estacas y semilla.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue desarrollado en el campus de la Universidad del Salvador “San Roque Gonzáles de Santa Cruz” cerca de la localidad de Gobernador Virasoro.

El clima de la región es de tipo Subtropical húmedo sin estación seca. La precipitación media anual es de 1800 mm. La temperatura media máxima es de 26.5°C, la temperatura media mínima es de 15,7°C y la

temperatura media: 21.1°C. Finalmente la Humedad Relativa es de 72%.

Los tratamientos evaluados fueron: i) Plantas de propagación vegetativa provenientes de plantas madres en suelo (Cutting Suelo), ii) Plantas de propagación vegetativa provenientes de plantas madres en Hidroponia (CuttingHidroponia) y iii) Plantas producidas a partir de semilla (Plantas Semilla).

Para la producción de plantas de propagación vegetativa (Cutting Suelo y CuttingHidroponia), se utilizó la misma familia de polinización controlada. Para la producción de plantas producidas a partir de semilla, se utilizó una familia de polinización abierta cuya madre fue la misma que la utilizada en los tratamientos de propagación vegetativa.

Las plantas de semilla se produjeron en contenedores de 93 centímetros cúbicos y las plantas de propagación vegetativa en tubetes de 120 centímetros cúbicos. En este último caso se instalaron estacas de 2 milímetros de diámetro y 7 centímetros de altura. El proceso de viverización fue de 8 meses. Las plantas se produjeron en un invernadero con condiciones controladas de humedad y temperatura (<35°C, Humedad relativa mayor 90%). Luego del mismo, las plantas de los tratamientos evaluados presentaron valores cercanos a los 15 centímetros de altura y 3 milímetros de diámetro.

A continuación en la tabla 1, se presentan las características de las plantas de los 3 tratamientos evaluados, previo al trasplante a macetas de 10 litros.

Tabla 1. Diámetro a la altura del cuello y altura de plantas de los 3 tratamientos evaluados

Table 1. Plants collar diameter and height for 3 treatments evaluated

| Tratamiento | HT (cm) | STD(HT) | DAC (mm) | STD (DAC) |
|--------------------|------------|-------------|-------------|--------------|
| Cutting Suelo | 16.1 | 1.42 | 3.0 | 0.05 |
| CuttingHidroponia | 14.6 | 1.35 | 3.0 | 0.07 |
| Plantas de Semilla | 15.8 | 1.21 | 3.1 | 0.08 |

HT: media aritmética de altura en centímetros, DAC: media aritmética diámetro a la altura del cuello en milímetros, STD (HT): Desvío estándar de altura, STD(DAC): Desvío estándar de diámetro a la altura del cuello.

Las plantas fueron instaladas en contenedores de diez litros. Se utilizó como sustrato corteza de pino compostada con tres kilogramos por metro cúbico de Basacote® Plus 12 M (15-8-12 + Micronutrientes).

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con 6 réplicas y parcelas de una planta. Semanalmente se tomaron datos de diámetro a la altura del cuello en milímetros (DAC), altura total en centímetros (HT). Estas mediciones fueron graficadas para verificar la tendencia de las dos variables.

A los 6 meses de edad, se midió DAC, HT, peso seco de parte aérea (PSA) y peso seco de parte radicular (PSR) de todas las plantas del experimento. Para la evaluación del sistema radicular, las plantas fueron extraídas de los contenedores y retirado el sustrato lavando con agua cuidando de mantener intactos los sistemas radiculares. Las diferencias entre cada tratamiento fueron registradas mediante fotos. Las variables fueron evaluadas mediante un análisis de varianza (ANOVA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación en la figura 1, se presenta la evolución semanal de los tres tratamientos evaluados para HT.

Como puede observarse en la figura 1, los valores de crecimiento en altura fueron menores entre 6 de septiembre y el 18 de octubre. Luego de esta fecha los incrementos fueron mayores. Probablemente este fue el período inicial de establecimiento de las plantas en los contenedores mayores. Respecto a los tratamientos se observa que las plantas de cutting producidas a partir de plantas madres en suelo crecieron menos en el período evaluado. A partir del 27 de diciembre (98 días luego de la instalación del estudio), las plantas de semilla superaron a las plantas de cuttings producidas a partir de plantas madres en

hidroponía. Esta diferencia no resultó estadísticamente significativa para ninguna edad analizada. StruveyMcKeand, (1990), obtuvieron diferencias significativas en crecimiento a favor de plantas de semilla comparadas con cuttings a partir de los 4 años de edad para *Pinus strobus* L. En este caso la sobrevivencia resultó superior en plantas provenientes de cuttings. En contraposición, DIERAUF (1973), obtuvo mayores crecimientos en altura a los 2,4 y 6 años para cuttings de *Pinus taeda* en relación a plantas de semilla en el sur de Estados Unidos.

A continuación, se presenta en la figura 2 la evolución semanal de diámetro a la altura cuello (DAC), hasta los 6 meses de edad.

En la figura 2, no se evidenciaron diferencias entre plantas de cuttings provenientes de los dos sistemas de propagación vegetativa mientras que las plantas de semilla, tuvieron un crecimiento acumulado superior a los cuttings desde el 7 de febrero del año 2014 en adelante (150 días desde el establecimiento del estudio) De igual manera que para altura estas diferencias no fueron estadísticamente significativas).

A continuación, en la tabla 2, se presenta el resultado del análisis de la varianza a los 6 meses de edad para DAC, HT, PSA y PSR.

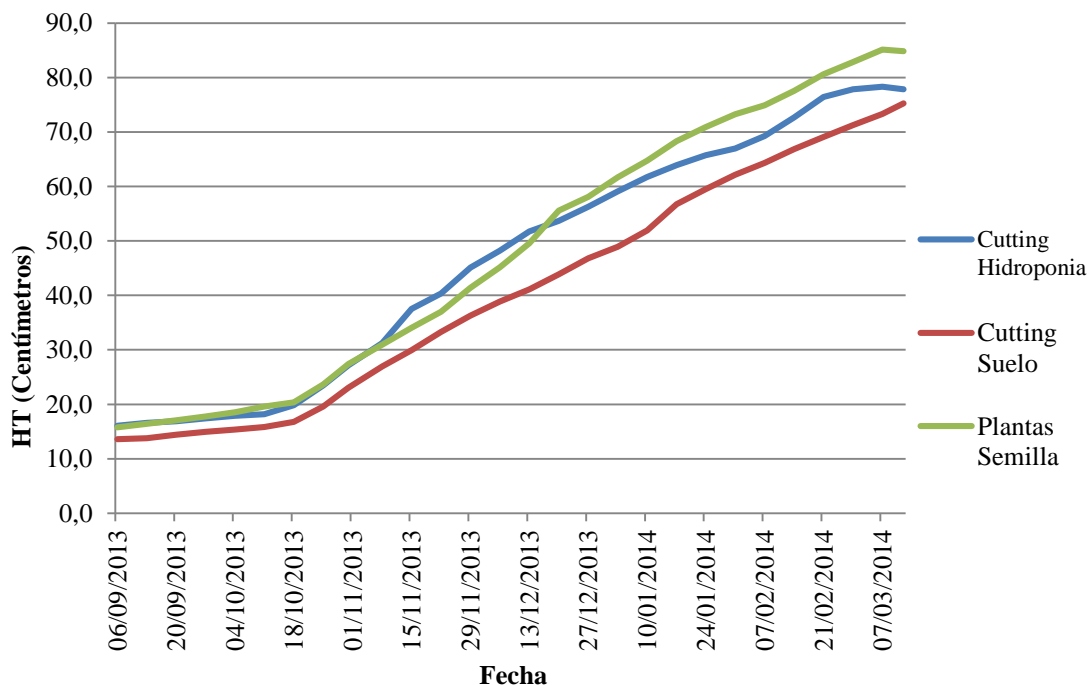


Figura 1 – Crecimiento acumulado en HT semanal para los tres tratamientos evaluados
Figure 1 – Accumulated growth in weekly HT for the three evaluated treatments.

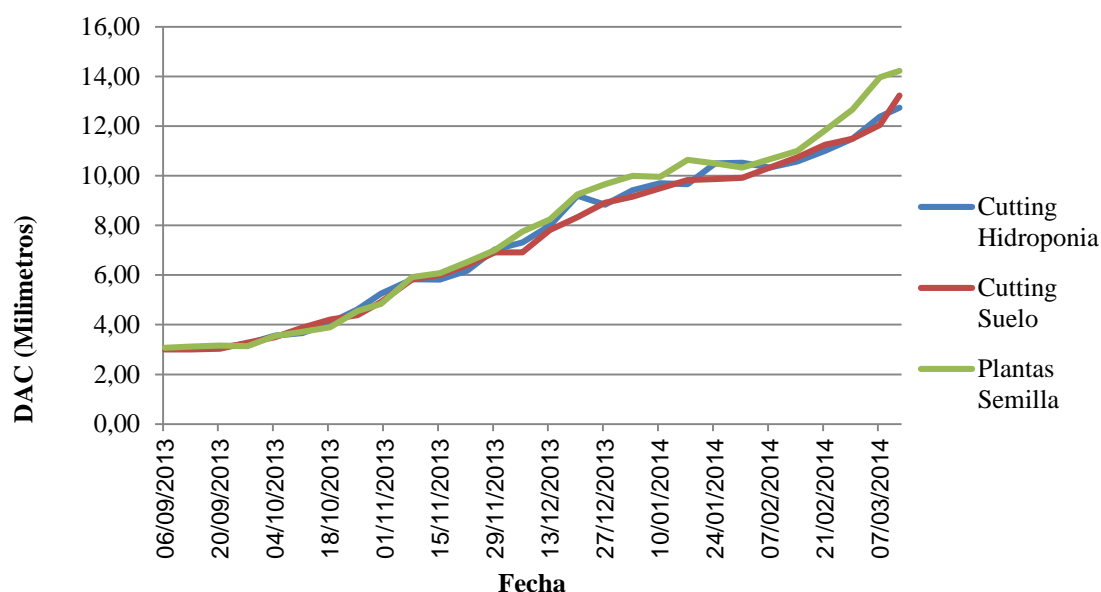


Figura 2 – Crecimiento acumulado en DAC para los tres tratamientos evaluados

Figure 2 – Accumulated growth in collar diameter for evaluated treatments

Tabla 2: Resultado del análisis de la varianza (ANOVA) a los 6 meses de edad para DAC, HT, PSA y PSR

Table 2: Result of variance analysis (ANOVA) at 6 months age for diameter at neck, height, dry root weight and dry weight of the aerial part

| Variable | F | p-valor | CV Exp. % | Media |
|----------|---------|---------|-----------|---------|
| HT | 1.56 ns | 0.24 | 12.3 | 79.0 cm |
| DAC | 1.80 ns | 0.20 | 10.3 | 13.4 mm |
| PSA | 1.26 ns | 0.31 | 19.8 | 73.0 gr |
| PSR | 0.52 ns | 0.61 | 17.8 | 26.1 |

HT: altura en centímetros, DAC: diámetro a la altura del cuello en milímetros, PSA: peso seco de la parte aérea, PSR: peso seco de la parte radicular, F: Valor F de Fisher, p-valor: Probabilidad de F, CV Exp. %: Coeficiente de variación experimental, Media: Media aritmética y ns: diferencias estadísticas no significativas.

Los resultados del análisis de la varianza revelan, para las variables evaluadas a los 6 meses de edad la no existencia de diferencias estadísticas significativas.

Los materiales de las familias de cuttings y seedling, si bien tienen parentesco no son exactamente las mismas. También hay diferencias en el tamaño de contenedor. Para ZAS *et al.* (2005) la correlación entre el crecimiento inicial en vivero de diferentes familias de *Pinus pinaster* y edades avanzadas fue muy baja. Para BALOCCHI *et al.* (1993), la correlación genética entre familias de *Pinus taeda*, sigue una tendencia de aumento lineal entre el año 1 y 16. Siendo muy baja la correlación entre el año 1 y 16 (0.13). Según

DeNOVAES *et al.* (2001), en su estudio sobre el desempeño de plantas de *Pinus taeda* producidas en dos tipos de contenedores, 6 meses después de la siembra, no obtuvo diferencias significativas entre las medias de los pesos secos de las partes aéreas y radicales de los tratamientos. Para DE ARAUJO (1995), la altura de las plantas y el diámetro del cuello constituyen los parámetros más importantes para estimar el crecimiento a campo. En este estudio se seleccionaron plantas de estaca y semilla con valores similares de diámetro de cuello y altura (Ver Tabla 1) para su instalación en contenedores de 10 litros. Esto explica en parte la no existencia de diferencias significativas a los 6 meses de edad.

Los valores de crecimiento en altura pueden ser considerados muy altos. El promedio de todos los tratamientos fue de 79.3 cm de altura. FAUSTINO, *et al.* (2012), obtuvieron para *Pinus taeda* en la provincia de Misiones valores de crecimiento en altura al año de edad que variaron entre 45 y 60 cm.

FRAMPTON *et al.* (2002), a los 5 años de edad, evaluaron diferentes tratamientos de plantas de cuttings de *Pinus taeda* de diferente tamaño y forma no tuvieron diferencias en crecimiento. En el mismo estudio los autores encontraron diferencias significativas entre tratamientos con plantas que presentaban un pobre sistema radicular y plantas normales.

FOSTER *et al.* (1986), relatan el efecto de reducción de la productividad a campo en plantas de propagación vegetativa producidas a partir de plantas madres de 4 a 5 años de edad. Para CASO (1992), la aptitud para propagación vegetativa en coníferas depende de varios factores como el grado de juvenilidad de material vegetal utilizado, diferencias del material genético, el estado ontogénico y factores asociados con la fisiología de la planta donante. En los dos tratamientos de cuttings evaluados, las plantas madres utilizadas tuvieron una edad inferior a los 4 años. La utilización de estacas juveniles, en la producción de plantas explica el buen desarrollo de los sistemas radiculares y parte aérea de plantas propagadas por cuttings.

A continuación en la tabla 3, se presentan las medias aritméticas y desvíos estándar de cada

tratamiento para las 4 variables estudiadas al finalizar el estudio (6 meses de edad).

Las medias presentadas no se diferencian estadísticamente en el análisis de la varianza como se presentó en el cuadro anterior. Los valores HT, DAC y PSA, fueron algo superiores en las plantas producidas por semilla. Sin embargo para PSR se verifica lo opuesto, las plantas producidas por cuttings presentan valores algo superiores a plantas provenientes de semilla.

De ASSIS *et al.* (2004), reporta las ventajas del uso de sistemas hídropónicos en especies forestales. Entre las mismas pueden mencionarse: mayor enraizamiento, mejor conformación del sistema radicular y mayor uniformidad en la producción de plantas. En el presente estudio los tres sistemas de producción no se diferencian presentando un adecuado desarrollo de la parte radicular y aérea.

Respecto a la arquitectura del sistema radicular, se registraron mediante fotos las 6 plantas correspondientes a cada tratamiento. Pudo verificarse que las raíces se desarrollaron de manera normal en las plantas de propagación vegetativa. La única diferencia detectada fue la inexistencia de raíz pivotante en las plantas provenientes de estacas. La misma en este caso fue reemplazada por dos o 3 raíces adventicias de mayor desarrollo. Para DEASSIS *et al.* (2004), el conocimiento de los mecanismos de formación de raíces adventicias es clave para el desarrollo exitoso de la propagación vegetativa.

Tabla 3: Promedio para las 4 variables estudiadas (DAC, HT, PSA y PSR)
Table 3: Average for the 4 studied variables (DAC, HT, PSA and PSR)

| Variable | Cutting Suelo | Cutting Hidroponia | Plantas Semilla | Promedio |
|----------|------------------|-----------------------|--------------------|----------|
| HT (cm) | 75.3 (8.1) | 77.8 (9.1) | 84.8 (6.2) | 79.2 |
| DAC (mm) | 14.2 (1.1) | 12.7 (1.6) | 13.2 (1.2) | 13.4 |
| PSA (gr) | 69.2 (9.6) | 69.5 (7.35) | 80.6 (8.5) | 73.1 |
| PSR (gr) | 27.47 (5.2) | 25.95 (5.5) | 24.75 (4.5) | 26.1 |

HT: altura en centímetros, DAC: diámetro a la altura del cuello en milímetros, PSA: peso seco de la parte aéreo, PSR: peso seco de la parte radicular, (): Desvío estándar de los promedios de cada variable.

A continuación en las fotos 1, 2 y 3 se presentan las principales diferencias en los sistemas radiculares de las plantas producidas.



Foto 1: raíz de planta proveniente de estaca de planta madre hidropónica

Photo 1: Root of a plant that comes from a cutting of a hydroponics mother plant



Foto 2: raíz de planta proveniente de estaca de planta madre en suelo

Photo 2: Root of a plant that comes from a cutting of a mother plant in soil



Foto 3: raíz de planta proveniente de semilla

Photo 3: Root of a plant that comes from seeds

Según GOLFARB, *et al.* (1998), el número de raíces y la simetría de las mismas no se correlacionan significativamente con el crecimiento en altura al primer año de edad. En este sentido los resultados son coincidentes a los obtenidos en el presente estudio en que plantas con sistemas radiculares bastante diferentes no presentaron diferencias en el crecimiento a los 6 meses de edad.

Para ALZUGARAY, *et al.* (2004), el mayor volumen radicular medido antes de la plantación, para pino oregón en Estados Unidos, se asoció con la sobrevivencia y desarrollo luego de dos temporadas de crecimiento. Los tratamientos evaluados en este trabajo presentaron a los 6 meses de edad el mismo volumen radicular y crecimiento de la parte aérea.

CONCLUSIONES

Las plantas producidas por semilla y por estaca se mostraron vigorosas con valores promedio de 13.4 mm y 79.2 cm de diámetro y altura respectivamente.

A los 6 meses de edad no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre los métodos de propagación para las 4 variables estudiadas (HT, DAC, PSA y PSR).

El sistema radicular de las plantas producidas por estacas presenta un excelente desarrollo. En este caso las plantas no poseen raíz pivotante que es reemplazada por 2 o 3 raíces adventicias de mayor desarrollo, sin embargo esto no afectó de forma detectable el desarrollo de las plantas.

BIBLIOGRAFÍA

ALZUGARAY, P., Haase, D., Rose, R. 2004. Efecto Del volumen radicular y La tasa de fertilización sobre El comportamiento en terreno de plantas de pino oregón (*Pseudotsugamenziesii* (Mirb.) Franco) producidas con el método 1+1. Bosque (Valdivia), 25(2), 17-33.

BALOCCHI, C. E., Bridgwater, F. E., Zobel, B. J., Jahromi, S. 1993. Age trends in genetic parameters for tree height in a nonselected population of loblolly pine. Forest Science, 39(2), 231-251.

BEALE, I., Ortiz, E. C. (2013). El Sector Forestal Argentino: Eucaliptos. Revista de Divulgación Técnica (REDITA-FCA, UNCa), 53, 1-10.

CASO, O. H. 1992. Juvenilidad, rejuvenecimiento y propagación vegetativa de especies lenhosas. Agrisciencia, Vol IX N°1: 5-16p.

DEARAUJO C. J. 1995. Produção e controle de qualidade de mudas florestais. Universidade Federal do Paraná. Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná.

- DE ASSIS, T. F., Fett-Neto, A. G., & Alfenas, A. C. 2004. Current techniques and prospects for the clonal propagation of hardwoods with emphasis on *Eucalyptus*. Plantation Forest biotechnology for the 21st century. Research Signpost, Trivandrum, India, 303-333.
- DE NOVAES, A. B. 1998. Avaliação morfofisiológica da qualidade de mudas de *Pinus taeda* L. produzidas em raiz nua e em diferentes tipos de recipientes (Doctoral dissertation, Universidade Federal do Paraná).
- DIERAUF, T. A. 1973. Effect of seedling grade on survival and growth of loblolly pine seedlings. *Virginia Forest Occas Rep.*
- FAUSTINO, L., Bulfe, N. M., Pinazo, M., Graciano, C. 2012. Crecimiento de cuatro familias de *Pinus taeda* en respuesta a la fertilización con nitrógeno y fósforo en el establecimiento de la plantación. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 111.
- FOSTER, G. S., Lambert C. C., Greenwood, M. S. 1987. Growth of loblolly pine rooted cuttings compared with seedlings. *Can. J. FOR. RES. VOL. 17*.
- FRAMPTON, J., Fikret, I. and Goldfarb, B. 2002. Effect of nursery characteristics on field survival and growth of loblolly pine rooted cuttings. *SJAF* 26(4).
- GOLDFARB, B., Surles, S. E., Thetford, M., Blazich, F. A. 1998. Effect of root morphology on nursery and first-year field growth of rooted cuttings of loblolly pine. *Southern Journal of Applied Forestry*, 22(4), 231-234.
- HANSEN, J., Strömquist, L. H., & Ericsson, A. 1978. Influence of irradiance on carbohydrate content and rooting of cuttings of pine seedlings (*Pinus sylvestris* L.). *Plant Physiology*, 61(6), 975-979.
- MATTEI, V. L. 1994. Deformações radiculares em plantas de *Pinus taeda* L. produzidas em tubetes quando comparadas com plantas originadas por semente direta. *Ciência Florestal*, 4(1), 9-21.
- NIELLA, F., Rocha P., Pezzutti, R., Schenone, R. 2010. Manejo intensivo para la producción de estacas en plantas madres de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* x *caribaea*: efecto del tamaño de contenedor e intensidad lumínica. *Revista Forestal YVYRARETA* 17, pp. 14-19.
- OLIVEIRA, A. P. D., Nienow, A. A., & Calvete, E. O. 2005. Qualidade do sistema radicular de estacas semilenhosas e lenhosas de pessegueiro tratadas com AIB. *Revista Brasileira de Fruticultura*.
- STOVALL, P., Carlson, C., Seilera J., Fox, T., Yaneza, M. 2011. Growth and stem quality responses to fertilizer application by 21 loblolly pine clones in the Virginia Piedmont. *Forest Ecology and Management*. Vol 261, Issue 3, 1 February, Pages 362-372.
- STRUVE, D. K., McKeand, S. E. 1990. Growth and development of eastern white pine rooted cuttings compared with seedling through 8 years of age. *Canadian Journal of Forest Research*, 20(3), 365-368.
- ZAS, R., Merlo, E., López, C., Fernández, J. 2005. Evaluación en vivero de familias de *Pinus pinaster* correlación con su comportamiento adulto en campo. Cuarto Congreso Forestal Español. Sociedad Española de Ciencias Forestales.

EFECTO DE LA CALIDAD DE CUTTINGS DE *Pinus taeda* L. EN LA SOBREVIVENCIA Y CRECIMIENTO A LOS 6 AÑOS DE EDAD EN EL NORTE DE CORRIENTES

EFFECT OF THE QUALITY OF CUTTINGS OF *Pinus taeda* L. IN SURVIVAL AND GROWTH AT 6 YEARS OLD IN THE NORTH OF CORRIENTES

Fecha de recepción: 25/07/2016 // Fecha de aceptación: 29/11/2016

Santiago Marchesi

Ing. Agrónomo. Investigador
Independiente/Universidad del
Salvador.
santiagomarchesi@hotmail.com

Raúl Schenone

Ing. Forestal. M.Sc. Forestal
Bosques del Plata/Universidad del
Salvador.
rschenone@cmpe.com.ar

Raúl Pezzutti

Ing. Forestal. Dr. Forestal Bosques
del Plata/Universidad del Salvador
rpezzutti@cmpe.com.ar

RESUMEN

La propagación vegetativa (cutting) de *Pinus taeda* L. permite obtener de forma masiva plantines de alta calidad genética. Con el objetivo de estudiar el efecto de la calidad de plantas de cuttings en la sobrevivencia y crecimiento, se instaló un ensayo con un diseño experimental de bloques completos al azar con 6 repeticiones. Se tuvo en cuenta tres variables para la clasificación de los plantines: altura total (HT), diámetro a la altura de cuello (DAC) y rectitud del tallo en escala (RECTESC: 1 mala a 4 muy buena). Los tratamientos evaluados en el experimento fueron: T1 plantines de buena calidad (HT: 33 cm; DAC: 3,92mm; RECTESC: 3), T2 plantines de regular calidad (HT: 28 cm; DAC: 3,06mm; RECTESC: 2,5), T3 plantines de mala calidad (HT: 17,4 cm; DAC: 2,71mm; RECTESC: 1) y T4 testigo seedling (HT: 50,4 cm; DAC: 4,3mm; RECTESC: 4). El mismo fue instalado en un tendido alto localizado en el norte de la Provincia de Corrientes, Argentina. A los 6 años de edad se evaluaron tres

SUMMARY

Vegetative propagation (cutting) of *Pinus taeda* L. allows to obtain massively seedlings of high genetic quality. With the aim of studying the effect of the quality of plants from cuttings in survival and growth, a test was installed with a complete randomized blocks experimental design with 6 replications. Three variables for the classification of the cuttings were taken into account: total height (HT), diameter at collar height (DCH) and stem straightness scale (RECTESC: 1 bad to 4 very good). The treatments evaluated in the experiment were: T1 cuttings of good quality (HT: 33 cm; DCH: 3,92mm; RECTESC: 3), T2 cuttings of regular quality (HT: 28 cm; DCH: 3,06mm; RECTESC: 2,5), T3 cuttings of poor quality (HT: 17.4 cm; DCH: 2,71mm; RECTESC: 1) and T4 seedling control (HT: 50.4 cm; DCH: 4.3mm; RECTESC: 4). The Test was installed on a high slope located in the North of the province of Corrientes, Argentina. Three variables were taken into account at the six years old evaluation:

variables: altura total, diámetro a la altura de pecho y rectitud. El análisis de la varianza (ANOVA) no mostró la existencia de diferencias significativas entre tratamientos para las variables estudiadas.

Palabras clave: propagación vegetativa; productividad; rectitud

Total height, diameter at breast height and straightness. ANOVA analysis did not show significant differences among treatments for the studied variables.

Key words: vegetative propagation; productivity; straightness

INTRODUCCIÓN

El norte de la Provincia de Corrientes (República Argentina) presenta características ideales en materia forestal, tanto desde el punto de vista productivo como económico. El *Pinus taeda* L. se encuentra entre las especies que mejor crecimiento y adaptabilidad tienen para esta región (IBÁÑEZ *et al.* 2004).

Uno de los factores más importantes que determina el establecimiento exitoso y la calidad de la plantación en el momento de la cosecha final es la calidad de los plantines (GOCKE 2006). Las buenas características de un ejemplar apto para una forestación responden a la necesidad de lograr su perfecto establecimiento, con un mínimo de pérdidas, y con un vigor vegetativo suficiente como para resistir las adversidades climáticas y las plagas (COZZO 1976).

Para DURYERA Y LANDIS (1984), un plantín se considera de buena calidad si cumple con las expectativas de sobrevivencia y crecimiento para un determinado sitio. Plantines de mala calidad pueden afectar la sobrevivencia, incidiendo directamente en los costos de implantación: la reposición de fallas, a veces en más de una ocasión, multiplica los costos de mano de obra, de traslado y por supuesto de los plantines. Si bien algunos productores forestales prefieren plantines de determinadas características, prevalecen criterios contradictorios y falta de claridad respecto a cómo debe ser un plantín de buena calidad en relación con su desempeño a campo (BIRCHLER *et al.* 1998). Los niveles de sobrevivencia y crecimiento que se consideren adecuados deben definirse para cada sitio individual, el incumplimiento de estos niveles significa un aumento en el tiempo en que un bosque alcanza su tamaño comercial y puede ser cosechado (DURYERA Y LANDYS 1984).

Tanto los viveristas como los silvicultores, consideran que: la sanidad, el diámetro a la altura de cuello (DAC), la altura del plantín (HT), el desarrollo del sistema radicular, la lignificación del tallo y el material genético como las principales características que influyen en la calidad de la planta

(COZZO 1976; DURYERA Y LANDYS 1984; rose y haase 1995; BIRCHLER *et al.* 1998; PEZZUTTI Y CALDATO 2011). Actualmente, se tiene a disposición una gran variedad de procedimientos de ensayo, que van desde los más simples y directos a los más complejos, con los que se pueden evaluar cualquiera de las distintas características de la planta (BIRCHLER *et al.* 1998).

Se denomina cutting al plantín proveniente de propagación vegetativa y consiste en enraizar estacas de plantas madres de alto valor genético (APARICIO *et al.* 2008). En este sentido no hay segregación hereditaria pues se transfieren exactamente los mismos caracteres fenogenotípicos del individuo productor: sus virtudes y defectos morfológicos y silviculturales (COZZO 1976). Según RODRÍGUEZ Y VEGA (1993), la importancia de la producción de cuttings radica en la posibilidad de multiplicar rápidamente las ganancias genéticas obtenidas en los programas de mejoramiento genético, con el objetivo de usarlos en plantaciones operativas. Para NIELLA Y ROCHA (2014), es un método que nos permite aumentar el número de hectáreas plantadas con material genético superior, incrementando a su vez el rendimiento por hectárea de plantación, mejorando finalmente la rentabilidad del negocio.

Existen pocos estudios en la Argentina que definan los parámetros a tener en cuenta para considerar un plantín de cutting de *Pinus taeda* L. como de buena calidad.

El presente trabajo tiene como objetivo estudiar el efecto de la calidad de cuttings en la sobrevivencia, crecimiento y porcentaje de árboles con buena forma en plantaciones de *Pinus taeda* L. a los 6 años de edad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un ensayo con plantines de cuttings de diferentes calidades teniendo en cuenta las variables altura (HT), diámetro a la altura del cuello (DAC) y rectitud del tallo (RECTESC: 1 mala, 2 regular, 3 buena, 4 muy buena), calificando como 1 (mala rectitud) a los plantines con una

desviación completa del tallo con respecto a un eje vertical imaginario, y 4 (muy buena rectitud) cuando tengan un tallo perfectamente recto. El mismo fue instalado el 14 de Noviembre del año 2007. Las mediciones se realizaron a los 6 años de edad. Los tratamientos realizados se describen en siguiente tabla:

Tabla 1. Tratamientos del ensayo de sobrevivencia y crecimiento a campo de cutting de diferente calidad.

Table 1. Treatments of survival test and growth to field of cuttings of different quality.

| TRATAMIENTO | HT (cm) | DAC (mm) | RECTESC |
|------------------------------|------------|-------------|---------|
| T1 - Cutting buena calidad | 33 | 3,92 | 3 |
| T2 - Cutting regular calidad | 28 | 3,06 | 2,5 |
| T3 - Cutting mala calidad | 17,4 | 2,71 | 1 |
| T4 - Seedling testigo | 50,4 | 4,3 | 4 |

El ensayo se encuentra ubicado en un campo perteneciente a la empresa Forestal Bosques del Plata S.A. (BDP), a 25 kilómetros de la ciudad de Gdor. Ing. Valentín Virasoro, departamento de Santo Tomé, provincia de Corrientes. Las coordenadas geográficas son 27° 53' 25" Latitud Sur y 56° 09' 14" Longitud Oeste y una altitud aproximada de 97 m.s.n.m.

La Provincia de Corrientes posee un clima subtropical, muy cálido en verano pero con heladas en invierno. Tiene características de clima húmedo, con frecuentes excesos hídricos en otoño y primavera y moderados y eventuales déficit, principalmente en verano (Castro *et al.* 1991). La temperatura media anual se caracteriza por variar entre 19.5°C y 22.0°C. La frecuencia promedio de heladas para la región es muy baja, entre 1 a 3 días al año. Las precipitaciones anuales en Corrientes oscilan entre los 1100 a 1900 mm, con una media anual para la localidad de Gdor. Virasoro de 1908 mm (ESCOBAR *et al.* 1996).

El suelo donde se realizó el experimento es un tendido alto, su uso anterior fue ganadería con pastura natural. Es pobremente drenado, perteneciente a la serie de suelos Boquerón (Escobar *et al.* 1996). Su taxonomía según el sistema de clasificación de SoilTaxonomy (USDA, 1999), corresponde a un suelo del orden Inceptisoles.

Las tareas principales que se realizaron antes de la instalación del ensayo fueron control de malezas y camellones, los mismos fueron realizados con una rastra especial (Savannah 110), que forma un camellón de 1,7 metros de ancho y 60 centímetros de altura.

Los plantines fueron producidos en el vivero El Pindó, perteneciente a la empresa BDP. Los plantines de cuttings fueron instalados en tubetes de 120 cc, los plantines de seedling sembrados en bandejas de 40 cavidades con una capacidad de 93 cc por cavidad. El sustrato utilizado en ambos casos fue corteza de pino compostada.

El material genético utilizado en los plantines producidos mediante el sistema cutting (T1, T2 y T3), fue *Pinus taeda* L. de plantas madres provenientes de una familia de cruzamientos controlados. Los plantines multiplicados por semilla, utilizados como testigo (T4), provienen de un Huerto Semillero Clonal perteneciente a la empresa BDP.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 6 repeticiones por cada tratamiento, cada unidad experimental está compuesta por parcelas lineales de 4 plantas, dando un total de 96 árboles evaluados en el ensayo.

A los 6 años de edad se midieron los siguientes parámetros en el ensayo: Sobrevivencia (%S); Altura total en metros (HT), medida con clinómetro; Diámetro a la altura del pecho (DAP) en centímetros; porcentaje de árboles que se encuentran con RECTESC 3 y 4 (%ABF); volumen en metros cúbicos (VOL).

El volumen se calculó con la siguiente fórmula:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot L \cdot r$$

Donde:

d es el diámetro a la altura de pecho (1,3 mts)

L es la altura total

r es un exponente que define la forma del árbol (paraboloide $r = 0,5$)

Con los valores obtenidos para las variables medibles se llevó a cabo un análisis de varianza o ANOVA (del inglés *ANalysis Of VAriance*). Las variables en porcentaje: árboles con buena forma y sobrevivencia fueron transformadas utilizando el arcoseno de la raíz cuadrada de las variables expresadas en porcentaje (PIMENTEL GÓMEZ 1990). Esta transformación asegura la normalidad de los datos.

El siguiente modelo lineal fue utilizado para el análisis de los datos:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ji} \quad \text{con } i=1, \dots, a$$

Donde μ corresponde a la media general, τ_i el efecto del i -ésimo tratamiento, β_j el efecto del j -ésimo bloque y ε_{ji} representa los errores normales e independientes con esperanza cero y varianza común σ^2 .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2 se presenta el resultado del análisis de la varianza para diámetro a la altura de pecho (DAP), altura total (HT), volumen (VOL), árboles con buena forma (%ABF) y sobrevivencia (%S).

El valor de F refleja el grado de parecido existente entre las medias que se están comparando (PIMENTEL GOMEZ 1990). El resultado del ensayo, analizado al 5% de significancia, arrojó valores superiores a 0,05, aceptando la hipótesis nula que dice que los promedios comparados son iguales.

El coeficiente de variación (CV%), nos da una idea de la precisión de nuestro experimento. Teniendo en cuenta los coeficientes de variación obtenidos comúnmente en ensayos agrícolas de campo, podemos considerar el error experimental bajo cuando los valores son inferiores a 10%, medios de 10 a 20%, altos de 20 a 30% y muy altos cuando superan el 30% (PIMENTEL GOMEZ 1990). Los resultados obtenidos en el ensayo determinan que el error experimental del mismo es bajo para las variables DAP, HT y Volumen y alto para porcentaje de árboles con buena forma y sobrevivencia.

El ANOVA no mostró existencia de diferencias significativas entre tratamientos para las variables estudiadas. Debido a esto no se realizó el test de separación de medias.

A continuación se presentan las medias de los tratamientos para las variables estudiadas (tabla 3)

Tabla 2: Resultados ANOVA.

Table 2: ANOVA results.

| Variable | Grados de Libertad | | Valor de F | | CV% | Média |
|---------------------------------------|--------------------|--------------|------------|--------------|-------|---------|
| | Bloques | Tratamientos | Bloques | Tratamientos | | |
| Diámetro (DAP) | 5 | 3 | 1,35 | 1,76 ns | 4,75 | 18,65 |
| Altura (HT) | 5 | 3 | 3,14 | 3,16 ns | 4,42 | 11,14 |
| Volumen (Vol) | 5 | 3 | 1,63 | 2,62 ns | 11,7 | 0,15 |
| Árboles con buena forma (%ABF) | 5 | 3 | 1,03* | 2,95* ns | 27,4* | 76,75** |
| Sobrevivencia (%S) | 5 | 3 | 1,35* | 1,87* ns | 26,3* | 79,16** |

* Variable transformada: arcoseno de la raíz cuadrada de la variable en %. ** Valor no transformado. ns : no significativo. * Transformed variable: arcsen square root of% variable. ** Value not changed. ns : not meaningful.

Tabla 3: Efecto de la calidad de cutting sobre diámetro (DAP), altura (HT), volumen (VOL), árboles con buena forma (%ABF) y sobrevivencia (%S) a los 6 años de plantación.**Table 3: Effect on cutting quality diameter (DBH), height (HT), volume (VOL), trees with good form (%ABF) and survival (%S) at six years of plantation.**

| Tratamientos | DAP (cm) | HT (m) | VOL(m ³) | %ABF | %S |
|------------------------------|----------|--------|----------------------|------|------|
| T1 - Cutting buena calidad | 19,05 | 11,29 | 0,166 | 93,3 | 79,0 |
| T2 - Cutting regular calidad | 18,45 | 11,5 | 0,158 | 73,3 | 87,5 |
| T3 - Cutting mala calidad | 19,04 | 11,11 | 0,162 | 50 | 62,5 |
| T4 - Seedling testigo | 18,06 | 10,66 | 0,139 | 79.2 | 87,5 |

Aunque no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas, puede observarse que los tratamientos con alturas iniciales mayores a 17,4 cm, (T1, T2 y T4) tuvieron mejores porcentajes de sobrevivencia.

Coincidiendo con estos resultados, varios estudios han concluido que la altura inicial de las plantas no se correlaciona con la supervivencia (Carneiro 1976; Thompson 1985; Birchler 1998). Otros autores como TUTTLE *et al.* (1988) encontraron que la altura, se correlaciona negativamente con la supervivencia de *Pinus taeda* L. para los sitios secos. Plantas altas con sistemas de raíces ineficientes son a menudo incapaces de adquirir suficiente agua para satisfacer demandas por transpiración (GOCKE 2006).

Otros estudios, realizados en Estados Unidos, sugieren que la altura de los plantines si está correlacionada con el número de acículas y es, por lo tanto, considerado una buena medida de la capacidad fotosintética y la demanda por transpiración. Estas dos variables afectan el crecimiento (THOMPSON 1985, MEXAL Y LANDIS 1990, CARLSON Y MILLER 1990). Varios estudios han indicado que la altura inicial se correlaciona positivamente con el crecimiento en altura posterior para diversas especies forestales (HUNT Y GILMORE 1967, MCGILVRAY Y BARNETT 1982, MELBURG Y NASHBUND 1987, MEXAL Y LANDIS 1990), y para *Pinus taeda* L. (SLUDER 1979). Cuttings con alturas iniciales más grandes, por ejemplo, crecieron más altos que las plantas de semillas con menores alturas iniciales después de 2, 3 y 6 años de crecimiento, respectivamente, en el sur de Estados Unidos (DIERAUF *et al.* 1993).

El estudio además arrojó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para DAC, coincidiendo con PEZZUTTI Y CALDATO (2011), que realizaron

un estudio en el norte de la Provincia de Corrientes, determinando que el DAC no influyó significativamente en la sobrevivencia y crecimiento a campo a los 4 años de edad. Los mismos resultados se vieron reflejados en dos ensayos realizados por FIELDING (1970) en *Pinus radiata*, donde tampoco mostraron diferencias significativas para DAC y HT a los 2 y 3 años de edad. Sin embargo, estudios realizados en el sur de Estados Unidos con plantines provenientes de semillas, el DAC se asoció positivamente con la altura de las plántulas (SWITZER Y NELSON 1967, DIERAUF *et al.* 1993) y el crecimiento en volumen (BLAIR Y CECH 1974, DIERAUF *et al.* 1993). Del mismo modo, dos estudios separados, también realizados en Estados Unidos, demuestran que plantines de seedling de *Pinus taeda* L. con mediciones DAC iniciales más grandes mantienen ventajas de altura con respecto a plantines con mediciones DAC más pequeños para los primeros 5 años de crecimiento (SWITZER Y NELSON 1967, DIERAUF *et al.* 1993).

Después de 1 año en el campo, GOLDFARB *et al.* (1998) reportaron que, para los cutting de *Pinus taeda* L., el número de raíces y la simetría de las mismas no se correlacionaron significativamente con el crecimiento en altura. Esto sugirió que otra medida de la morfología de la raíz, como la masa de raíces, puede estar más estrechamente relacionada con el crecimiento de los plantines a campo (GOLDFARB *et al.* 1998).

Los tratamientos no arrojaron diferencias estadísticamente significativas para la variable volumen, sin embargo, existe una tendencia a un mayor crecimiento de las plantas provenientes de cuttings (14,5% más volumen) en comparación al testigo seedling. Esto puede deberse a la mejora en el material genético utilizado. Asimismo los tratamientos de cutting de buena y regular calidad mostraron mayor sobrevivencia (83,25%), en

comparación al tratamiento de mala calidad (62,5%).

Aunque no se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa para árboles con buena forma, la tendencia que se observa es de mayor rectitud para los tratamientos de buena y regular calidad de cutting (93,3% y 73,3% respectivamente) en comparación con el tratamiento de mala calidad (50%). Es probable que estas diferencias disminuyan a mayores edades. El coeficiente de variación para esta variable y para sobrevivencia se pueden considerar altos (27,4% y 26,3 respectivamente), esto sugiere que debe realizarse un ensayo con un diseño más robusto y con más repeticiones.

Teniendo en cuenta el análisis realizado en base a los resultados obtenidos en este ensayo y a los demás ensayos citados, podemos realizar la siguiente recomendación: para obtener un alto nivel de sobrevivencia y crecimiento en campo, se debe realizar una selección en vivero teniendo en cuenta los siguientes parámetros: HT mayor a 20 cm.; DAC: superior a 3mm. y buen desarrollo del sistema radicular.

Como puede observarse, los efectos del tamaño y forma inicial de los plantines sobre las variables de crecimiento y sobrevivencia son contradictorios. Mientras algunos autores obtuvieron diferencias significativas, los resultados de otros autores concuerdan con los obtenidos en este ensayo (FIELDING 1970; CARNEIRO 1976; THOMPSON 1985; TUTTLE *et al.* 1988; GOLDFARB *et al.* 1998; BIRCHLER 1998; PEZZUTTI Y CALDATO 2011).

CONCLUSIÓN

En base a los resultados obtenidos en el ensayo de *Pinus taeda* L. a los 6 años de edad en la provincia de Corrientes, podemos llegar a la conclusión de que la calidad de los plantines de cutting no afecta significativamente el crecimiento, la sobrevivencia y el porcentaje de árboles con buena forma a campo. Tampoco se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos de cuttings y el testigo seedling.

BIBLIOGRAFIA

APARICIO, A., *et al.* 2008. Multiplicación clonal de pinos a través del uso de estacas: una alternativa para mantener ganancias genéticas. *Foresta Veracruzana* 10(1): 53-58p.

BIRCHLER, T., *et al.* 1998. La planta ideal: revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales*, Madrid, v. 7, n 1 y 2, 109-121p.

BLAIR, R. and F. Cech. 1974. Morphological seedling grades compared after thirteen growing seasons. *TreePlanter's Notes*, 25: 5-7p.

CARLSON, W. C. and D. E. Miller. 1990. Target seedling root system size, hydraulic conductivity and water use during seedling establishment. In: Rose, R., S.J. Campbell, and T.D. Landis (eds.). *Target Seedling Symposium: Proceedings, Combined Meeting of the Western Forest Nursery Associations*. August 13-17, 1990. Gen. Tech. Rep. RM-200. Fort Collins, Co. USDA. Forest Service. 53-66p.

CARNEIRO, J.G. 1976. Determinação do padrão de qualidade de mudas de *Pinus taeda* L. para plantio definitivo. *Universidade Federal do Paraná*. 140p.

CASTRO, G.O., E. Pérez Croce y J. Arroyo. 1991. Provincia de Corrientes. Caracterización Agroclimática. 1ra. y 2da. etapa. Consejo Federal de Inversiones. Buenos Aires. 5 tomos.

COZZO, D. 1976. Tecnología de la Forestación en Argentina y América Latina. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires. 610p.

DIERAUF, T.A., J.A. Scrivani and L.A. Chandler. 1993. Loblolly pine seedling grade-effect on survival and growth through 20 years. *Virginia Dept. of For. Occasional Rep.* 107. 38p.

DURYEA, M. L. and T. D. Landis. 1984. *Forest Nursery Manual: Production of Bareroot Seedlings*. Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publishers. The Hague/Boston/Lancaster, for Forest Research Laboratory, Oregon State University. Corvallis. 386 p.

ESCOBAR, E. H., *et al.* 1996. MAPA DE SUELOS DE LA PROVINCIA DE CORRIENTES 1:500.000. Área de Producción Vegetal y Recursos Naturales. E.E.A. INTA - Corrientes. 315p.

FIELDING, J.M. 1970. Trees grown from cuttings compared to trees grown from seed (*Pinus radiata*). *Silvae Genet.* 19:54-63 p.

GOCKE, M. H. 2006. Production system influences the survival and morphology of rooted stem cuttings of loblolly pine (*Pinus taeda* L.) and sweetgum (*Liquidambar styraciflua* L.). *North Carolina State University*. Raleigh, NC. 136 p.

- HUNT, E.V. and G. Gilmore. 1967. Effect of initial height on loblolly pine seedling growth and survival. J. For. 65:623-634p. GOLDFARB, B., *et al.* 1998. Effects of Root Morphology on Nursery and First-Year Field Growth of Rooted Cuttings of Loblolly Pine. Southern Journal of Applied Forestry, Volume 22, Number 4. 231-234p.
- IBAÑEZ, C., P. Nuñez, R. Pezzutti y F. Rodriguez. 2004. Efectos de la roturación del suelo y fertilización con fosforo en el crecimiento inicial de plantaciones de *Pinus taeda* L., en suelos rojos del Noreste de la Provincia de Corrientes, Argentina. Bosque, vol. 25. Valdivia, Chile. 69-76p.
- MCGILVRAY, J.M. and J. P. Barnett. 1982. Relating seedling morphology to field performance of containerized southern pines. En: Proc. Southern Containerized Forest Tree Seedling Conference. Guldin R. W., Barnett J. P., eds. USDA. Forest Service, General Technical Report SO-37. 39-46p.
- MEXAL, J.G. and T. D. Landis. 1990. Target seedling concepts: height and diameter. En: Target Seedling Symposium: Proc., Combined Meeting Western Forest Nursery Associations. Rose, R., Campbell S. J., Landis T. D., eds. U.S.D.A. Forest Service, GTR RM-200, 17-36 p.
- NIELLA, F. y P. Rocha. 2014. Desarrollo y transferencia de un método para la macropropagación de *Pinus taeda* x *Pinuselliottii* x *Pinus caribaea*. V Jornadas Académicas de la Red VITEC. Cordoba. Argentina. 10 p.
- PEZZUTTI, R. y S. Caldato. 2011. Sobrevivência e crescimento inicial de mudas de *Pinus taeda* L. com diferentes diâmetros do colo. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 21, n. 2, 355-362 p.
- PIMENTEL GÓMEZ, F. 1979. Iniciación a la estadística experimental. Hemisferio Sur Editores. Bs. As. Argentina. 211 p.
- PIMENTEL GÓMEZ, F. 1990. Curso de Estatística Experimental. Livraria Nobel S.A. Universidade de S. Pablo, Brasil. 467 p.
- RODRÍGUEZ, A. y G. Vega. 1993. Técnica para la reproducción masiva mediante estaquillas juveniles de coníferas 1: *Pinus pinaster* y *Pinus radiata*. Centro de Investigaçõs Forestais de Lourizán. Xunta de Galicia. Apdo. 127. 36080. Pontevedra, España. 289-293p.
- ROSE, R. and D. L. Haase. 1995. The Target Seedling Concept: Implementing a Program. In: Landis, T.D.; Cregg, B., tech. coords. National Proceedings, Forest and Conservation Nursery Associations. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-365. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station: 124-130p.
- SLUDER, E.R. 1979. The effects of seed and seeding size on survival and growth of loblolly pine. Tree Planter's Notes 42: 19-21 p.
- SWITZER, G.L., and L.E. Nelson. 1967. Seedling quality strongly influenced by nursery soil management, Mississippi study shows. Tree Planter's Notes. 18:5-14 p.
- THOMPSON, B.E. 1985. Seedling morphology: what you can tell by looking. En: Evaluating Seedling Quality: Principles, Procedures, and Predictive Abilities of Major Tests. Corvallis, Oregon, Florida. 59-71p.
- TUTTLE, C. L., M. S. Golden and R. S. Meldahl. 1988. Soil compaction effects on *Pinus taeda* establishment from seed and early growth. Canadian Journal of Forest Research, 18(5): 628-632p.
- USDA (United States Department of Agriculture). 1999. Soil Taxonomy – a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. 2. ed., Washington, DC. USDA. 870 p.

MECANISMOS DE ESTABLECIMIENTO DE ÁRBOLES NATIVOS EN PLANTACIONES DE *Pinus taeda* L. EN EL N DE MISIONES, ARGENTINA

ESTABLISHMENT MECHANISMS OF NATIVE TREES IN PLANTATIONS OF *Pinus taeda* L. IN NORTH OF MISIONES, ARGENTINA

Fecha de recepción: 19/10/2016 // Fecha de aceptación: 25/11/2016

Luis Ritter

Ing. Forestal. Becario CONICET. Lab. de Investigación de Sistema Ecológicos y Ambientales (LISEA), FCAyF, UNLP./IBS-CONICET – FCF UNaM. luisjritter@gmail.com

Juan Goya

Ing. Forestal. Profesor Titular de Silvicultura. Lab. de Investigación de Sistema Ecológicos y Ambientales (LISEA), FCAyF, UNLP. jfgoya@gmail.com

Martín Pinazo

Ing. Forestal. Investigador. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), EEA Montecarlo. pinazo.martin@inta.gob.ar

Paula Campanello

Dra. en Biología. Investigador Adjunto CONICET. IBS, CONICET – FCF UNaM. pcampanello@gmail.com

Renzo Eichelberger

Lucas Rojas

Estudiante avanzado de Ingeniería Forestal. FCF-UNaM. renzofores54@gmail.com rojasjoselucas@gmail.com

Marcelo Arturi

Dr. en Recursos Naturales. Profesor Titular de Biometría Forestal. Lab. de Investigación de Sistema Ecológicos y Ambientales (LISEA), FCAyF, UNLP. marceloarturif@gmail.com

RESUMEN

La regeneración de árboles nativos en plantaciones forestales incrementa su diversidad biológica y disminuye sus efectos ambientales negativos. En Misiones las plantaciones de *Pinus* L. ocupan una importante superficie en una ecoregión de alto valor de conservación. En este trabajo se estudió el establecimiento por germinación de individuos arbóreos nativos en cinco rodales con diferente proporción de bosque nativo en el entorno, uso previo, edad y área basal. Además, se determinó el porcentaje de individuos establecidos por germinación o por rebrote en las especies más frecuentes. Se analizó si las diferencias de composición entre rodales estuvieron relacionadas con las diferencias en las características descritas. Las diferencias de proporción de bosque nativo en el entorno y el área basal se relacionaron con diferencias de composición de los rodales pero no se hallaron relaciones con la edad o el uso previo. Las plantaciones con más bosque nativo en el entorno presentaron mayor abundancia de especies propias de etapas maduras del Bosque Atlántico en tanto que, el establecimiento de especies pioneras ocurrió en

SUMMARY

The regeneration of native trees in forest plantations increases its biological diversity and can reduce its negative environmental effects. In the Province of Misiones, *Pinus* L. plantations cover a large area in an ecoregion of high conservation value. The present study was carried out to describe the establishment from seeds of native trees in five stands with different cover percentage of native forest in the surroundings, land use history, age and basal area. In addition, the percentage of individuals produced from seeds or sprouts was determined for common regenerating species. The association of compositional differences between stands and their differences in the described features was analyzed. Differences in the cover percentage of native forest and basal area were associated with compositional differences but not relations were found with age or land use history. Stands with higher cover percentage of native forest in the surroundings exhibited higher abundance of tree species characteristic of mature stages of the Atlantic Forest while the establishment of pioneers was mainly observed in stands with low basal area and recently thinned.

rodales con reducida área basal por aplicación de raleos recientes. Se hallaron grupos diferenciados de especies con predominancia de establecimiento por germinación o una participación similar de germinación y rebrote.

Palabras Clave: Regeneración, Germinación, Rebrote, Diversidad, Bosque Atlántico.

Well differentiated species groups were identified in sprouts percentages since some species were only found as established from seeds while others exhibited similar proportions or higher frequency of sprouts.

Key Words: Regeneration, Germination, Sprouting, Diversity, Atlantic Forest.

INTRODUCCIÓN

La regeneración de especies vegetales nativas en plantaciones forestales representa un proceso que tiende a disminuir sus efectos ambientales negativos. En la Provincia de Misiones las plantaciones comerciales de *Pinus spp.* constituyen una actividad económica relevante. Además, este territorio conserva el principal remanente de Bosque Atlántico Sur que representa uno de los sistemas boscosos más diversos a nivel mundial (MYERS 2000). Por diversidad y su importante superficie en la Provincia constituye un área prioritaria de conservación a nivel internacional (DI BITETTI *et al.* 2003). DUMMEL y PINAZO (2013) encontraron un total de 91 especies de árboles nativos regenerando espontáneamente en el sotobosque de plantaciones forestales de *Pinus taeda* L. en el NO de Misiones. La regeneración de la vegetación nativa en sitios productivos abandonados fue estudiada en la selva montana de las Yungas (GRAU *et al.* 1997) y en el Bosque Atlántico de Misiones (HOLZ 2006, HOLZ *et al.* 2009, VACCARO *et al.* 2003). Todas estas contribuciones indicaron que la edad del sitio abandonado y el uso previo fueron las variables más importantes para entender diferencias en el proceso de recuperación entre sitios. En Misiones se encontró que, en áreas degradadas por el uso agrícola y ganadero, existen limitantes para la regeneración de las especies arbóreas nativas relacionados con la baja disponibilidad de semillas, malas condiciones edáficas y competencia con especies herbáceas (HOLZ y PLACCI 2008). El rebrote es otro mecanismo de propagación ampliamente distribuido en las especies arbóreas de diferentes bosques del mundo que permite la regeneración de la vegetación nativa en sitios abandonados (HOLZ 2006, KAMMESHEIDT 1998). Estudios de regeneración realizados en el Bosque Atlántico Sur en Paraguay y Misiones sugieren la importancia de este mecanismo en la regeneración después de la ocurrencia de disturbios naturales o antrópicos (HOLZ 2006, KAMMESHEIDT 1998). El rebrote puede

depender de las características climáticas y la incidencia de disturbios. Tiende a ser un mecanismo de regeneración más frecuente en bosques tropicales secos que en bosques tropicales húmedos (BUSBY *et al.* 2010, VESK y WESTOBY 2004) y su frecuencia tiende además a aumentar con la frecuencia de disturbios (VANDERMEER *et al.* 1995; VAN BLOEM *et al.* 2006). Determinar la importancia relativa de los mecanismos de establecimiento de árboles nativos en las plantaciones es importante para entender si ese proceso es más sensible a los procesos de aislamiento que inciden sobre las probabilidades de dispersión de semillas o bien resulta más importante el efecto del manejo y el uso previo sobre órganos vegetativos con capacidad de generar individuos nuevos por rebrote. En el presente trabajo se analizó la regeneración de árboles nativos en plantaciones evaluando los mecanismos de establecimiento a fin de estimar la importancia relativa de los procesos de establecimiento por semilla y por rebrote.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se desarrolló en los departamentos de Montecarlo, Iguazú y General Manuel Belgrano, provincia de Misiones, Argentina. Los sitios de muestreo se encuentran comprendidos fitogeográficamente en el distrito de las Selvas Mixtas, Provincia Paranaense, donde la precipitación media anual en la zona es de unos 2000 mm, distribuidos uniformemente durante todo el año, la temperatura media anual es de 21,8 °C con amplitud media mensual de 10,8 °C (CABRERA 1976). Los predios pertenecen a productores agropecuarios y medianas empresas forestales que cultivan *P. taeda* sobre suelos rojos, Ultisol, Kandudult (SOIL SURVEY STAFF 1992), siendo las plantaciones establecidas sobre tierras provenientes tanto de ciclos previos de plantación de *Pinus spp.* como de cultivos agrícolas o desmonte del bosque nativo. El manejo habitual de las plantaciones de *Pinus spp.* en la Provincia de Misiones se inicia con una densidad de plantación

de 1200 - 1700 ind.ha⁻¹ y una primer aplicación de raleo entre los 5 y los 8 años. En tanto, el turno de cosecha más frecuente para la obtención de madera aserrada y/o laminada es entre 15 y 25 años dependiendo de la calidad del sitio, este turno se reduce hasta 12 años si el objetivo es la industria celulósica.

Muestreo

A los efectos del presente estudio fueron seleccionados 5 rodales de los cuales 4 presentaron entre 8 y 12 años y uno 37 años. Este último correspondió a una plantación que no fue cosechada recientemente. Dos de los rodales fueron raleados: Nat8 un año antes del muestreo y For10 un mes antes del muestreo. Se realizaron cuatro muestreos durante primavera y otoño de 2014 y 2015 con la finalidad de cuantificar la densidad (ind.ha⁻¹) por especie, de renovales provenientes de germinación, detectando especies de emergencia primaveral y las de verano-otoño. Sólo un rodal fue muestreado en las cuatro fechas mientras que los restantes abarcaron sólo una primavera y un otoño, ya sea de 2014 o 2015. En cada rodal se instalaron 15 parcelas permanentes de 2 m de ancho por 10 m de longitud (20 m²) con un distanciamiento mínimo de 15 m entre ellas, siendo la superficie total 300 m². En cada parcela se relevó la presencia de todos los individuos de árboles nativos que medían entre 10 y 50 cm de altura en los que podía observarse la marca de la inserción de los cotiledones.

En cada rodal se establecieron 4 parcelas circulares de 300 m² cada una con la finalidad de determinar la densidad y área basal de los árboles plantados. Las mismas estuvieron dispuestas en los vértices de un diseño cuadrangular de 30 m de lado. Se consignó además el uso previo a la plantación a través de consulta con los propietarios y corroboración mediante imágenes satelitales LANDSAT. Mediante tales imágenes se cuantificó además la proporción de bosque nativo en el entorno de cada rodal muestreado. Para esa cuantificación se procedió a realizar una clasificación supervisada (RICHARD y JIA 1999) y estimar la proporción de bosque nativo en un radio de 300 m a partir del punto central de muestreo (RITTER *et al.* 2013).

Determinación del mecanismo reproductivo

Con el objetivo de determinar el mecanismo reproductivo (rebrote o semilla) de los renovales de árboles nativos fueron seleccionados 3 rodales distintos a los de germinación. Al momento de la medición estos rodales contaban entre 12 y 19 años de edad, área basal entre 20 y 26 m².ha⁻¹,

densidad entre 660 y 1150 ind.ha⁻¹, y el uso anterior del suelo fue agrícola y forestal. Sobre la base de datos de 114 especies presentes en las plantaciones de pino de la región (RITTER *et al.* datos no publicados) se procedió a seleccionar un subconjunto de 24 especies teniendo en cuenta su frecuencia de aparición en las plantaciones y su importancia económica y ecológica. En cada uno de los tres rodales se procedió a localizar, a lo largo de una transecta, individuos de las especies seleccionadas mayores de 50 cm de altura y que no superaran 1 cm de diámetro del tallo a 1,30 m desde el suelo. Los individuos de la misma especie debían estar a una distancia mínima de 10 m. En total se observaron 190 individuos.

Análisis de datos

Se calcularon correlaciones de Pearson para evaluar si la densidad total de renovales y la riqueza de especies de los mismos estuvieron correlacionadas con la edad, la densidad de árboles plantados, el área basal, y la proporción de bosque nativo en el entorno. Se llevó a cabo un análisis de clasificación (JONGMAN *et al.* 1995) para obtener una representación gráfica de las relaciones de similitud en la abundancia por especies obtenidas en diferentes fechas y en diferentes rodales. Para llevar a cabo dicho análisis se construyó una matriz con una sola observación por rodal que integró resultados del muestreo de primavera y otoño en cada sitio. El valor utilizado por especie fue el mayor de ambas estaciones. En el caso del rodal con cuatro fechas de muestreo se utilizaron sólo dos de ellas. En dicho análisis se utilizó la distancia de Bray y Curtis como medida de disimilitud y el método de Ward como método de aglomeramiento (JONGMAN *et al.* 1995). Se aplicaron las pruebas de Mantel (FORTIN y GUREVITCH 1993) para evaluar si la distancia en los valores de abundancia entre rodales se relacionaban con diferencias en la edad, densidad, área basal, uso previo y bosque nativo en el entorno. Se utilizó el paquete “vegan” del software estadístico “R” (OKSANEN *et al.* 2013).

Se llevaron a cabo análisis exploratorios para evaluar tendencias en la proporción de los renovales establecidos por rebrote o germinación entre rodales con diferentes condiciones de uso previo y manejo. De manera similar se evaluó si los mecanismos de establecimiento difirieron en su frecuencia entre especies.

RESULTADOS

Se registró un total de 48 especies arbóreas germinando en todos los sitios de muestreo. La

abundancia por rodal varió entre 19 y 115 individuos lo cual equivale a 633 y 3833 ind.ha⁻¹ respectivamente, mientras que la riqueza de bosque nativo en el entorno, mientras que la riqueza y densidad más baja se registró en rodales jóvenes y sin bosque nativo en el entorno o con baja proporción del mismo. Sin embargo, esta variable no estuvo correlacionada con la densidad y riqueza de rodales como tampoco lo estuvieron la edad del rodal, la densidad de árboles plantados y el área basal.

El análisis de clasificación (Figura 1) indicó que las diferencias entre rodales en la abundancia por especies de árboles nativos fueron mayores que las diferencias entre fechas de muestreo dentro de un mismo rodal. En el rodal con cuatro fechas de muestreo se observó mayor similitud entre aquellas que pertenecieron a la misma estación que las pertenecientes al mismo año.

Los resultados de las correlaciones de Mantel (Tabla 2) indicaron que los rodales con similar proporción de bosque nativo en un radio de 300 metros resultaron similares en los valores de abundancia por especies. De las restantes variables sólo el área basal del rodal se relacionó con la abundancia por especie. La selección de sitios condujo a que el área basal y la proporción de

especies varió entre 6 y 18 en los mismos rodales (Tabla 1). Los valores más elevados en riqueza y densidad se encontraron en rodales adultos y con bosque nativo en el entorno resultaran muy correlacionadas entre sí. Por ese motivo no fue posible diferenciar estadísticamente la respuesta de la abundancia por especie con respecto a esas variables. Algunas especies presentaron sus máximos de abundancia claramente localizados en rodales con mayor bosque nativo en el entorno mientras que otras presentaron la tendencia inversa o fueron indiferentes (Figura 2). En cuanto a la distribución de especies por su modo de dispersión se encontró que el 73 %, 23 % y 4 % de las especies presentaron dispersión zoócora, anemócora y otros modos, respectivamente.

De 190 individuos observados para determinar el mecanismo de establecimiento, 155 (82 %) presentaron establecimiento por semilla y tan solo 35 individuos (18 %) resultaron establecidos por rebrote. En los tres rodales se observaron similares porcentajes de individuos establecidos por semilla: 86 %, 83 % y 77 %. De 24 especies observadas, seis presentaron establecimiento exclusivamente por semilla y en seis el porcentaje de rebrote fue cercano o superior al 50 % (Figura 3).

Tabla 1. Variables estructurales, uso previo, proporción de bosque nativo en el entorno de los sitios de muestreo y valores de riqueza y densidad por medición en cada rodal. Edad (años). AB: área basal (m².ha⁻¹). Dens: Densidad (ind.ha⁻¹). UP: Uso previo. PBN: Proporción de bosque nativo en el entorno (%).

Table 1. Structure variables, landuse history, native forest cover around samples sites and richness values and density per sample date in each plantation. Age (years). AB: Basal area (m².ha⁻¹). Dens: Density (ind.ha⁻¹). UP: Land use history. PBN: native forest cover (%).

| Rodales: | | For8 | Nat8 | Agr12 | Nat37 | For10 |
|--------------------------|------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
| Variables de los rodales | Edad | 6 | 6 | 10 | 35 | 8 |
| | AB | 22.4 | 36.8 | 34.2 | 30.9 | 25 |
| | Dens | 517 | 1567 | 1150 | 575 | 642 |
| | UP | Forestal | B. nativo | Agrícola | B. nativo | Forestal |
| | PBN | 0 | 31.6 | 42.8 | 23.7 | 10 |
| Otoño 2014 | Abundancia | 933 | 1400 | 2267 | --- | --- |
| | Riqueza | 9 | 14 | 18 | --- | --- |
| Primavera 2014 | Abundancia | 633 | 1467 | 2500 | --- | --- |
| | Riqueza | 6 | 14 | 18 | --- | --- |
| Otoño 2015 | Abundancia | --- | --- | 1833 | 2900 | 1700 |
| | Riqueza | --- | --- | 13 | 18 | 20 |
| Primavera 2015 | Abundancia | --- | --- | 2967 | 3833 | 1433 |
| | Riqueza | --- | --- | 13 | 18 | 21 |

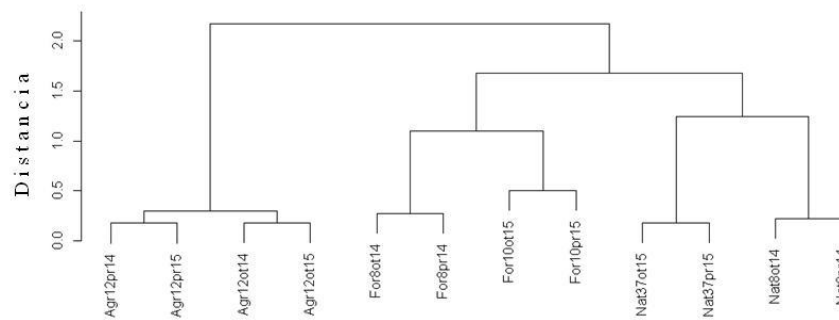


Figura 1. Dendrograma del análisis de clasificación sobre la base de la distancia de composición específica entre rodales.

Figure 1. Dendrogram of the classification analysis based on specific compositional distance between stands.

Tabla 2. Correlaciones de Mantel de la matriz de distancia de abundancia de especies con las distancias basadas en variables estructurales, uso previo y bosque nativo en el entorno. r: coeficiente de correlación, p: p-valor.

Table 2. Mantel correlations of species abundance distance matrix with structural variables, land history use and native forest cover distances. r: correlation coefficient, p: p-value.

| Estadístico | Variables | | | | |
|-------------|---------------|------------|------------|-------|----------|
| | Bosque nativo | Uso previo | Área basal | Edad | Densidad |
| r | 0.659 | 0.37 | 0.74 | 0.305 | -0.005 |
| p | 0.025 | 0.202 | 0.011 | 0.639 | 0.531 |

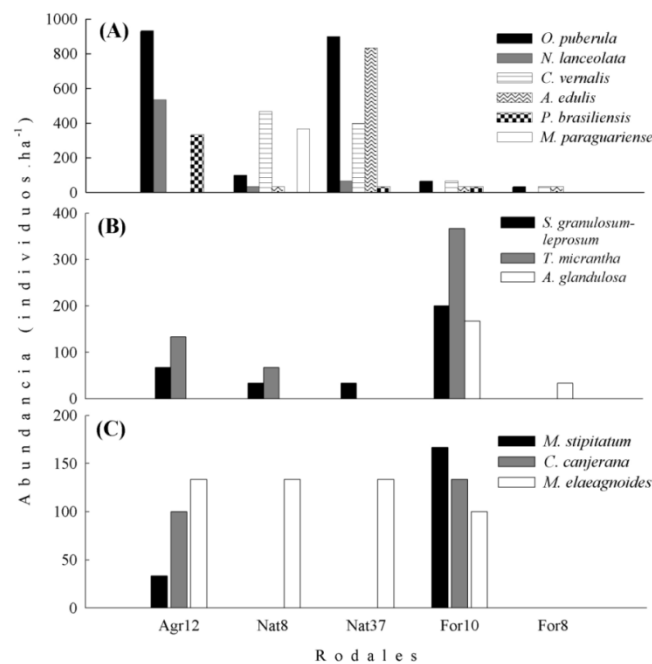


Figura 2. Distribución de abundancia de (A): especies abundantes en sitios con media a alta proporción de bosque nativo en el entorno, (B): especies con mayor abundancia en rodales raleados, (C): especies con similar abundancia en las distintas condiciones. La proporción de bosque nativo en el entorno de cada rodal decrece desde la izquierda (Agr12) hacia la derecha (For8).

Figure 2: Species abundance distribution (A): species with higher abundance in stands with medium-high native forest cover in the surroundings, (B): species with higher abundance in thinned stands, (C): species with similar abundance in different stands. The proportion of native forest in the surroundings decreases from the left to the right.

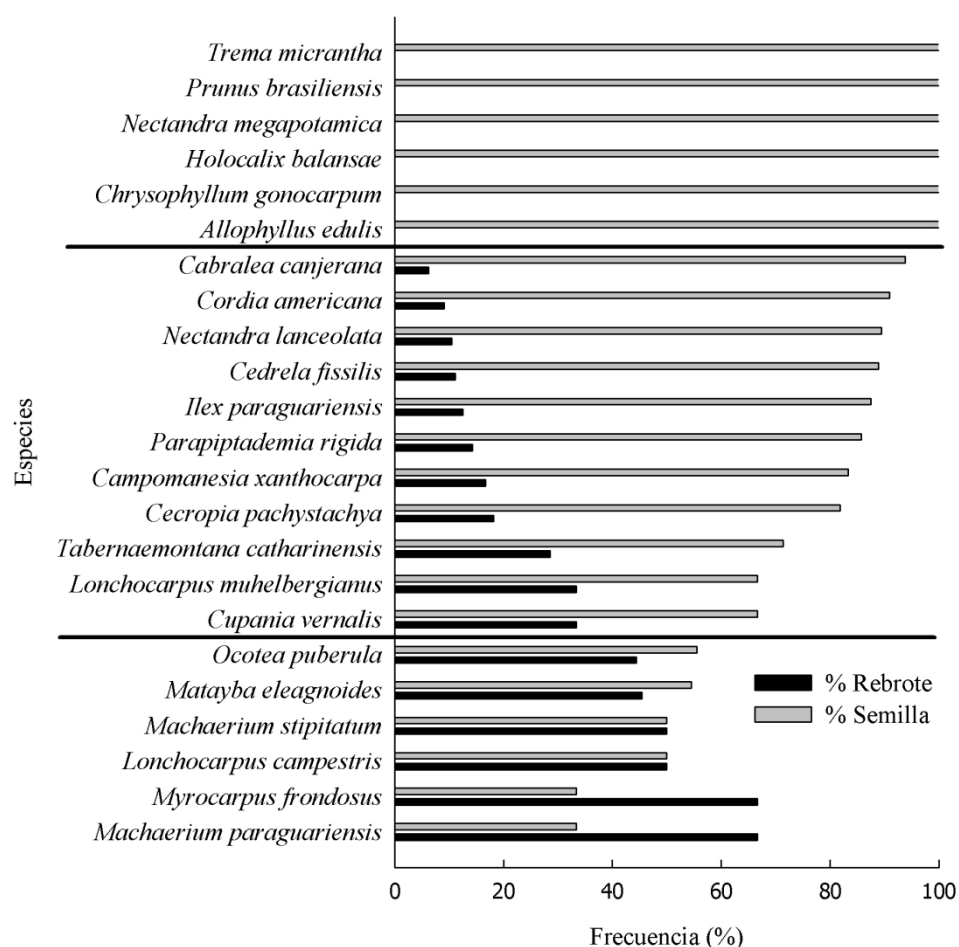


Figura 3. Frecuencia (%) de individuos originados por rebrote y semilla en 24 especies arbóreas.
Figure 3: Frequency (%) of individuals originated from sprouting and seed in 24 tree species.

DISCUSIÓN

La densidad y riqueza de renovales de árboles nativos originados por germinación en las plantaciones de *P. taeda* no presentaron tendencias de asociación con la edad, o las características estructurales de los rodales y tampoco con el uso previo o la proporción de bosque nativo en su entorno. En cambio la composición de renovales expresada como la abundancia por especie sí estuvo relacionada con el bosque nativo en el entorno y el área basal de la plantación. Los rodales ubicados en sitios con mayor proporción de bosque nativo presentaron mayores abundancias de especies que son características de estructuras maduras del Bosque Atlántico y en su mayoría presentan frutos carnosos. La misma relación se observó con el área basal debido a que los rodales seleccionados exhibieron una alta correlación entre esa variable y la proporción de bosque nativo en el entorno. Por

este motivo resulta dificultosa la interpretación de las relaciones entre la composición específica, el área basal del rodal y el bosque nativo en el entorno. La mayor abundancia de especies dispersadas por vertebrados, en rodales con más bosque nativo en el entorno, constituye un resultado coincidente con los efectos de la distancia a la fuente descritos en numerosos trabajos (DUMMEL y PINAZO 2013, KOH *et al.* 2015, SENBETA 2001, SENBETA y DEMMEL 2002). Por otra parte, las especies cuyo máximo de abundancia ocurre en rodales con baja proporción de bosque nativo en el entorno son pioneras de vida corta, propias de sitios con fuerte reducción de la cobertura del dosel como *Trema micrantha*, *Solanum granulosum-leprosum* o bien especies más longevas pero demandantes de luz como *Alchornea triplinervia*. Estas especies se encuentran particularmente asociadas al rodal en el que se aplicó un tratamiento de raleo un mes antes del

muestreo y que presenta el área basal más baja. Esta tendencia refuerza la relación entre el área basal y las diferencias de composición. Los rodales raleados 1 y 3 años antes del muestreo, presentaron baja o nula densidad de renovales de estas especies. En consecuencia, algunas diferencias de composición resultan explicables por efecto del bosque nativo en el entorno y otras por efecto de las diferencias de área basal. Las relaciones encontradas en este trabajo sólo pueden ser tomadas como tendencias debido al bajo número de rodales analizados. La dificultad de contar con un alto número de rodales es el tiempo demandado por el muestreo y la determinación específica. Un resultado interesante respecto del muestreo es que las observaciones realizadas en un mismo rodal en diferentes estaciones y en diferentes años resultaron más similares entre sí que son respecto a otros rodales indicando que con un bajo esfuerzo de muestreo pueden caracterizarse las diferencias. En este sentido pudo haber resultado relevante que durante los dos años de estudio las precipitaciones anuales se encontraron por encima de la media.

La falta de asociación entre el uso previo y la composición específica de los renovales contrasta con lo hallado por otros trabajos (GACHET *et al.* 2007, HOLZ 2006, LOUMETO y HUTTEL, 1997). A pesar del resultado de las pruebas de asociación, el dendrograma permite apreciar que los rodales con uso previo forestal tienden a parecerse entre sí más que a otros rodales y lo mismo sucede con los provenientes de bosque nativo. Además, el único rodal con uso previo agrícola (Agr12) se diferencia claramente del resto. Los trabajos que analizan el efecto del uso previo sobre la regeneración de árboles muestran que el uso previo agrícola elimina el banco de semillas y propágulos vegetativos que podría dar origen a renovales (GACHET *et al.* 2007), en rodales establecidos sobre esas tierras. Sin embargo, las principales diferencias de composición estuvieron dadas por especies que presentaron abundancias mucho mayores en Agr12 que en los demás rodales (*Ocotea puberula*, *Nectandra lanceolata* y *Prunus brasiliensis*) o sólo estuvieron presentes en ese rodal (*Albizia niopoides*, *Campomanesia xanthocarpa* y *Parapiptadenia rigida*). Sólo dos especies fueron frecuentes en los restantes rodales y estuvieron ausentes en Agr12 (*Cupania vernalis* y *Cordia ecalyculata*). Esas tendencias sugieren que la diferencia composicional de Agr12 respecto del resto no está relacionada con una baja disponibilidad de propágulos, debida al uso previo agrícola, sino con una mayor disponibilidad de propágulos determinada por la alta proporción de bosque nativo en el entorno. Estos resultados

apoyan el concepto de que las plantaciones forestales pueden promover la biodiversidad siempre y cuando estén disponibles las fuentes de semillas en el entorno (SENBETA 2001).

La edad de las plantaciones fue señalada como una variable relacionada positivamente con la riqueza de renovales en diferentes regiones del mundo (LOUMETO y HUTTEL 1997, NORTON 1998, ONAINDIA y MITXELENA 2009, SELWYN y GANESAN 2009, WANG *et al.* 2004). Sin embargo, SENBETA *et al.* (2002) determinaron que la edad de la plantación no influyó sobre la riqueza de especies en el sotobosque, pero atribuyen sus resultados a las diferencias de composición entre rodales de distintas edades, en rodales jóvenes encontraron especies “pioneras” que no estuvieron presentes en rodales adultos. En este trabajo, el rodal de 37 años no se diferenció del resto por su riqueza, densidad o composición de renovales. Este resultado coincide con lo hallado por HOLZ (2006) en bosques nativos secundarios donde determinó que las tendencias de asociación con la edad y el uso previo son menos claras en renovales que en árboles de mayor tamaño. Igual resultado fue observado por RITTER *et al.* (2013) para renovales mayores de 50 cm de altura y hasta 1 cm de diámetro a 1.30 m en 20 rodales que incluyeron a los aquí presentados. En ese trabajo encontraron que la riqueza no aumentaba claramente con la edad pero sí con la proporción de bosque nativo en el entorno. En cambio, para clases de tamaño mayores que 1 cm de diámetro, los mismos autores encontraron un claro aumento de la riqueza con la edad de las plantaciones (RITTER *et al.* datos no publicados). Estos resultados sugieren que en las clases de tamaño pequeñas, que requieren poco tiempo para su establecimiento, la riqueza podría verse poco afectada por la edad de la plantación conformando un banco con alta tasa de recambio. Pero en plantaciones de edad avanzada, existen mayores oportunidades de que individuos de diferentes especies alcancen tamaños mayores respecto de plantaciones jóvenes. En ese proceso, la incidencia del bosque nativo del entorno como fuente de propágulos, incrementa la riqueza de pequeños renovales disponibles, cuya supervivencia y crecimiento, aumenta la riqueza de las clases de mayor tamaño con el transcurso del tiempo.

En cuanto al establecimiento de individuos por rebrote se encontró un bajo aporte de los mismos (18 %), este resultado es esperado ya que suele ser un mecanismo menos frecuente en zonas húmedas (VESK y WESTOBY 2004). A pesar del bajo aporte sobre el total se encontraron especies con más del 50 % de frecuencia de rebrote (Figura

3) y especies que presentaron establecimiento exclusivo por semillas, estos resultados coinciden con lo hallado por BUSBY *et al.* (2010) en Hawai'i donde determinaron ambos mecanismos de establecimiento en un gradiente de precipitaciones. Las especies con capacidad de rebrotar son las más abundantes en las plantaciones de la región, RITTER *et al.* (datos no publicados) encontraron que *Lonchocarpus campestris* fue la especie más abundante bajo plantaciones de *P. taeda*, mientras que *Machaerium paraguariensis* y *Myrocarpus frondosus* ocuparon el séptimo y decimo cuarto lugar en términos de abundancia sobre una base de 114 especies relevados en 35 rodales.

CONCLUSIÓN

Los resultados demuestran la importancia de los procesos de dispersión y germinación en la regeneración de árboles nativos en las plantaciones forestales. La permanencia de los remanentes de bosque nativo en el paisaje representa una condición necesaria para incrementar la diversidad en estos sistemas productivos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo contó con la financiación del Proyectos de Investigación Aplicada 10037 (2011-2014), Ministerio de Agroindustrias de la Nación y de la Universidad Nacional de La Plata. Agradecemos a los propietarios de las plantaciones: Pindó S.A. representado por el Ing. Hugo Reis, Puerto Laharrague S.A. representado por la Ing. Mónica López, Rubén Bischoff y "El Japonés". A las personas que colaboraron con el trabajo de campo: Ritter Diego, González Belén, Knebel Otto, Gimenez Diego, Medina Micaela y Perez Flores Magali.

BIBLIOGRAFÍA

BUSBY, P. E.; Vitousek, P.; Dirzo, R.; 2010. Prevalence of Tree Regeneration by Sprouting and Seeding Along a Rainfall Gradient in Hawai'i. *Biotropica*. 42 (1), pp 80 – 86.

CABRERA, A. L.; 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. En: *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*, Tomo II, Fascículo 1, Acme, Buenos Aires, Argentina. 85 p.

DUMMEL, C. J.; Pinazo, M. A.; 2013. Efectos de variables de paisaje y de rodal sobre la diversidad de especies arbóreas en el sotobosque de

plantaciones de *Pinus taeda* en la provincia de Misiones, Argentina. *Bosque*. 34 (3), pp 331 – 342.

DI BITETTI, M.; Placci, G.; Dietz, L.; 2003. Una visión de biodiversidad para la ecoregión del bosque Atlántico del Alto Paraná: Diseño de un Paisaje para la Conservación de la Biodiversidad y prioridades para las acciones de conservación. Washington, D.C., USA. World Wildlife Fund. 156 p.

FORTIN, M. J.; Gurevitch, J.; 1993. Mantel Tests: Spatial Structure in Field Experiments. In SM Scheiner, J Gurevitch (eds.), *Design and Analysis of Ecological Experiments*. pp 342–359.

GACHET, S.; Leduc, A.; Bergeron, Y.; Nguyen-Xuan, T.; Tremblay, F.; 2007. Understory vegetation of boreal tree plantations: Differences in relation to previous land use and natural forests. *Forest Ecology and Management*. 242, pp 49 – 57.

GRAU, H.; Arturi, M.; Brown, A.; Aceñolaza, P.; 1997. Floristic and structural patterns along a chronosequence of secondary forest succession in Argentinean subtropical montane forests. *Forest Ecology and Management*. 95, pp 161–171.

HOLZ, S.; 2006. Patrones de cambios durante la recuperación de la vegetación en campos agropecuarios abandonados del Bosque Atlántico del Alto Paraná. Tesis Doctoral Universidad Nacional de Buenos Aires.

HOLZ, S.; Placci, G.; 2008. El desafío de las restauraciones en paisajes poblados: un enfoque multidisciplinar en Misiones. En: Gonzalez-Espinosa, M.; Rey-Benayas, J. M.; Ramirez-Marcial, N. (Eds.). *Restauración de bosques en América Latina*. Mundi-prensa, México, pp. 163–179.

HOLZ, S.; Placci, G.; Quintana, R.; 2009. Effect of history of use on secondary forest recovery in the Upper Parana Atlantic Forest (Misiones, Argentina). *Forest Ecology and Management*. 258, pp 1629-1642.

JONGMAN R. H. G., Ter Braak, Van Tongeren O. F. R. 1995. *Data analysis in community and landscape ecology*. Cambridge University Press, 299 pp.

KAMMESHEIDT, L.; 1998. The role of tree sprouts in the restoration of stand structure and

species diversity in tropical moist forest after slash-and-burn agriculture in Eastern Paraguay. *Plant Ecology*. 139, pp 155–165.

KOH, I.; Reineking, B.; Park, C.; Lee, D.; 2015. Dispersal potential mediates effects of local and landscape factors on plant species richness in maeulsoop forests of Korea. *Journal of Vegetation Science*. 26, pp 631 – 642.

LOUMETO, J. J.; Huttel, C.; 1997. Understory vegetation in fast-growing tree plantations on savanna soils in Congo. *Forestry Ecology and Management*. 99, pp 65 – 81.

MYERS, N.; 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. 403, pp 853-858.

NORTON, D. A.; 1998. Indigenous Biodiversity Conservation and Plantation Forestry: Options for the future. *N. Z. Forestry*. pp 34 – 39.

RITTER, L. J.; Arturi, M. F.; Burns, S. L.; Goya, J. F.; Pinazo, M. A.; Ríos Camacho, D.; 2013. Regeneración de árboles nativos en plantaciones de *Pinus taeda* L. en Misiones: efectos del manejo a nivel de rodal y del paisaje. IV jornadas y I congreso argentino de ecología de paisajes. San Pedro, Buenos Aires.

OKSANEN, J.; Blanchet, F. G.; Kindt, R.; Legendre, P.; Minchin, P. R.; O'Hara, R. B.; Simpson, G. L.; Solymos, P. M.; Stevens, H. H.; Wagner, H.; 2013. *vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.0-10. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>

ONAINDIA, M.; Mitxelena, A.; 2009. Potential use of pine plantations to restore native forests in a highly fragmented river basin. *Annals of Forest Science*. 66, 305 pp.

RICHARDS, John A.; Jia, X.; 1999. *Remote Sensing Digital Image Analysis*. 4th edition. Springer Berlin Heidelberg New York. 454 pp.

SELWYN, M. A.; Ganesan, R.; 2009. Evaluating the potential role of *Eucalyptus* plantations in the regeneration of native trees in southern Western Ghats, India. *Tropical Ecology*. 50 (1), pp 173 – 189.

SENBETA, F.; Demel, T.; 2001. Regeneration of indigenous woody species under the canopies of tree plantations in Central Ethiopia. *Tropical Ecology*. 42, pp 175-185.

SENBETA, F.; Teketay, D.; Näslund, B.; 2002. Native woody species regeneration in exotic tree plantations at Munessa-Shashemene forest, southern Ethiopia. *New Forests*. 24, pp 131 – 145.

SOIL SURVEY STAFF; 1992. *Keys to Soil Taxonomy*, fifth ed. SMSS Technical Monographno. 19, Pocahontas Press Inc., Blacksburg, VA, USA, 541 pp.

VACCARO, S.; Arturi, M.; Goya, J.; Frangi, J.; Piccolo, G.; 2003. Almacenaje de carbono en estadios de la sucesión secundaria en la provincia de Misiones. *Interciencia*. 28, pp 521-527.

VAN BLOEM, S. J.; Lugo, A. E.; Murphy, P. G.; 2006. Structural response of Caribbean dry forests to hurricane winds: a case study from Guanica Forest, Puerto Rico. *Journal of Biogeography*. 33, pp 517–523.

VANDERMEER, J.; Mallona, M. A.; Boucher, D.; Yih, K.; Perfecto, I.; 1995. Three years of ingrowth following catastrophic hurricane damage on the Caribbean coast of Nicaragua: evidence insupport of the direct regeneration hypothesis. *Journal of Tropical Ecology*. 11 (3), pp 465–471.

VESK, P. A.; Westoby, M.; 2004. Sprouting ability across diverse disturbances and vegetation types worldwide. *Journal of Ecology*. 92, pp 310–320.

WANG, J.; Borsboom, A. C.; Smith, G. C.; 2004. Flora diversity of farm forestry plantations in southeast Queensland. *Ecological Management & Restoration*. 5 (1), pp 43 – 51.

EFFECTS OF LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL SOBRE LA ANATOMÍA DE LA HOJA DE *Celtis ehrenbergiana* (CELTIDACEAE) EN LA CIUDAD DE LA PLATA (ARGENTINA)

ENVIRONMENTAL POLLUTION EFFECTS ON
LEAF ANATOMY OF *Celtis ehrenbergiana*
(CELTIDACEAE) IN LA PLATA CITY (ARGENTINA)

Fecha de recepción: 10/04/2016 // Fecha de aceptación: 21/12/2016

Marcelo Hernández

Jefe de Trabajos Prácticos de
Sistemática Vegetal, FCAyF,
UNLP

Docente-Investigador del Lab. de
Morfología Comparada de
Espermatófitas (LAMCE),
Departamento de Ciencias
Biológicas, Facultad de Ciencias
Agrarias y Forestales (FCAyF),
Universidad Nacional de La Plata
(UNLP) mphciencia@yahoo.com

Ana Arambarri

Profesora Titular de Morfología
Vegetal, FCAyF, UNLP

Docente-Investigador del Lab. de
Morfología Comparada de
Espermatófitas (LAMCE),
Departamento de Ciencias
Biológicas, Facultad de Ciencias
Agrarias y Forestales (FCAyF),
Universidad Nacional de La Plata
(UNLP) anaramba@yahoo.com.ar

Leandro Nughes

Estudiante de Ingeniería
Agronómica, FCAyF, UNLP

RESUMEN

Se presenta el estudio de los efectos de la contaminación ambiental sobre la estructura de la hoja de *Celtis ehrenbergiana* (Klotzsch) Liebm. "tala" (Celtidaceae). Los árboles analizados fueron de áreas contaminadas (sector urbano de la ciudad de La Plata) y se confrontaron con los datos obtenidos en árboles que crecen en áreas no contaminadas (sector rural de Los Talas, Berisso) (Buenos Aires, Argentina). Se recolectaron hojas de la parte media de la copa, las que se emplearon para establecer la densidad por unidad de superficie (d/mm^2) y tamaño (μm) de las células epidérmicas y estomas; la densidad de tricomas sobre ambas caras de la lámina y el índice estomático. En cortes transversales de la lámina, se estudió la estructura e identificó almidón. Los datos fueron analizados con técnicas básicas de estadística. Las diferencias significativas entre la muestra urbana y rural fueron: en la primera, un incremento de la frecuencia de las células epidérmicas en la cara abaxial y del espesor de la lámina foliar,

SUMMARY

A study about the environmental pollution effects on the leaf structure of *Celtis ehrenbergiana* (Klotzsch) Liebm. "Desert hackberry" (Celtidaceae) is presented here. The trees analyzed were from polluted areas (urban area of La Plata city) and they were compared with data from trees growing in unpolluted areas (rural area of Los Talas, Berisso) (Buenos Aires, Argentina). Leaves from the middle part of the crown were collected. They were used to establish the density per unit area (d / mm^2) and size (μm) of epidermal cells and stomas. Trichomes density on both sides of leaf-blade, and stomatal index also were determined. In leaf-blade cross-sections, the structure was studied and starch was identified. Data were analyzed with basic statistical techniques. The urban sample showed significant differences compared with the rural sample, in the first an increase in the frequency of epidermal cells on the abaxial face and the thickness of the leaf blade, and a high starch concentration in the mesophyll was found. These parameters could be used as a

en cuyo mesofilo se encontró alta concentración de almidón, parámetros que podrían ser utilizados como bioindicador de polución ambiental.

Palabras clave: almidón, ambiente, *Celtis ehrenbergiana*, contaminación, estructura foliar.

bioindicator of environmental pollution.

Key words: *Celtis ehrenbergiana*, environment, leaf-blade structure, pollution, starch.

INTRODUCCIÓN

Celtis ehrenbergiana (Klotzsch) Liebm. “tala” (Celtidaceae), es un arbusto o arbolito de 3-10 (-20) m de altura con el tronco tortuoso, la corteza delgada y ramas flexuosas. Las hojas son simples, con filotaxis alterna. Es una especie de follaje caduco (MURRIELLO *et al.* 1993), con amplia distribución geográfica, hallándose en Brasil, Paraguay y Uruguay y en el centro-norte de la Argentina (ZULOAGA *et al.* 2008). En la provincia de Buenos Aires, tiene hábito gregario y ribereño, donde aún quedan sectores naturales de talaes y en la ciudad de La Plata se encuentra en algunas veredas y parques.

En la ciudad es donde los árboles están sometidos a diversas situaciones de estrés, tales como la reducción de la radiación solar por las partículas en suspensión, la contaminación provocada por el tránsito vehicular e industrial que conjuntamente con otros factores inciden sobre el desarrollo de los tejidos, estructura y fisiología de las hojas (WOODWARD 1987; BATTI Y IGBAL 1988; DALMASSO *et al.* 1997; PATRA Y SHARMA 2000; ROYER 2001; BRUNO *et al.* 2007; STIEFKENS *et al.* 2007; ARRIAGA *et al.* 2014). Las dimensiones de las células epidérmicas y estomas, su frecuencia, el espesor de las paredes celulares y la alteración de las ceras protectoras y cloroplastos son algunos de los cambios estructurales derivados de los ambientes polutos (MHATRE Y CHAPHEKAR 1985; WOODWARD Y BAZZAZ 1988; RAO Y DUBEY 1991; SRIVASTAVA 1999).

CHRISTODOULAKIS Y FASSEAS (1990) y CHRISTODOULAKIS Y KOUTSOGEORGOPOULOU (1991), mostraron que así como las especies desarrollan cambios de adaptación al estrés provocado por las estaciones secas, también poseen la habilidad de adaptarse y tolerar condiciones de contaminación del ambiente. Dada la sensibilidad de las plantas a la contaminación ambiental, los cambios producidos en ellas podrían ser utilizados como indicadores de la calidad del ambiente (RANI *et al.* 2006; ARRIAGA *et al.* 2014). De acuerdo con estos antecedentes se propone analizar los cambios histológicos y estructurales de la hoja de ejemplares de *Celtis ehrenbergiana* cultivados en la ciudad de La Plata y confrontar estos resultados con

ejemplares que crecen en los talaes, áreas no contaminadas. Se espera realizar un aporte al conocimiento de caracteres que podrían ser utilizados como indicadores de contaminación ambiental, así como sumar a la plasticidad fenotípica de la especie demostrada por NUGHERS *et al.* (2013), conocimiento sobre la capacidad adaptativa de la misma al ambiente urbano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Áreas de estudio

Se eligieron dos áreas de estudio, la de árboles cultivados en las veredas sobre Av. 60 y Av. 122 con alto tránsito vehicular, en la ciudad de La Plata, considerada como zona urbana contaminada y otra en un talar de la localidad Los Talas, Partido de Berisso, considerada zona rural no contaminada, ambas ubicadas en la provincia de Buenos Aires, Argentina. También se analizó un ejemplar en situación intermedia tratada desde ahora como zona “suburbana”, cultivado en el Jardín Botánico y Arboretum “C. Spegazzini”, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP.

Materiales estudiados

En diciembre de 2013 y 2014 de los árboles de la zona urbana, suburbana y rural, se recolectaron ramas con hojas de la parte media de la copa y con orientación noreste. Parte del material se herborizó y depositó en el herbario del Área de Botánica, Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Plata. 10 y 11-XII-2013, Hernández MP 146i, j, k y l (LPAG).

Análisis macroscópico

Con la finalidad de visualizar las impurezas presentes o no, en cada muestra, en el mismo día de recolección, se pesaron 10 g de hojas de cada ejemplar, se sumergieron en 200 mL de agua destilada en vaso de precipitado, agitándolo en varias oportunidades con varilla de vidrio. Para evitar la incorporación de impurezas se mantuvieron tapados durante todo el proceso. A las 24 h, se retiraron las hojas y agitó el líquido hasta lograr una mezcla homogénea, de la cual se tomó una alícuota con pipeta de Pasteur llenando tubos de ensayos etiquetados para

cada muestra. Los tubos se dejaron en reposo durante 24 h para lograr el precipitado de la solución. Los tubos de ensayo con los precipitados de impurezas de la zona urbana, suburbana y rural fueron fotografiados con cámara digital Sony DSC-W30. Con la finalidad de establecer la correlación entre el resultado del depósito de impurezas y el color de las hojas, estas también fueron fotografiadas y se muestran en la Fig. 1A-D.

Los datos meteorológicos fueron proporcionados por el personal del Departamento de Sismología e Información Meteorológica, Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, Universidad Nacional de La Plata (Tabla 1).

Tabla 1. Valores medios mensuales de temperatura (°C), humedad relativa (%); presión atmosférica (Hpa); velocidad del viento (km/h) y Lluvias (mm) en diciembre de 2013 y 2014.

Table 1. Monthly average values of temperature (°C), RH (%), atmospheric pressure (Hpa), wind speed (km/h), and rains (mm) in December 2013 and 2014

| | Mes | Temp. °C | Hum. % | Pres. Hpa | Vel. Km/h | Lluv. mm |
|------|-----------|-------------|-----------|--------------|--------------|-------------|
| 2013 | Diciembre | 24,9 | 69,9 | 1010,1 | 12,1 | 16 |
| 2014 | Diciembre | 22,2 | 71 | 1011,8 | 12,1 | 48,6 |

Análisis microscópico

Hojas frescas fueron fijadas en FAA 70% (JOHANSEN 1940). Para el estudio de la epidermis en vista superficial, las hojas se diafanizaron a temperatura ambiente (método ensayado en el Laboratorio de Morfología Comparada de Espermatófitas, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP). Para ello, el material fue sumergido en una mezcla por partes iguales de hidróxido de sodio (NaOH) al 5% e hipoclorito de sodio (NaOCl) al 5%, cuando alcanzaron suficiente decoloración se completó la misma con NaOCl al 50% y luego de lavarlas varias veces en agua destilada, se dejaron 24 h en hidrato de cloral para alcanzar una completa clarificación. Los materiales diafanizados se colorearon con safranina alcohólica 80% y montaron con gelatina-glicerina. Para el estudio de la estructura interna se realizaron cortes transversales a mano alzada, en la parte media de la lámina, los mismos fueron seleccionados y decolorados con NaOCl al 50%, luego de lavarlos con agua destilada hasta eliminar el NaOCl, algunos se trataron con el reactivo lugol (IKI) para identificar almidón (D'AMBROGIO DE ARGÜESO 1986). En la vista en superficie de las hojas transparentes se hicieron los recuentos de las células epidérmicas, estomas y tricomas sobre ambos

semilimbos en cuatro campos ópticos de la cara adaxial y cuatro en la cara abaxial. No se consideraron aquellas células, estomas o tricomas ubicados en el borde del campo. Estos datos permitieron establecer la densidad de los mismos, expresada por unidad de superficie (d/mm^2) y el índice estomático (IE%). Para el cálculo de IE se empleó la fórmula de SALISBURY (1927): $[(\text{no. de estomas/no. de estomas} + \text{no. de células epidérmicas}) \times 100]$. Las imágenes se lograron con un microscopio Gemalux equipado con cámara Motic 2.0 con software Motic Image Plus 2.0. El mismo software fue utilizado para obtener las medidas de longitud y latitud de las células epidérmicas y estomas en vista superficial y las medidas de espesor de la epidermis adaxial, abaxial, mesofilo y lámina, en corte transversal. La totalidad de las medidas fueron expresadas en micrómetros (μm).

Análisis estadístico

Sobre los datos de densidad de células epidérmicas, estomas y tricomas de la cara abaxial y el espesor de las láminas se aplicó el análisis de varianza (ANOVA). Asimismo se realizó la prueba de Tukey de comparación múltiple de las medias para obtener grados de significancia ($P < 0.05$) (Tablas y Gráficos 1-3, 5) Los análisis fueron realizados con el software Statistica 7.0 para Windows.

RESULTADOS

Las hojas de *Celtis ehrenbergiana* son brevemente pecioladas con la lámina aovado-asimétrica, de tamaño variable de 2,5-6,0 cm long. x 0,9-2,5 cm lat., con el margen entero y aserrado hasta dentado en la mitad distal. En ambas caras presenta indumento formado por tricomas glandulares y eglandulares con cistolito basal. Su consistencia y color varían con la exposición a la luz, pero es notable que en los ejemplares del área urbana y suburbana presentaron en la misma época un color verde muy oscuro; en el área urbana y suburbana hubo ataque del ácaro *Eriophyes* (Eriophyidae) pero este fue intenso en el área suburbana, mientras que en el área rural las hojas mostraron un color verde claro y no se observó la acción del arácnido. El color verde oscuro de las hojas fue coincidente con un mayor y más oscuro depósito de impurezas en las muestras del área urbana (Fig. 1A, B; Av. 122 y Av. 60).

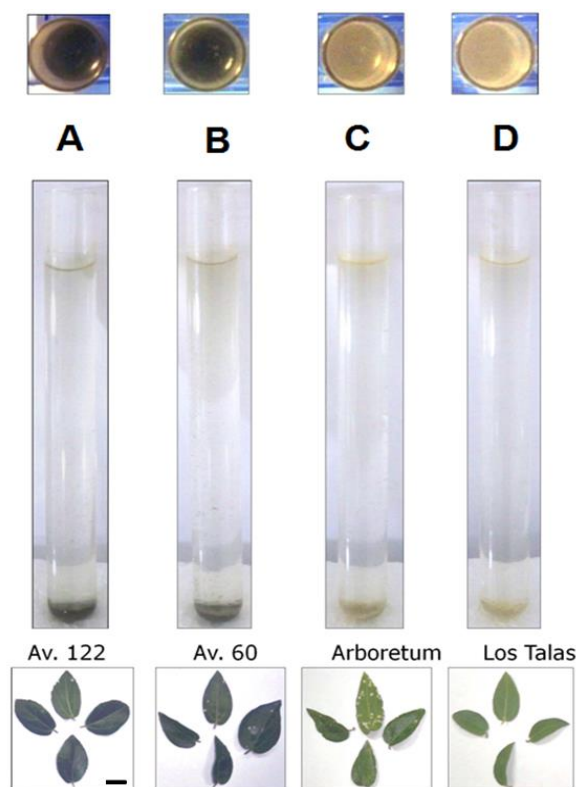


Fig. 1A-D: Tubos de ensayo mostrando el depósito de impurezas que se obtuvo en cada muestra, color más oscuro indica mayor contaminación. A, B, área urbana: A, Avenida 122; B, Avenida 60. C, área suburbana: Arboretum. D, área rural: Los Talas. Siguiendo en columna, debajo de cada tubo están las fotos de las hojas, en vista adaxial y abaxial, mostrando color verde oscuro las del área urbana que coincide con el mayor depósito de partículas. En la muestra Arboretum, suburbana, se observa con mayor intensidad el síntoma causado por el ácaro (puntos blancos en superficie) y en la columna de Los Talas, las hojas verde claro y limpias del área rural. Escala: 1 cm.

Fig. 1A-D. The test tubes showing the deposit of impurities that were obtained in each sample, darker color indicates greater contamination. A, B, urban area: A, Avenue 122; B, Avenue 60. C, suburban area: Arboretum. D, rural area: Los Talas locality. Dark color indicated more contamination in the test tubes. Following in column, below each tube there are photographs of the leaves, in adaxial and abaxial surface view, showing dark green color the ones from the urban area that coincides with the largest deposit of particles. The symptom caused by mite may be seen in suburban (Arboretum) sample (white spotted surfaces), and in the column from Los Talas, a clean and clear green color in leaves from rural area are observed. Scale bar: 1 cm.

Epidermis en vista superficial

La epidermis adaxial de la muestra urbana mostró la persistencia de partículas adheridas, aún después de los tratamientos para su diafanización y preparación, mientras que una epidermis adaxial limpia se halló en la muestra rural (Fig. 2A, B).

Las células epidérmicas de la cara adaxial son siempre de mayor tamaño que las de la cara abaxial. En general, en la cara adaxial son isodiamétricas o ligeramente alargadas, con paredes anticlinales rectilíneas, mientras que en la epidermis abaxial son ligeramente onduladas y con frecuencia con la cutícula estriada.

En los ejemplares del área urbana las células epidérmicas de la cara adaxial resultaron de mayor tamaño y algo más alargadas ($43,47 \times 30,25 \mu\text{m}$), que las más pequeñas e isodiamétricas ($35,45 \times 28,73 \mu\text{m}$) de los ejemplares del área rural. Sin embargo, las diferencias de tamaño de las células epidérmicas no son significativas.

En la muestra urbana, la densidad de las células epidérmicas ($1120,69 \text{ d/mm}^2$) en la cara adaxial sufrió reducción frente a la muestra rural ($1248,27 \text{ d/mm}^2$), mientras que en la cara abaxial hubo un incremento en la frecuencia de células epidérmicas en el área urbana ($4110,34 \text{ d/mm}^2$) respecto al área rural ($2303,45 \text{ d/mm}^2$). El incremento de densidad de células epidérmicas en la cara abaxial en el área urbana es significativa (Tabla 2, Gráfico 1).

Las hojas de todas las muestras fueron hipostomáticas, los estomas son de tipo anomocítico, ocasionalmente anisocíticos, muy variables en forma, desde redondeados hasta alargados. En la epidermis abaxial se encontró un incremento en la densidad promedio de estomas ($334,48 \text{ d/mm}^2$) en las muestras del área urbana con respecto al área rural ($227,59 \text{ d/mm}^2$). Sin embargo, desde el punto de vista estadístico esta diferencia no es significativa (Tabla 3, Gráfico 2). De igual manera tampoco es significativa la diferencia de tamaño de los estomas.

El índice estomático fue uniformemente menor en los ejemplares del área urbana (7,34%) en contraste con el área rural (9,19%).

Ambas epidermis son pubescentes. La frecuencia de los tricomas glandulares, no varió significativamente entre las muestras. En la densidad por unidad de superficie de los tricomas eglandulares se halló una reducción en ambas epidermis de la muestra urbana (epidermis adaxial: $36,21$; epidermis abaxial: $22,41 \text{ d/mm}^2$) respecto a la muestra rural (epidermis adaxial: $48,27$; epidermis abaxial: $39,65 \text{ d/mm}^2$), sin embargo, esta diferencia no es significativa (Tabla 4, Gráfico 3).

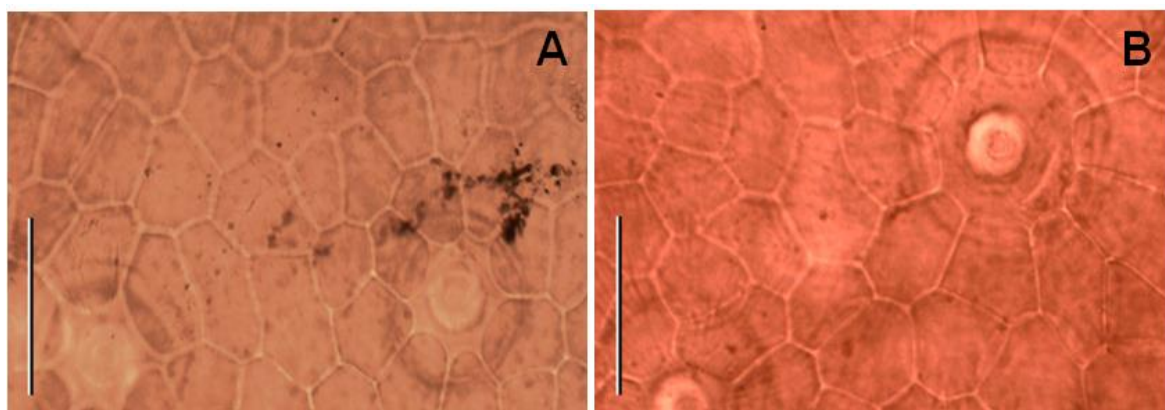


Figura 2. Epidermis adaxial en vista superficial. *Celtis ehrenbergiana*. A, muestra urbana (Av. 122) con partículas de suciedad adheridas; B, muestra rural (Los Talas) con la superficie limpia. Escalas: A, B, 300 μm .

Figura 2. Adaxial epidermis in surface view. *Celtis ehrenbergiana*. A, urban sample (Av. 122), with adhered dirty particles; B, rural sample (Los Talas), clean surface. Scale bars: A, B, 300 μm .

Tabla 2 . Test de Tukey para densidad de células epidérmicas en la cara abaxial (d/mm^2).

Table 2. Tukey test for epidermal cells density in the abaxial surface (d/mm^2).

| | | |
|--------|----------|----------|
| ÁREA | 7110,6 | 4384,8 |
| URBANA | | 0,000118 |
| RURAL | 0,000118 | |

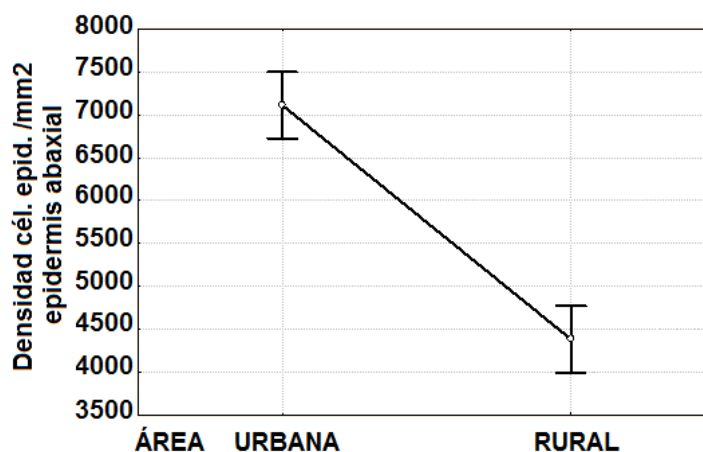


Gráfico 1. En el ambiente urbano, el incremento de la frecuencia de células epidérmicas en la cara abaxial de la lámina es significativo.

Graphic 1. In the urban environment, the increased frequency of epidermal cells on the abaxial side of the leaf-blade is significant.

Tabla 3. Test de Tukey para densidad de estomas (d/mm^2).Table 3. Tukey test for stomas density in the abaxial surface (d/mm^2).

| ÁREA | 681,06 | 672,72 |
|--------|----------|----------|
| URBANA | | 0,829335 |
| RURAL | 0,829335 | |

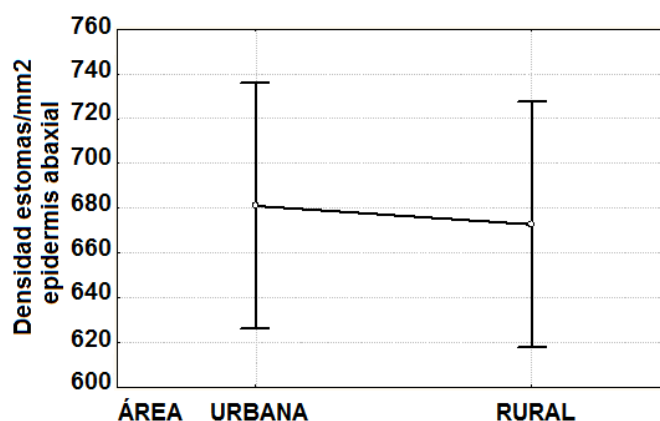


Gráfico 2. En el ambiente urbano, el incremento de la frecuencia de estomas en la cara abaxial de la lámina no es significativo.

Graphic 2. In the urban environment, the increased frequency of stomata on the abaxial side of the leaf-blade is not significant.

Tabla 4. Test de Tukey para densidad de tricomas (d/mm^2).Table 4. Tukey test for trichomes density in the abaxial surface (d/mm^2).

| ÁREA | 66,668 | 77,321 |
|--------|----------|----------|
| URBANA | | 0,135814 |
| RURAL | 0,135814 | |

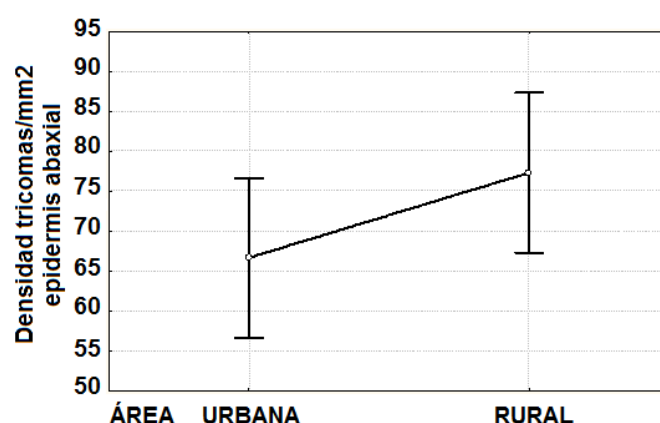


Gráfico 3. En el ambiente urbano, la reducción de la frecuencia de tricomas en la epidermis abaxial no es significativa.

Graphic 3. In the urban environment, the decreased frequency of trichomes on the abaxial side of the leaf-blade is not significant.

Estructura de la lámina en corte transversal

Presenta ambas epidermis uniseriadas, con espesor mayor en la cara adaxial que abaxial. El espesor de las epidermis fue notablemente mayor en las especies procedentes del área contaminada en contraste con el área rural. El mesofilo de la hoja de *C. ehrenbergiana* es variable en su estructura de acuerdo a las condiciones de luminosidad. En los ejemplares

analizados la estructura del mesofilo no presentó variación marcada, manteniéndose en una estructura dorsiventral con tendencia a empalizada. El análisis comparativo de los ejemplares de ambas áreas puso en evidencia un incremento significativo del espesor del mesofilo y espesor total de la lámina en las hojas de las plantas de áreas contaminadas (Fig. 3A, B) (Tabla 5, Gráfico 4; Tabla 6, Gráfico 5).

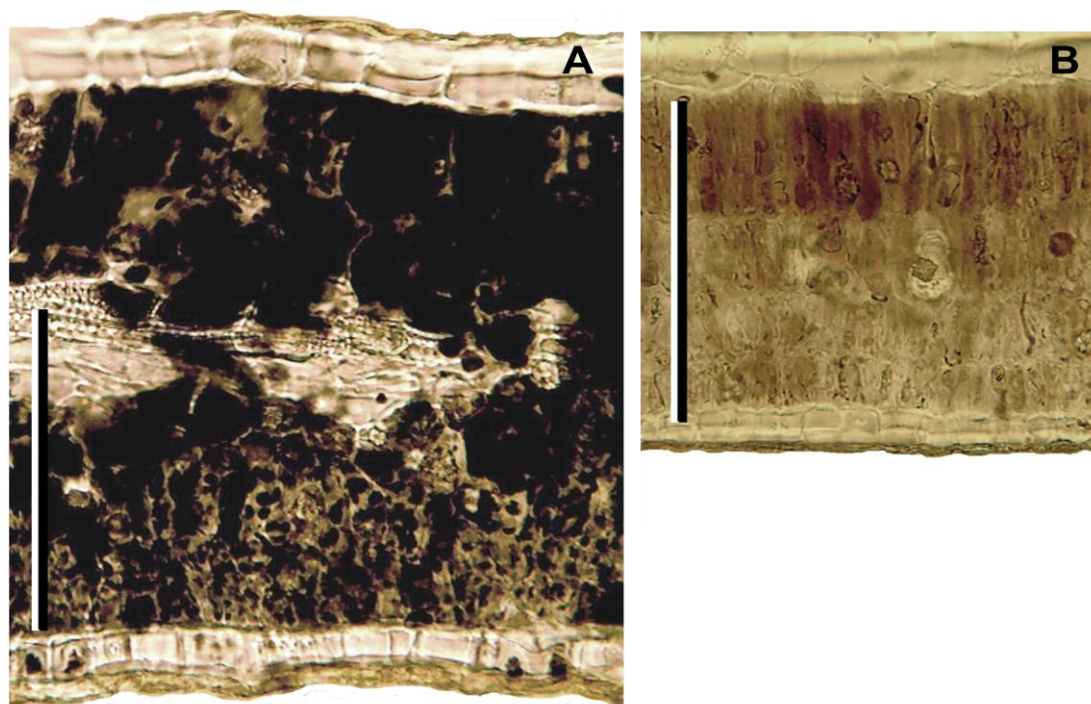


Fig. 3. Cortes transversales de lámina de *Celtis ehrenbergiana*. A, de hoja en área contaminada, mayor espesor de epidermis, mesofilo y lámina total. Abundante almidón (coloración oscura dada con el reactivo lugol). B, de hoja de área rural, menor espesor y ausencia de almidón. Escalas: A, B, 100 μm .

Fig. 3. *Celtis ehrenbergiana* leaf-blade cross sections. A, in the contaminated area, the leaf-blade shows a thicker epidermis, mesophyll and leaf-blade, and a lot of starch (dark coloration given to the IKI reagent). B, from rural area, the leaf-blade exhibits less thickness and absence of starch. Scale bars: A, B, 100 μm .

Tabla 5. Valores promedio de espesor en micrómetros (μm), de las epidermis (Epid), Mesofilo y Lámina foliar.

Table 5. Average thickness values in micrometers (μm), of epidermis (Epid), mesophyll and leaf-blade.

| | Epid adaxial | Epid abaxial | Mesofilo | Lámina |
|-------------|--------------|--------------|----------|--------|
| Área Urbana | 11,80 | 7,36 | 67,39 | 86,63 |
| Área Rural | 5,66 | 5,24 | 59,22 | 61,12 |

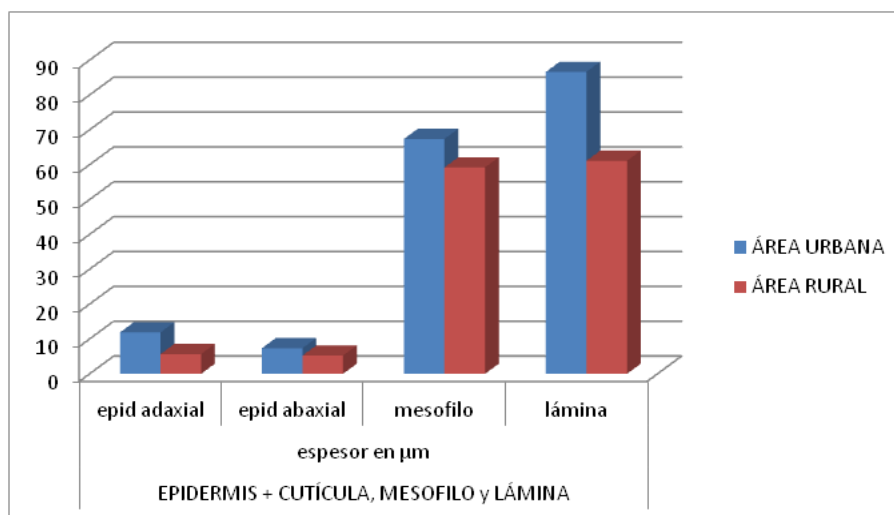


Gráfico 4. Muestra el incremento significativo de espesor de la lámina y tejidos constituyentes, células epidérmicas y el mesofilo, en muestras del área urbana.

Graphic 4. It shows the notable increase of leaf-blade thickness and tissues constituents epidermal cells and mesophyll in samples of the urban area.

Tabla 6. Test de Tukey para espesor de la lámina foliar (µm).

Table 6. Tukey test for leaf-blade thickness (µm).

| | | |
|--------|----------|----------|
| ÁREA | 83,150 | 66,800 |
| URBANA | | 0,000118 |
| RURAL | 0,000118 | |

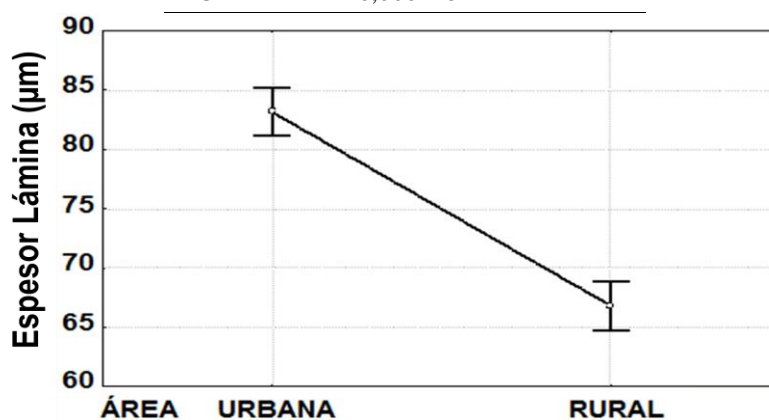


Gráfico 5. En el ambiente urbano, el incremento del espesor de la lámina, así como de sus partes, epidermis y mesofilo es altamente significativo.

Graphic 5. In the urban environment, the increase of leaf-blade thickness and tissues constituents, epidermal cells and mesophyll is significant.

Histoquímica

Al tratar con lugol los cortes transversales de las láminas de los ejemplares de las muestras del área contaminada, mostraron elevado contenido de almidón en las células del parénquima del mesofilo y en las

células oclusivas de los estomas (Fig. 3A); también en el parénquima del xilema (Fig. 4A). En los cortes transversales de hojas atacadas por *Eriophyes*, se observó la presencia de almidón en las lesiones del tejido producidas por el ácaro (Fig. 4B).

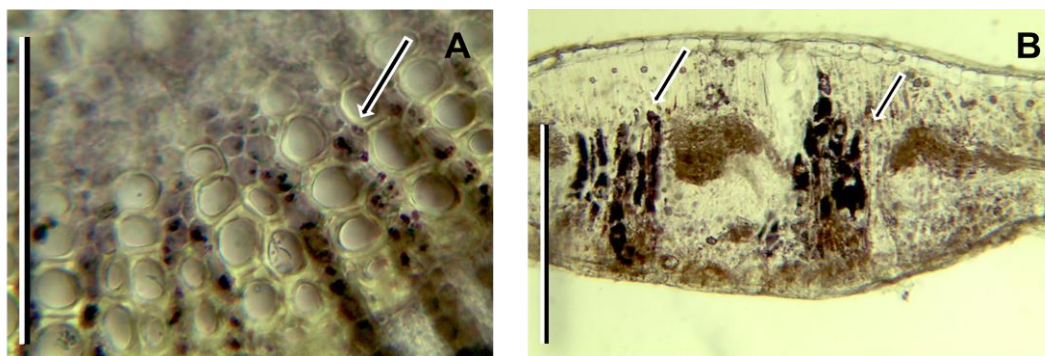


Figura 4. Corte transversal hoja de *Celtis ehrenbergiana*. A, Almidón (puntos oscuros) en el parénquima del xilema. B, Almidón (puntos oscuros) en el sector de la lámina afectado por el ácaro *Eriophyes* (los granos de almidón oscurecidos por el lugol son señalados por flechas). Escalas: A, 100 µm; B, 300 µm.

Figura 4. *Celtis ehrenbergiana* leaf-blade cross-section. A, starch (dark points) in xylem parenchyma. B, Starch (dark points) in the leaf sector affected by the mite *Eriophyes*, (dark starch grains treated by lugol are indicated by arrows). Scale bars: A, 100 µm; B, 300 µm.

DISCUSIÓN

La epidermis adaxial muestra paredes anticlinales de las células epidérmicas rectilíneas, lo cual corresponde a una alta radiación solar que recibirían en diciembre todas las muestras. En toda la estructura foliar se observaron variaciones macro y microscópicas que se pueden relacionar con la polución ambiental, tal como el color de las hojas, que fue verde oscuro en las recolectadas en la zona urbana, lo cual puede atribuirse a la reducción lumínica producida por las partículas en suspensión, coincidiendo con lo señalado por BRUNO *et al.* (2007) y STIEFKENS *et al.* (2007). ROTH (1984) indicó que las hojas que desarrollan bajo una elevada radiación solar, forman células del parénquima en empalizada más largas y delgadas y los cloroplastos se distribuyen a lo largo de las paredes anticlinales y alejados de la superficie para protegerse de la acción nociva de los rayos UV. En el presente estudio, las muestras no presentaron la capa de empalizada formada por células largas y delgadas ya que en ningún caso estuvieron sometidas a una excesiva radiación solar, menos aún en el área urbana. En el “tala”, el mesófilo cambia de dorsiventral a empalizada con el incremento de la luz (NUGHES *et al.* 2013), en el presente estudio solo se observó tendencia a pasar a empalizada en la zona rural, ambiente donde por la pureza del aire recibe mayor luminosidad. Por otro lado, la presencia del ácaro en hojas de la zona urbana y suburbana estaría dado por un debilitamiento de los ejemplares creciendo en ambiente poluto combinado con otros factores climáticos desfavorables a la especie, coincidiendo con lo señalado en trabajos previos por

MASTER Y MCNEILL (1996) y STIEFKENS *et al.* (2007).

En el área urbana se halló un significativo incremento de la frecuencia de células epidérmicas, también se observó un leve incremento de la densidad estomática y al mismo tiempo, una reducción de la densidad de tricomas. De acuerdo con PATEL Y DEVI (1985), la densidad de estomas se reduce cuando la epidermis está protegida por tricomas, ya que actúan como un filtro y evitan el ingreso de partículas a los mismos. De acuerdo con ello, la mayor frecuencia de estomas en la epidermis abaxial de *Celtis ehrenbergiana* en el área contaminada, podría deberse a la reducción de la frecuencia de tricomas y por lo tanto, su acción protectora. El incremento de estomas hallado es concordante con lo señalado en *Ligustrum lucidum* Aiton f. por BRUNO *et al.* (2007); en *Ceiba speciosa* (A. St.-Hil.) Ravenna por STIEFKENS *et al.* (2007); en *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae) por SEGALA ALVES *et al.* (2008). Por otra parte, la reducción de la frecuencia de tricomas en el área contaminada probablemente es una adaptación a la menor necesidad de protección provocada por la reducción de radiación solar existente en áreas con partículas en suspensión.

En las muestras de la zona urbana y en la cara adaxial de la lámina, se observaron diferencias de tamaño en las células epidérmicas y estomas con respecto a las muestras del área rural, pero estas diferencias no fueron significativas. La falta de diferencias en tamaño de los estomas era esperable, ya que la especie estudiada se caracteriza por la alta variabilidad de la forma y tamaño de los mismos, en especial en la época primaveral del año (NUGHES *et al.* 2013). El índice estomático se redujo en el área poluta coincidiendo con los resultados dados para

Ceiba (STIEFKENS *et al.* 2007), no así con Bruno *et al.* (2007) que en hojas de *Ligustrum lucidum* determinaron un incremento del índice estomático en área contaminada. Las diferencias entre los resultados de estudios realizados en diferentes especies y lugares lo explicaron BARNES Y WELLBURN (1998) y MAHMOODUZZAFAR *Et al.* (2006) quienes señalaron que las plantas están sometidas a una mezcla compleja de compuestos contaminantes, lo cual varía en tiempo y espacio.

Resultó altamente significativo el cambio estructural de la lámina en lo referente al incremento del espesor de las células epidérmicas y parénquima del mesófilo, determinando un aumento del espesor total de la lámina. En diversas especies que crecen en áreas contaminadas se han hallado cambios en el desarrollo y características anatómicas como el espesor del mesófilo y ceras epicuticulares (THOMAS Y HARVEY 1983); reducción del espesor de la lámina por reducción del número de estratos celulares en empalizada (BRUNO *et al.* 2007). MELETIOU-CHRISTOU *et al.* (2011) estudiaron los cambios estacionales en el contenido de compuestos de almacenaje en las hojas de *Nerium oleander* L., en áreas con distinto grado de polución. Sus resultados indicaron que el nivel de polución no afectó las variaciones en el contenido de azúcares solubles, almidón, ni lípidos, cuyo contenido se incrementa en primavera. Mientras que el contenido de clorofila en la hoja, el cual se reduce en primavera, declinó en sitios con polución de ozono. De acuerdo con ello, considerando que el presente estudio mostró un incremento del contenido de almidón en las hojas de ejemplares del área poluta y lo contrario en el área no poluta y además, la presencia de almidón en las partes de la hoja afectadas por el ácaro, se hipotetiza que la acumulación de almidón es una respuesta de la especie a factores de estrés, bióticos y abióticos.

CONCLUSIÓN

Celtis ehrenbergiana mostró capacidad de adaptación fenotípica a la contaminación del ambiente. Las variables epidérmicas y estructurales de las hojas de plantas procedentes de áreas polutas evidenciaron un incremento significativo en la frecuencia de células epidérmicas en la cara abaxial de la lámina, en el espesor de las epidermis y del mesófilo, que determinó un notable incremento del espesor de la lámina foliar total, acompañada por la acumulación de almidón en los parénquimas de la hoja de *C. ehrenbergiana* en las muestras de áreas con contaminación vehicular e industrial de la ciudad de La Plata, características que podrían ser utilizadas como bioindicador de polución ambiental.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro reconocimiento a la Lic. Araceli Vasicek por la determinación del arácnido. Gracias al personal del Departamento de Sismología e Información Meteorológica de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP, por proveernos los registros climáticos. Extendemos nuestro agradecimiento a los evaluadores anónimos que permitieron con sus sugerencias mejorar el manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA

- ARRIAGA M. O.; M. L. Stampacchio; M. G. Fernández Pepi; P. E. Perelman y A. M. Faggi. 2014. Use of epidermal characters as bioindicators of environmental pollution. *Multequina* 23: 41-53.
- BARNES J. D. y A. R. Wellburn. 1998. Air pollutant combinations. In: Responses of plant metabolism to air pollution and global change (De Kok, L. J. & I. Stulen, eds.), Backhuys Publishers, Leiden.
- BATTI G. H. y M. Z. Igbal. 1988. Investigations into the effect of automobile exhausts on the phenology, periodicity and productivity of some roadside trees. *Acta Soc. Bot. Poloniae*, pp. 57.
- BRUNO G. L. Stiefkens; M. Hadid; I. Liscovsky; M. T. Cosa y N. Dottori. 2007. Efecto de la contaminación ambiental en la anatomía de la hoja de *Ligustrum lucidum* (Oleaceae). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 42: 231-236.
- CHRISTODOULAKIS N. S. y C. Fasseas. 1990. Air pollution effects on the leaf structure of *Laurus nobilis*, an injury resistant species. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 44: 276-281.
- CHRISTODOULAKIS N. S. y L. Koutsogeorgopoulou. 1991. Air pollution effects on the leaf structure of two injury resistant species: *Eucalyptus camaldulensis* and *Olea europaeae* L. var. *sylvestris* Brot., *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 47: 433-439.
- DALMASSO A.; R. Candia y J. Llera. 1997. La vegetación como indicador de la contaminación por polvo atmosférico. *Multequina* 6: 91-97.
- D'AMBROGIO DE ARGÜESO A. 1986. Manual de técnicas en histología vegetal. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires. 86 pp.

- JOHANSEN D. A. 1940. Plant microtechnique. Capítulo IV, Cytological methods, págs. 170-203, New York: McGraw-Hill Book Co.
- MASTER G. J. y S. McNeill. 1996. Evidence that varieties respond differently to NO₂ pollution as indicated by resistance to insect herbivores. *Environment Pollut.* 91: 351-352.
- MAHMOODUZZAFAR V. R. B.; T. O. Siddici y M. Iqbal. 2006. Foliar response of *Ipomea pes-tigridis* L. to coal-smoke pollution. *Turkish Journal of Botany* 30: 413-417.
- MHATRE, G. N. y S. B. Chaphekar. 1985. The effect of mercuric chloride on the pigment content of a mulberry plant. *Pollution Research* 10: 123-133.
- MELETIOU-CHRISTOU M. S.; G. P. Banilas; C. Barnis y S. Rhizopoulou. 2011. Plant biomonitoring: impact of urban environment on seasonal dynamics of storage substances and chlorophylls of Oleander. *Global NEST Journal* 13: 395-404.
- MURRIELO S.; M. Arturi y A. D. Brown. 1993. Fenología de las especies arbóreas de los talaes del este de la provincia de Buenos Aires. *Ecología Austral* 3: 25-31.
- NUGHES L.; M. Colares; M. Hernández y A. Arambarri. 2013. Morfo-anatomía de las hojas de *Celtis ehrenbergiana* (Celtidaceae) desarrolladas bajo condiciones naturales de sol y sombra. *Bonplandia* 22: 47-58.
- PATEL J. D. y G. S. Devi. 1985. Studies on leaf epidermis of some Angiosperms species growing under pollution stress of a fertilizer complex. *J. Pl. Anat. Morph.* 2: 1-10.
- PATRA M. y A. Sharma. 2000. Mercury toxicity in plants. *Botanical Review* 66: 379-422.
- RANI M.; N. Pal y R. K. Sharma. 2006. Effect of railway engines emission on the micromorphology of some field plants. *Journal of Environmental Biology* 27: 373-376.
- RAO M. V. y P. S. Dubey. 1991. Detoxifying mechanism: probable role in determining the plant response to SO₂ under different light intensities. *Indian Journal of Environmental and Toxicology* 1: 39-45.
- ROTH I. 1984. Stratification of tropical forests as seen in leaf structure. In: *Encyclop Plt. Anat.*, Gebrüder Borntraeger, Berlín. 522 pp.
- ROYER D. L. 2001. Stomatal density and stomatal index as indicators of paleoatmospheric CO₂ concentration. *Rev. Paleobot. Palyno.* 114: 1-28.
- SALISBURY E. 1927. On the causes and ecological significance of stomatal frequency with special reference to the woodland flora. *Phil. Trans. R. Soc. Lond, Ser B*, 216: 1-65.
- SEGALA ALVES E.; F. Tresmondi y E. L. Longui. 2008. Análise estrutural de folhas de *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae) coletadas em ambientes rural e urbano, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 22: 241-248.
- SRIVASTAVA K. 1999. *Celosia* as indicator of automobile pollution. In XVI International Botanical Congress, Abstracts (pp. 2580), St. Louis, Missouri, EEUU.
- STIEFKENS L.; G. Bruno; M. Hadid; N. Delbón; M. T. Cosa y N. Dottori. 2007. Alteraciones histológicas en las hojas de *Ceiba speciosa* (Bombacaceae), producidas por la contaminación ambiental. *Arnaldia* 14: 71-76.
- THOMAS J. F. y C. N. Harvey. 1983. Leaf anatomy of four species grown under continuous CO₂ enrichment. *Botanical Gazette* 144: 303-309.
- WOODWARD F. I. 1987. Stomatal numbers are sensitive to increases in CO₂ from preindustrial levels. *Nature* 327: 617-618.
- WOODWARD F. I. y F. A. Bazzaz. 1988. The responses of stomatal density to CO₂ partial pressure. *Journal of Experimental Botany* 39: 1771-1781.
- ZULOAGA F. O.; O. Morrone y M. J. Belgrano (eds.). 2008. Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 107: 983 pp. St. Louis (<http://www.darwin.edu.ar> consultado abril 2016).

EVALUACION DE UNA PLANTACION DE ENRIQUECIMIENTO CON *Cedrela fissilis* Vell., EN EL PREDIO DE UN PEQUEÑO PRODUCTOR FORESTAL

EVALUATION OF AN ENRICHMENT PLANTATION WITH *Cedrela fissilis* Vell., IN THE FIELD OF SMALL FOREST PRODUCER

Fecha de recepción: 22/12/2015 // Fecha de aceptación: 22/12/2016

Lidia López Cristóbal

Ing. Forestal M.Sc. Cátedra de Ecología. Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. Bertoní 124. Eldorado CP 3380. Misiones. E-mail: lidia@facfor.unam.edu.ar

Norma Esther Vera

Ing. Forestal M.Sc. Cátedra de Silvicultura. Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. E-mail: nvera@facfor.unam.edu.ar

Lidia Mabel Reyes

Becaria de investigación. Estudiante avanzada de Ing. Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. E-mail: lidiamabel_reyes@yahoo.com.ar

Juan Domingo Perié

Ing. Forestal. Colaborador. Docente investigador de la Facultad de Ciencias Forestales-Universidad Nacional de Misiones.

Rubén Costas

Ing. Forestal. Colaborador. Docente investigador de la Facultad de Ciencias Forestales-Universidad Nacional de Misiones. E-mail:

rcostas@facfor.unam.edu.ar

Alan Mallorquin

Estudiante avanzado de la carrera de ingeniería forestal de la FCF-UNaM. Becario de proyecto de investigación desde el año 2015.

RESUMEN

El presente trabajo analiza el desempeño inicial en crecimiento y supervivencia de *Cedrela fissilis* Vell., en situación de plantación bajo cobertura de bosque secundario joven, relacionando los daños producidos por la mariposa del brote y la intensidad de luz incidente. Este bosque está ubicado en el municipio de 9 de julio, departamento Eldorado, Provincia de Misiones, Argentina. El ensayo fue instalado en la primavera del 2010, el distanciamiento fue de 4x4 y se realizaron aplicaciones de insecticidas para controlar el ataque de la mariposa del brote. Las mediciones se realizaron en abril de 2013, octubre de 2014 y en agosto de 2015. Los resultados demuestran una alta sobrevivencia de la especie, a los 5 años 84 %, el nivel de ataque de la mariposa fue más fuerte en octubre, medio en abril y nulo en agosto; en cuanto al crecimiento en altura y DAC fue lento; los valores anuales medios para ambas variables fueron de 0,32 m y 5,88 mm, respectivamente. No se observó relación alguna entre el tamaño o la intensidad de luz medida para cada planta con los niveles de ataque de la mariposa. El bosque secundario presente compitió en

SUMMARY

The present work analyzes the initial performance in growth and survival of *Cedrela fissilis* Vell., in a plantation under young secondary forest coverage, relating the damages produced by the butterfly outbreak and the incident light intensity. The forest is located in the Municipality of 9 de Julio, Eldorado Department, Province of Misiones, Argentina. The trial was installed in the spring of 2010, the distance was 4x4 and the applications of insecticides to control the attack of butterfly outbreak were carried out. The measurements were done in April 2013, October 2014 and in August 2015. The results show a high survival of the species, 84 % at five years. The level of attack of the butterfly was stronger in October, medium in April and null in August. As regards height growth and diameter at collar height were slow; the mean annual values for both variables were 0,32 meter and 5,88 millimeters, respectively. No relationship was observed between the size or the intensity of light measured for each plant with the attack levels of the butterfly. The present secondary forest competed in growth, maintained survival and

crecimiento, mantuvo la sobrevivencia y no disminuyó el ataque de la mariposa del brote esperado.

Palabras claves: *Cedrela fissilis*, bosque secundario, insecticidas, intensidad de luz, niveles de ataque.

did not diminish the expected attack of the butterfly outbreak.

Key words: *Cedrela fissilis*, secondary forest, insecticides, light intensity, levels of attack

INTRODUCCIÓN

El Cedro Misionero (*Cedrela fissilis* Vell.), es una especie que crece naturalmente en la Selva Misionera, con una importante participación en la estructura arbórea de bosques relativamente bien conservados. En el bosque primario la frecuencia del cedro puede variar entre 1,76 a 6,88 árboles por hectárea (GARTLAND *et al.*, 1996). Se caracteriza por tener un crecimiento rápido, en condiciones de buena disponibilidad de luz, lo que la posiciona en el estrato arbóreo superior.

Según GARTLAND y PARUSSINI (1990), citado por GARTLAND *et al.* (1996), el árbol es de porte mediano a grande. La altura media del fuste puede variar de 4,82 a 7,55 m, con una máxima de 15 m. El diámetro puede variar de 27,03 a 42,07 cm, con un máximo de 120 cm.

Respecto a las características de la madera, la albura es de color blanco- amarillenta a rosada y el duramen castaño rojizo. La especie presenta muy buenas características para su uso maderable (mueblería, carpintería, chapas para placas y compensados, etc.).

Entre las limitantes más importantes para la especie, se debe mencionar que es afectada por un insecto, comúnmente conocido como la mariposa del brote (*Hypsipyla grandella* Zeller), que deposita sus huevos en los brotes de la planta y las larvas se alimentan de los mismos causando fuertes daños en el ápice, afectando así el crecimiento en altura. La mayoría de las veces la planta se recupera largando otros brotes apicales, pero crece con problemas de forma. Este insecto barrenador de las Meliáceas, es un lepidóptero de la familia Pyralidae, el cual en su estado larvario provoca severos daños a la planta de Cedro y a otras especies del género *Cedrela* (DEL CASTILLO *et al.*, 1993). La actividad de la plaga es estacional y la ovoposición está estrechamente ligada a la evolución de las temperaturas primaverales y las precipitaciones cuando se expresa el pico de ataque (DE LA VEGA *et al.*, 2009).

Dadas las características deseables de la madera de cedro, sumadas a su rápido crecimiento, se realizaron y aún persisten, varios intentos por lograr plantaciones tanto a cielo abierto como bajo cobertura de bosque, observándose en las publicaciones disponibles que se han logrado distintos resultados. Los

ataques de la mariposa siguen representando el mayor riesgo y continúan siendo una limitante para las plantaciones de Cedro en la Provincia de Misiones. Entre las alternativas que mencionan los antecedentes disponibles, estos daños por ataques pueden ser disminuidos utilizando diseños de plantación y densidades adecuadas, utilizando la cobertura del bosque como dosel protector de heladas y de los ataques del insecto y plantaciones mixtas con especies definidas.

Otros autores como VIZCARRA SÁNCHEZ (2004), citado por MAIOCCO *et al.* (2009), han obtenido resultados satisfactorios en ensayos de control utilizando diferentes repelentes químicos de la mariposa barrenadora.

En la localidad de Eldorado, Misiones, DE LA VEGA *et al.* (2009), realizaron una plantación de Cedro a cielo abierto con el objetivo de evaluar la efectividad de la consociación del Cedro con *Eucalyptus citriodora* Hook (Eucalipto), y la aplicación de insecticidas Alfa- cipermetrina y diflubenzurón + cipermetrina, sobre el control de la mariposa “barrenadora de las Meliáceas”. La densidad fue de 6m x 6m para Cedro con Eucalipto, y 5m x 5,5m en los demás experimentos. La aplicación de insecticida se realizó en 31 oportunidades cada 26 días. Se midió supervivencia, frecuencia de ataque y altura de las plantas cada 26 días en promedio para las dos primeras y cada 7 meses para la altura. Concluyeron que las dos formulaciones propuestas fueron efectivas para el control; la mayor actividad del barrenador se registró en los meses de septiembre hasta abril, disminuyendo hasta la inactividad en los meses de mayo a agosto. La plantación asociada con el Eucalipto no favoreció el crecimiento del Cedro y no tuvo influencia en el ataque de la mariposa.

Otro antecedente importante relacionado al tema de estudio, es el que fue desarrollado por MAIOCCO *et al.* (2009); estos autores evaluaron el comportamiento del Cedro en plantaciones bajo cubierta de bosque secundario de 20 años de edad; la densidad utilizada fue de 200 plantas por hectárea (5m x 10m). Se realizaron distintos tratamientos de control de la mariposa del brote (aplicación de insecticida sistémico, poda manual correctiva, especie acompañante y testigo). A diferencia del estudio anterior (DE LA VEGA *et al.*, 2009), determinaron que en el primer año el Cedro presentó mejor rendimiento acompañado de otra especie como es el *Eucalyptus*

citriodora Hook, registrándose un ataque del 10 % de las plantas y una altura promedio de 70 cm para este tratamiento.

También se observan en los antecedentes gran variación en los resultados de crecimiento de las plantas en los estadios iniciales de plantación. MAIOCCO *et al* (1993), en la reserva de usos múltiples de Guaraní (RUMG) en una zona de bosque primario aprovechado evaluó un sistema de enriquecimiento a baja densidad (80 plantas por hectárea), realizado con cuatro especies nativas, entre las que se incluyó el Cedro misionero. A los 12 meses de plantación se registró un 100 % de supervivencia para el Cedro, no encontrándose relación del crecimiento con la entrada de luz. El mismo autor en comunicación personal MAIOCCO *et al* (datos sin publicar 2017), en mediciones efectuadas en 2014 reporta crecimientos 0,65 m de altura por año en una plantación de Cedro bajo cubierta de bosque secundario.

En un trabajo de EIBL *et al* (2003) donde se estudia la silvicultura de diez árboles nativos con potencialidades para la producción de madera y otros usos alternativos, entre ellos el cedro se reporta que esta especie crece 0,65 m de altura por año.

DEL CASTILLO, *et al* en 2003 estudiando el cultivo de especies de alto valor utilizando riego localizado en el NOA (Noroeste argentino) realizó ensayos a cielo abierto, en la selva pedemontana del NOA, con varias especies de las familias Meliaceae y Verbenaceae, nativas y algunas exóticas. Los distanciamientos entre plantas fueron de 5x4 m. Se obtuvieron resultados a dos años y un año para diferentes ensayos. Los valores hallados a los dos años para el Cedro misionero fueron de 4 cm y 2,5 m de DAP y altura total respectivamente; mientras que en otro ensayo, en un año, estos valores fueron de 4 cm de DAP, 0,8 m de altura de fuste y 1,10 m de altura total.

VERA *et al* (2015), datos sin publicar, desarrollaron un ensayo de plantación de 5 especies nativas en bosques degradados, en el marco de un convenio entre la Facultad de Ciencias Forestales y la Biofábrica de Misiones. Trabajaron en 4 sitios distintos, con una localización geográfica dispersa en el norte de la provincia y las especies *Cedrela fissilis* (Cedro), *Cordia trichotoma* (Loro negro), *Peltophorum dubium* (Cañafístula), *Parapiptadenia rigida* (Anchico colorado) y *Enterolobium contortisiliquum* (Timbó). Hasta los 52 meses, la especie mejor adaptada a este sistema de plantación fue el Cedro con 60 % de supervivencia. Las restantes especies presentan valores de supervivencia media inferiores al 50 % y la cañafístula fue la especie con los menores valores de supervivencia. Las tendencias en el crecimiento indican que los mejores desempeños fueron para Timbó en altura total y DAC y para el Cedro en DAC. El cedro en este estudio tuvo un crecimiento levemente menor al metros con una elevada densidad de individuos de la especie *Hovenia dulcis*. Se puede observar la presencia

del Timbo, especie conocida por sus elevados crecimientos en buenas condiciones de iluminación. A los 52 meses el DAC medio del cedro fue de 29 mm y la altura media de 1,90 metros; en el mejor sitio los valores medios alcanzados por la especie fueron 40 mm y 2,40 metros.

Los antecedentes demuestran el interés permanente por encontrar sistemas de plantación viables para el cedro misionero que garanticen buenos valores de supervivencia y bajos grados de afectación de su plaga principal y elevados crecimientos acordes al potencial que posee esta especie. Todos estos aspectos aún no están resueltos. Este trabajo tiene el objetivo de realizar la evaluación del desarrollo de una plantación de cedro bajo dosel de un bosque secundario, en una situación de prácticas reales y habituales de un pequeño productor forestal de la zona de Eldorado. Se comparan los resultados con los logrados en otros sistemas de plantación de cedro en distintas localizaciones en el norte de la provincia de Misiones.

La Hipótesis que direcciona este trabajo es que la especie presenta un buen desempeño en supervivencia y crecimiento y bajos niveles de ataque de la mariposa en las plantaciones bajo cobertura de un dosel arbóreo protector.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El ensayo fue instalado en un lote de 31,94 ha, ubicado en el Municipio de 9 de Julio, Departamento Eldorado, Provincia de Misiones, es de propiedad privada de un pequeño productor de la zona. En la actualidad, el lote está ocupado por varios tipos de usos del suelo (imagen 1). Este sitio presenta un relieve plano y un tipo de suelo rojo perteneciente al complejo 6 A, con algunos sectores pequeños de suelo hidromórfico, en todas las situaciones sin presencia de piedras, la pendiente es suave, no superior a 5 %. La porción del terreno donde se realizó la plantación de Cedro corresponde a la fracción ocupada por bosque secundario o capuera de 0,87 ha. Al momento de la plantación, en el año 2010, la vegetación secundaria era incipiente en su desarrollo y no superaba los dos metros de altura. Las especies que conformaban la comunidad secundaria al momento de la plantación eran las típicas de los primeros estadios: Fumo bravo (*Solanum granulatum-leprosum* Dunal), Chirca/ Chilca (*Eupatorium bunnifolium* Hook. et Arn.), Mata campo (*Baccharis sacilifolia* (Ruíz y Pav.) Pers.), las cuales son autóctonas; y *Hovenia* (*Hovenia dulcis* Thunb.), que es una especie invasora de origen Japonés. En épocas anteriores el suelo estaba ocupado por Tung. (*Vernicia fordii* (Hemsl.). Actualmente, la altura de las plantas que acompañan al cedro poseen hasta 15 de dos estratos bien definidos, uno de árboles cuya altura oscila entre los 8 y 15 metros y otro de helechos

y herbáceas (*Modiola coroliniana* Moench) y Rodilla de viejo (*Piper aduncum* L.) (Mercurio, rodilla de viejo- *Piper aducum*) de alturas inferiores a los 1 m; y presencia de algunas enredaderas y epífitas. Existen renovales de algunas especies arbóreas como ser Camboatá colorado (*Cupania vernalis* Cambess.), Hovenia (*Hovenia dulcis*) y Canela de venado (*Helietta apiculata* Benth.). La cobertura es variable, con zonas de mayor luminosidad y otras más sombreadas.

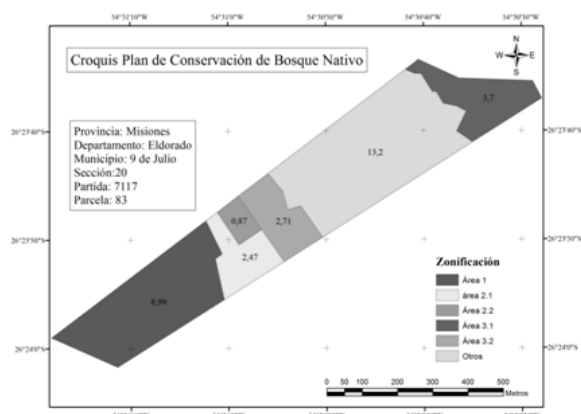


Imagen 1: Distribución de los distintos usos del terreno dentro de la propiedad privada donde se llevó a cabo el ensayo de enriquecimiento con *Cedrela fissilis* en el departamento de Eldorado, provincia de Misiones.

Figure 1: Land use distribution in the private property where the enrichment experiment with *Cedrela fissilis* was done, in Eldorado Department, Province of Misiones.

Detalles de los usos del suelo:

Área 1: Bosque natural (8,99 ha)

Área 2.1: Bosque secundario antiguo (inicio 1.993-2,47 ha)

Área 2.2: Bosque secundario nuevo (inicio 2.006- 0,87 ha).

Área 3.1: Bosque protector arroyo Sarita (3,7 ha).

Área 3.2: Bosque protector de curso de agua temporal (2,71 ha).

Otros: Plantaciones, potrero, casa, caminos (13,2 ha).

Metodología

La plantación de cedro fue realizada en la primavera de 2010, con plantas de maceta, a una

densidad de 4x4 m y tratadas con Fendona cada quince días en primavera para evitar el ataque de la mariposita del brote (*Hypsiphyla grandella*).

Si bien las primeras mediciones de las plantas de cedro fueron realizadas en abril del año 2013, cuando las plantas tenían dos años y medio aproximadamente, las siguientes mediciones fueron en octubre de 2014 y agosto de 2015.

El presente estudio presenta los resultados de crecimiento y supervivencia a la última medición en 2015. Se realizó un censo de 0,2 ha, total de la superficie enriquecida por el productor, donde se midieron todos los individuos de *Cedrela fissilis* (Cedro); las variables de interés para evaluar el crecimiento de las plantas y la influencia del ataque por la mariposa del brote fueron las siguientes:

- Supervivencia: en porcentaje de individuos vivos en la última medición con respecto a la plantación inicial.
- Estado sanitario, evaluando los niveles de ataque de la mariposa:
 - **Nivel 1:** No atacado. Son aquellos individuos que se encuentran en perfecto estado y con buen brote.
 - **Nivel 2:** Leve ataque. El ataque provocó la muerte del brote principal pero la planta se recupera con un brote por lo que continúa el crecimiento en altura de la planta.
 - **Nivel 3:** Severo ataque. La planta ha perdido su brote apical, hay una porción muerta y no se observa aparición de una nueva yema.
- Crecimiento inicial a través de las variables DAC (diámetro al cuello) y HT (Altura total)
- Intensidad lumínica medida con luxómetro, en unidades de Klux, a la altura de la copa de cada planta

Además se realizó un estudio de la estructura horizontal del bosque secundario que cubre la plantación de cedro. El muestreo realizado abarcó parcelas de 100 m², registrando la presencia y abundancia en las clases: latizales (30 cm de altura a 4.99 cm de DAP) y latizales (DAP entre 5 y 9.99 cm), fustales (> a 10 cm hasta el DMC-diámetro mínimo de corta) y árboles (DAP mayor al DMC).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estructura horizontal del bosque secundario

La altura del dosel superior de este bosque protector de la plantación no supera los 15 metros. En la tabla 1 se presenta un resumen de especies su abundancia y dominancia en la parcela medida de 100 m² y por hectárea.

Como se puede observar, la densidad es elevada 4900 árboles por hectárea y el área basal baja lo que indica que son muchos los individuos y de pequeños diámetros por lo que la cobertura del suelo es buena.

En este ecosistema hay una marcada predominancia de la Hovenia (*Hovenia dulcis*) seguida de la Canela de venado (*Fagara hyemalis*) que es una especie muy común de encontrar en la selva misionera nativa, entre las dos especies suman un 79 % del total de individuos, como es de esperar en un bosque

secundario incipiente que en general se encuentra dominado por pocas especies. El Ambay (*Cecropia pachystachya*) suele encontrarse principalmente en los primeros estadios de la sucesión secundaria y posee una vida relativamente corta (hasta 25 años) y el Yuquerí (*Machaerium aculeatum*) se encuentra a menudo en los claros en el bosque.

En cuanto a la distribución en clases diamétricas se registró la presencia de brinzales, latizales y árboles de pequeños diámetros debido a la sucesión temprana (gráfico 1). Se observan dos estratos bien definidos, uno de árboles con una altura de 8 a 15 metros y otro de helechos y herbáceas que mide hasta 1 m de altura, también se ve la presencia de algunas enredaderas y epífitas y renovales arbóreos. En este bosque se encuentran zonas con diferentes grados de luminosidad algunas más sombreadas y otras más claras.

Tabla 1: Especies, número de individuos y área basal por hectárea.

Table 1: Species, number of individuals and basal area per hectare.

| Nombre común | Nombre científico | Individuos /ha | AB (m2/ha) | % de Individuos |
|----------------------|-----------------------------------|----------------|---------------|-----------------|
| Ambay | <i>Cecropia pachystachya</i> | 200 | 0,025 | 4,08 |
| Camboatá colorado | <i>Cupania vernalis</i> | 100 | 0,004 | 2,04 |
| Canela de venado | <i>Fagara hyemalis</i> | 1500 | 2,398 | 30,61 |
| Caña Fístula | <i>Peltophorum dubium</i> | 100 | 0,096 | 2,04 |
| Guayubira | <i>Patagonula americana</i> | 100 | 0,013 | 2,04 |
| Hovenia | <i>Hovenia dulcis</i> | 2400 | 7,593 | 48,98 |
| Ingá | <i>Inga verna</i> (I. uruguensis) | 200 | 0,026 | 4,08 |
| Mamica de cadela | <i>Fagara rhoifolia</i> | 200 | 0,098 | 4,08 |
| Yuquerí | <i>Machaerium aculeatum</i> | 100 | 0,018 | 2,04 |
| Total general | | 4900 | 10,271 | 100 |

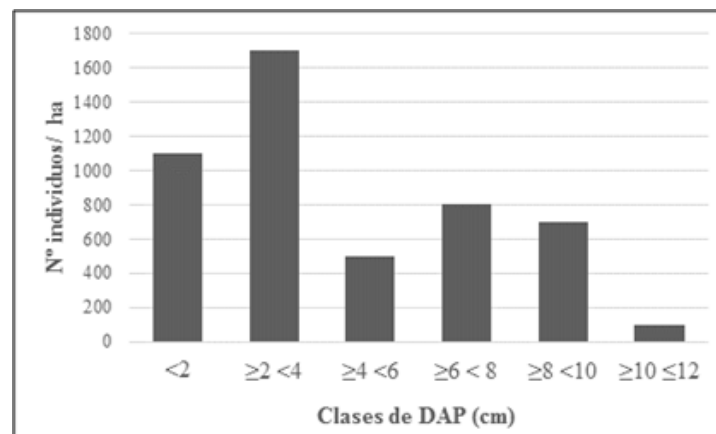


Grafico 1: Distribución de frecuencias de especies arbóreas.

Graphic 1: Frequency distribution of tree species.

Supervivencia y estado sanitario

Al año 2015 (a los 5 Años de haberse establecido la plantación) se registran en la parcela 106 individuos vivos, que representan un 84% del total de la plantación inicial, estos valores resultan elevados con respecto al estudio de DE LA VEGA (2009) que reporta valores desde el 52 al 87 % en diferentes ensayos pero a los dos años y cuatro meses de la plantación o los datos de Vera (sin publicar) de un ensayo de 5 especies nativas bajo cubierta de bosque degradado que observan valores del 60% de supervivencia a los 4 años y 4 meses . A diferencia de estos datos, otros estudios, para la misma especie, como el de MAIOCCO (1993) muestran valores del 100% de supervivencia al año de plantación.

La mayoría de los ejemplares de cedro (*Cedrela fissilis*) presentan un buen estado sanitario (gráfico 2). Los individuos que se registraron con estado regular (26%) son los que fueron atacados por la mariposa del brote en el período de verano y todavía no habían alcanzado recuperar el crecimiento apical ya que su yema terminal ha muerto; en el caso del 7% que presenta estado sanitario malo indica que la planta está sin hojas, con ataque de algún insecto y con el ápice muerto junto con una porción del tallo.

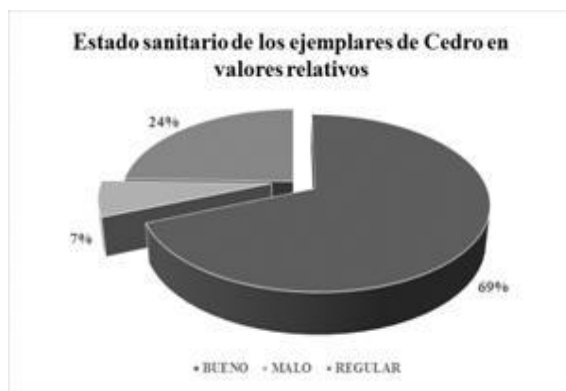


Gráfico 2. Estado sanitario de los individuos de cedro.

Graphic 2. Health status of individuals of cedar.

En el año 2015, la medición fue realizada en pleno invierno y aún no se registran ataques por este insecto. En mediciones anteriores (año 2013) realizadas en otoño se registraron más ataques, que eran recientes y los efectos estaban latentes pero la planta se seguía recuperando con un brotes laterales; en el año 2014 se midió en octubre y se observaron más plantas afectadas en forma grave en relación a otras mediciones en épocas anteriores del año (Gráfico 3). Estos datos coinciden con las observaciones de DE LA VEGA (2009) sobre el período activo de la mariposa del brote relacionado a las altas temperaturas y disminuyendo y hasta desapareciendo en el invierno.

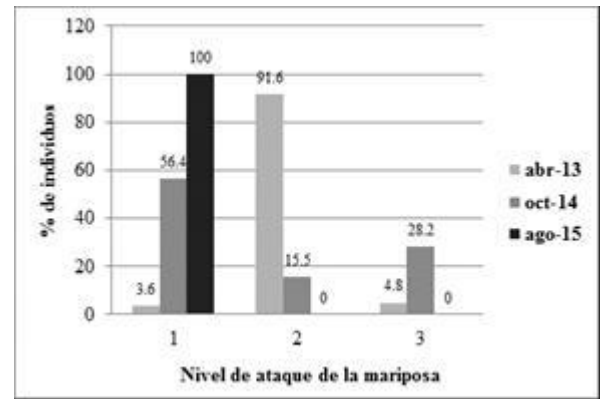


Gráfico 3. Niveles de ataque de la mariposa del brote en diferentes mediciones.

Graphic 3. Levels of attack of butterfly outbreak in different measurements

Correlación entre el nivel de ataque por mariposa y la intensidad Lumínica

La relación entre la intensidad de luz y el nivel de ataque (gráfico 4) no indica una posible tendencia aunque si ésta existiera podría ser levemente positiva, es decir a mayor intensidad de luz mayor la intensidad del ataque.



Gráfico 4. Relación entre las variables nivel de ataque de la mariposa y la intensidad lumínica con un coeficiente de correlación (R) de 0,08865887.

Graphic 4. Relationship between the variables attack level of the butterfly and the light intensity, with a correlation coefficient (R) of 0.08865887.

Correlación altura total y nivel de ataque por mariposa

En el gráfico 5 se observa la baja correlación que existe entre las variables con una pequeña tendencia que indica que a valores más altos de altura es mayor el ataque.

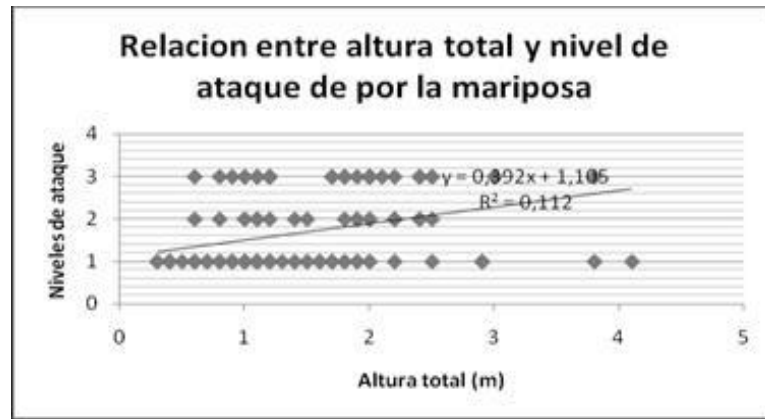


Gráfico 5: Relación entre las variables nivel de ataque de la mariposa y la intensidad lumínica con un coeficiente de correlación (R) de 0.33542127.

Graphic 5: Relationship between the attack level of the butterfly and the light intensity variables, with a correlation coefficient (R) of 0.33542127.

Desarrollo de las plantas

Los valores de crecimiento anuales (IMA) medidos a los cinco años de plantación presentan valores promedio de 5,88 mm para el diámetro a la altura del cuello (DAC) y 0,32 m de altura total (HT). Al analizar el crecimiento en relación a los mínimos y máximos se observa que existe mucha variabilidad. Los valores máximos y mínimos se alejan bastante del promedio además se observa que en la mayoría de las plantas se acerca más al valor mínimo para cada variable y hay pocos individuos que registran valores máximos o cercanos a él (tablas 2 y 3) (gráficos 6 y 7).

Comparando los valores de crecimiento en altura y en diámetro con otros estudios sobre la especie encontramos que en nuestro estudio el crecimiento es menor. Con respecto a la altura DE LA VEGA (2009), reporta crecimientos de 0,7 m/año. DEL CASTILLO (2003), para la misma especie pero en otra zona geográfica encuentra crecimientos de 1,25 y 1,10 m de altura en dos ensayos diferentes. En otro ensayo para la provincia de Misiones en 5 localizaciones con diferentes especies nativas, entre ellas el Cedro, encontramos que VERA et al (2015, datos sin publicar) reporta crecimientos medios de 0,43 m y en los mejores lugares 0,55 m teniendo en cuenta que estos ensayos son bajo cubierta de bosques degradados. EIBL (2003) encuentra crecimientos en la provincia de 0,65 m por año, también superiores a los 0,32 medidos en este estudio.

MAIOCCO en 2014 en un ensayo de una localización cercana encuentra crecimientos de 0.65 m para esta especie también con cubierta de bosque secundario como en el presente estudio.

Con respecto al DAC también encontramos valores menores en nuestro estudio donde el Cedro alcanza un valor promedio de 5,88 mm por año. DEL CASTILLO (2003) en sus dos ensayos reporta los

mayores crecimientos en DAC de 20 y 40 mm. VERA et al (2015, datos sin publicar) encuentra valores promedio para las diferentes localizaciones de 6,69 mm por año, en este caso no tan diferentes a nuestro estudio.

Posiblemente la competencia del estrato arbóreo bajo y el ataque de la mariposa pueden explicar los menores crecimientos en diámetro y altura de nuestro estudio.

Tabla 2. Incremento Medio anual en diámetro y altura.

Table 2. Average Annual Increase in diameter and height.

| | DAC (mm) | HT (m) |
|-------------------------------|-------------|-----------|
| Media (2015) | 28,4 | 1,57 |
| Desvío estándar (2015) | 11,91 | 0,73 |
| IMA | 5,88 | 0,32 |

En la tabla 3 se presentan datos de la evolución del crecimiento del DAC y la Altura total en tres mediciones sucesivas donde puede observarse el incremento en las dos variables medidas y para todos los casos la alta variabilidad observada. La evolución del crecimiento tanto en altura como en DAC observando los valores medios es bastante regular. La altura en años consecutivos dio valores de 0,8 m, 1,44 m y 1,57 m. los valores para el DAC medio son de 22,10 m, 25,14 m y 28,40 m.

Tabla 3. Evolución del crecimiento en altura y DAC (Diámetro a la altura del cuello) comparando las sucesivas mediciones de tres años.

Table 3. Evolution of growth in height and DCH (Diameter at collar height) comparing successive measurements of three years.

| Descriptivos | DAC (mm) | | | HT (m) | | |
|---------------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | abr-13 | oct-14 | ago-15 | abr-13 | oct-14 | ago-15 |
| n | 83 | 110 | 106 | 83 | 110 | 106 |
| Promedio | 22,1 | 25,0 | 28,4 | 0,8 | 1,44 | 1,57 |
| Des. Estándar | 7,7 | 10,2 | 11,9 | 0,36 | 0,76 | 0,73 |
| Mínimo | 8,0 | *4,0 | 6,0 | 0,2 | 0,3 | 0,45 |
| Máximo | 45,0 | 50,0 | 62,5 | 1,9 | 4,1 | 4,2 |
| Mediana | 22,0 | 25,0 | 56,8 | 0,72 | 1,2 | 1,4 |
| Error típico | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 0,04 | 0,07 | 0,07 |

*Valor correspondiente a un rebrote o que no se había identificado como tal en la primera medición.

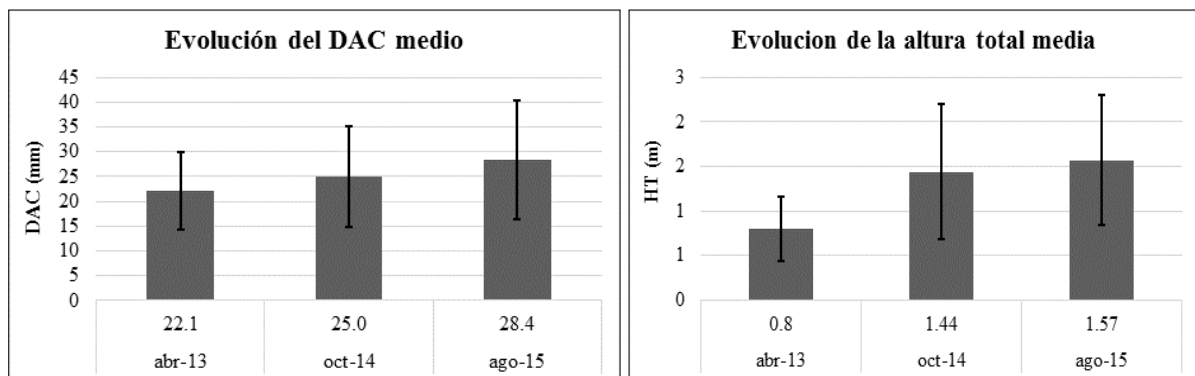


Gráfico 6 y 7. Evolución del DAC (Diámetro a la altura del cuello) y de la HT (altura total), mostrando las barras de desvío estándar.

Graphic 6 and 7. Evolution of the DCH (Diameter at collar height), and the TH (Total height), showing the standard deviation bars.

CONCLUSIONES

La especie estudiada ha tenido un crecimiento lento para la zona en las condiciones de cobertura del ensayo en relación a la bibliografía consultada, llegando a crecimientos en altura de 0,32 m por año. El DAC también presentó valores menores comparando con otros estudios pero con diferencias menores. En nuestro caso fue de 5,88 mm al año. Se observó una alta variabilidad entre las plantas. La supervivencia de

las plantas fue elevada en relación a otros estudios. De acuerdo a la hipótesis planteada podemos desestimarla en los datos de crecimiento y coincidir en los de sobrevivencia.

El ataque de la mariposa del brote se observó en las plantas independientemente del tamaño o la intensidad de luz que recibe la planta, a diferencia de lo planteado en la hipótesis.

Se encontró coincidencia con otros autores, con respecto a la época de ataque de la mariposa del brote que es más severo en los meses cálidos (octubre) y su presencia se hace nula en los meses de frío.

La presencia de bosque secundario no fue como se esperaba un factor que ayude ni al crecimiento ni a al ataque producido por la mariposa del brote, funcionando este bosque como protector del suelo y ejerciendo una competencia sobre la plantación que le restó crecimiento y desarrollo a plantas. Se puede concluir que en este ensayo se debió realizar un manejo de la competencia en el estrato inferior para favorecer un mayor crecimiento del cedro. Para esta situación de bosque secundario joven, de baja dominancia analizado, se recomienda ensayar un sistema de plantación con una mezcla de especies en vez de una plantación pura de una especie con alta susceptibilidad al ataque de plagas. Sin embargo es necesario aclarar que la información proporcionada en este trabajo y las conclusiones obtenidas deben ser consideradas como preliminares, dada las limitaciones del diseño y la magnitud del ensayo que ya fueron definidas por el productor; se considera que la misma es útil para definir ciertos lineamientos para continuar los estudios en esta especie. Se concluye sobre la necesidad de avanzar en ensayos con experimentos bajo condiciones semi- controladas de manera de poder establecer con un mayor nivel de certeza la ausencia o no de relación entre las variables estudiadas.

BIBLIOGRAFÍA

- DE LA VEGA, C. L.; Almada H. F. y Martínez P. O. Diciembre de 2009. "Métodos de control de *Hypsiphyla grandella* Zeller en cinco progenies de Cedro Misionero, *Cedrela fissilis* Vellozo". Integradora final- Facultad de Ciencias Forestales- UNaM.
- DEL CASTILLO, E.; Varela, R. y Gil, M. 1993. Regeneración natural de *Cedrela angustifolia* (Sesse et Moquin) en la selva subtropical. VII Jornadas Técnicas Ecosistemas Forestales Nativos. Uso, Manejo y Conservación, noviembre de 1993. Actas I. Págs. 243-255.
- DEL CASTILLO, E. M.; Gil, M. N; Zapater, M. A. 2003. Cultivo de especies de alto valor utilizando riego localizado en el NOA. Décimas Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales - Facultad de Ciencias Forestales -UNaM- EEA Montecarlo -INTA, Eldorado, Misiones, Argentina.
- EIBL, B.; Vera, N.; Méndez, R. 2003. Silvicultura de diez árboles nativos con potencialidades para la producción de madera y otros usos alternativos. SAGPyA- PEA/ FCF- UNaM.
- GARTLAND, H. M.; Vogel, H.; Borhen, A.; Grance, L. y Cabral, J. 1996. Ficha técnica de árboles de Misiones: *Cedrela fissilis* Vellozo. Revista YVYRARETÁ año 7. N° 7. I.S.I.F. Facultad de Ciencias Forestales Eldorado Misiones. UNaM. PÁG. 38 – 41.
- MAIOCCO, D. C.; Sther, A. M.; Agostini, J. P.; Heck, J.; y Padilla, M. 2014. "Alternativas de control del barrenador de árboles de cedro (*Cedrela fissilis*) utilizados para el enriquecimiento de montes degradados de misiones, argentina" Jornadas Fitosanitarias INTA y Facultad de Ciencias Forestales-UNaM. Montecarlo, Misiones.
- MAIOCCO, D. C.; Sther, A. M.; Agostini, J. P.; Heck, J.; y Padilla, M. 2009. Evaluación preliminar del comportamiento del Cedro Misionero (*Cedrela fissilis* Velloso) en enriquecimiento de un bosque secundario de Misiones. Revista YVYRARETÁ año 16. Año 2009. I.S.I.F. Facultad de Ciencias Forestales Eldorado Misiones. UNaM. PÁG. 29 – 35.
- MAIOCCO, D. C.; Grance, L. A. y Robledo, F. 1993. Implementación bajo cubierta con especies forestales nativas en el área experimental guaraní, Misiones. VII Jornadas Técnicas Ecosistemas Forestales Nativos. Uso, Manejo y Conservación, noviembre de 1993. Actas I. Págs. 278- 283.
- MAIOCCO, D. C.; Stehr, A. M.; Agostini, J. P.; Heck, J.; Mendoza Padilla, M. 2017. Evaluación preliminar del comportamiento del cedro misionero (*Cedrela fissilis* velloso) en enriquecimiento de un bosque secundario de Misiones. En elaboración para la revista Yvyrareta.
- VERA, N. E.; Reyes, L. M.; López C., L.; Perié, J.; Costas, R.; Mallorquín, A. 2015. Técnicas silviculturales para la recuperación de bosques primarios degradados y secundarios. En edición. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. (Datos sin publicar)
- VIZCARRA SÁNCHEZ, J. 2004. Plagas y enfermedades de Misiones. Editorial Universitaria de Misiones.

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE PLANTAS TREPADORAS DE LA RESERVA DE USO MÚLTIPLE GUARANÍ (RUMG) MISIONES, ARGENTINA

IDENTIFICATION KEY OF CLIMBING PLANTS SPECIES FROM THE GUARANÍ RESERVE OF MULTIPLE USE (RUMG) IN MISIONES, ARGENTINA

Fecha de recepción: 11/12/2015 // Fecha de aceptación: 21/12/2016

Dora Ester Miranda

Cátedra Morfología Vegetal.
Facultad de Ciencias Forestales.
UNaM. Bertoni 124. 3380
Eldorado, Misiones. Argentina.
doramiranda@facfor.unam.edu.ar

Claudio Dummel

Cátedra Morfología Vegetal.
Facultad de Ciencias Forestales.
UNaM. Bertoni 124. 3380
Eldorado, Misiones. Argentina.
cdummel@yahoo.com.ar

RESUMEN

El objetivo del presente aporte es presentar una clave taxonómica para facilitar la identificación de especies de plantas trepadoras nativas que crecen en la Reserva de Uso Múltiple Guaraní (RUMG) en Misiones, Argentina. En esta contribución se trataron 152 especies, correspondiente a 39 familias botánicas. Se presenta una clave que agrupa las especies según sus mecanismos de ascenso, el tipo de hojas, la filotaxis, inflorescencia, flor y fruto. Las familias botánicas mejor representadas para el hábito trepador son las Asteraceae, Apocynaceae, Bignoniaceae y Sapindaceae. La forma biológica dominante fue el de las enredaderas con el 44,6 % de las especies, seguidas de las lianas con el 31,6 % y las apoyantes 23,7 %. Entre los mecanismos de ascenso más frecuente se destacan los tallos exclusivamente volubles en 69 especies y los zarcillos en 42 especies, mientras los apéndices punzantes se hallan solo en 13 especies.

PALABRAS CLAVE: Clave taxonómica. Trepadoras. Misiones.

SUMMARY

The aim of this work is to present an elaborate taxonomic key to facilitate the identification of native climbers' species growing in the Guaraní Reserve of Multiple Use (RUMG) in Misiones, Argentina. In this work 152 species of 39 botanic families were studied. A key that group the species according to their rise mechanisms, the type of leaves, the phyllotaxis, inflorescence, flower and fruit is presented here. The best represented botanical families for the climbing habit are the Asteraceae, Apocynaceae, Bignoniaceae and Sapindaceae. The dominant biological form was the climbers with the 44,6% of the species, followed by lianas with the 31,6 % and the supporting climbers 23,7 %. The exclusively twining stems in 69 species and the tendrils in 42 species stand out as the most frequent rise mechanisms whereas the sharp appendices are found only in 13 species.

KEYWORDS: Taxonomic key. Climbing plants. Misiones

INTRODUCCIÓN

El concepto de planta trepadora incluye a especies que no pudiéndose valerse por sí mismas para mantenerse erguidas, se encaraman a cualquier soporte (FONT QUER, 2001), abarcan las denominadas lianas, enredaderas y plantas apoyantes. Las primeras dos son denominadas plantas escandentes o trepadoras propiamente dichas debido a que poseen estrategias de ascenso como la presencia de zarcillos, raíces adventicias, espinas, aguijones, tallos o peciolo volubles. Las lianas son leñosas con tallos gruesos trepadores, capaces de crecer en bosques maduros y desarrollarse a través de los árboles por sus copas. Las enredaderas son herbáceas o subarborescentes, con tallos delgados, pudiendo ser anuales o perennes. Por otro lado las plantas apoyantes carecen de estrategias para asirse a los fines del ascenso, por lo que reposan sobre otros vegetales en forma pasiva y pueden variar su forma biológica de acuerdo al medio en que se desarrollen pudiendo llegar a ser erectas, decumbentes o rastreras (CAVANILLAS *et al.*, 2012; FERRUCHI *et al.*, 2002b).

Las trepadoras son miembros característicos de las floras tropicales de valiosa importancia ecológica en la dinámica de estas comunidades vegetales y además florísticamente contribuyen con alrededor del 25% de su diversidad taxonómica. En América se estima que alrededor de 26 familias de Angiospermas abarcan el 85 % de todas las trepadoras (GENTRY, 1991). En las selvas estas plantas constituyen estructuralmente gran parte de la vegetación y frecuentemente ellas compiten con los árboles por la luz, el agua y nutrientes; la competencia por la luz es ciertamente la principal fuerza selectiva para un hábito trepador (FERRUCHI *et al.*, 2002a). Estructuralmente las trepadoras constituyen una red natural de fibras tramadas entre los árboles que proveen estabilidad arquitectural al bosque. Constituyen además un medio de comunicación entre el suelo y el nivel al que llegaran las especies consideradas como así también las lianas proporcionan sendas entre las copas de los árboles para muchos animales que viven en el dosel (FRANK RUBIO y VÁSQUEZ RODRÍGUEZ, 2010). No obstante su reconocida importancia ecológica, la atención dirigida al estudio de las especies de este grupo ha sido pobre y probablemente el grupo menos coleccionado, debido a las dificultades de trabajar en zonas con gran diversidad y densidad flora, sumado a las alturas que alcanzan muchas especies expandiéndose en las copas de los árboles.

Hay que destacar que ofrecen al hombre y los restantes seres vivos que habitan los ecosistemas selváticos o no, distintos recursos como especies medicinales, tintóreas, curtientes, ornamentales, apibotánicos, artesanías, mobiliarios u objetos

domésticos, elementos de valor etnobiológico, escenarios de contemplación, alimento para los animales que viven en esos ecosistemas, incluido el hombre y cobijo para el resto de los habitantes de estas formaciones vegetales.

Debido a la complejidad que conlleva la identificación de ejemplares por la diversidad que este grupo presenta en la formación selvática que está presente en esta reserva, se considero que una forma de poder estudiarlas con más facilidad es mediante el conocimiento de las especies presentes en esta área. Ante esto, este trabajo tiene como objetivo elaborar una clave para el reconocimiento de las especies de trepadoras que crecen en la RUMG con el fin de que pueda ser utilizada como una herramienta en la identificación de estas formas vegetales presentes en este sitio.

MATERIALES Y METODOS

Para el presente estudio se utilizó ejemplares de herbario coleccionados en el predio en el marco de más de sesenta viajes de campaña de relevamiento florístico realizadas en la Reserva de Uso Múltiple Guaraní (RUMG) perteneciente a la Universidad Nacional de Misiones (UNaM) durante varios años en el marco de un convenio CONICET-UNaM para dicho fin. A partir de los 766 ejemplares de espermatofitas recolectados en el área (174 Monocotiledóneas y 592 Dicotiledóneas), conservados en el Herbario del Instituto de Botánica del Noreste (CTES), se elaboro la lista de plantas trepadoras que incluye unas 152 especies (20 %) de dicho total.

A partir de esta lista, se confecciono una planilla que separa las especies en plantas trepadoras que incluyen a lianas y enredaderas con algún mecanismo de ascenso y apoyantes que son incapaces de mantenerse erguidas por sí mismo. De este modo fue posible visualizar para cada forma biológica los artilugios o mecanismos utilizados para ascender. En la confección de la clave se consideraron caracteres tales como tipo y disposición de hojas, presencia y ubicación de apéndices punzantes tales como las espinas o aguijones, presencia de domacios, zarcillos, tallos volubles, características del leño, peciolo voluble, presencia de látex, glándulas en distintos órganos, distintos tipos de tricomas, tipos de inflorescencias, flores y frutos. Se utilizo como referencias bibliográficas los siguientes autores: ARBO y TRESSSENS (2002), ARIZA ESPINAR (2003), BURKART (1953), BOTTA (2005), CABANILLAS y HURRELL (2012), CABRERA (1944 y 1973), CABRERA y FREIRE (1997), CRISTÓBAL y DEMATTEIS (2003), CERANA y ARIZA ESPINAR (1995), CERANA (2000), CRISTÓBAL (1976 y 1998), DA COSTA SACCO (1980), DAVIÑA *et al.* (1999), DEGINANI (2001), DEMPSTER (1990),

DOTTORI y HUNZIKER (1994), EZCURRA (2005), FABRIS (1965), (FRANK RUBIO y VÁSQUEZ RODRÍGUEZ, 2010), FERRUCCI (1991 y 1998), FERRUCCI *et al.* (2002a y b), FORTUNATO y CIALDELLA (1997), FORTUNATO (1986), FREIRE (1995), FREIRE *et al.* (2006), GARTLAND y BOHREN (1996), GENTRY (1991 y 1993), HUNZIKER (1984), KATINAS (1996), LAHITTE Y HURRELL (2000), MULGURA (1981), MIRANDA *et al.* (2004), MÚLGURA DE ROMERO (1978 y 1996), MARTINEZ CROVETTO (1968 y 1974), MORILLO (2013), O' DONNELL y LOURTEIG (1943), O' DONNELL (1959), ORTIZ (2002), PEDRALLI (2004), PÉREZ MOREAU y CABRERA (1983), PEÑA-CHOCARRO Y DE EGEA (2015), POZNER (1998), REITZ (1996), REZENDE y RANGA (2005), SCHEINVAR (1985), SMITH y DOWNS (1972), TRESSSENS *et al.* (2008), TORTOSA (1995), ZULOAGA y RODRÍGUEZ (1999) y ZULOAGA y MORRONE (1999). Para la nomenclatura se tomó como referencia el sitio web de Flora de Cono Sur (DARWINION, 2016).

Este predio incluye un área de 5343,64 ha de formación selvática, que forma parte de la Reserva de Biosfera de Yabotí geolocalizada a 26° 56' S y 54° 15' W. en el Departamento Guaraní, Municipio El Soberbio en la provincia de Misiones, Argentina. Según la clasificación climática de Köppen, el predio se ubica dentro de la zona fundamental de clima húmedo, subtropical. La precipitación media es de 2272 mm. La temperatura media del mes más cálido (enero) es de 24,5 °C y la del mes más frío (julio) es de 15,1 °C (SILVA *et al.*, 2009).

Según C. A. R. T. A. (1963) la topografía del terreno presenta inclinaciones suaves a moderadas en un 63% de la superficie, con una variación altimétrica entre 267 y 574 m. s. n. m. y los de suelos predominante se encuentran dentro del complejo 6 A (suelos pedregosos con pendientes menores al 20%). FERNÁNDEZ *et al.* (1997) describieron los seis órdenes de suelos presentes: Inceptisoles, Entisoles, Molisoles, Alfisoles, Udisoles y Oxisoles, donde el predominante es Districreptes típicos dentro del primer orden.

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

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se evaluaron 152 especies de plantas trepadoras presentes en la RUMG distribuidas en 39 familias, 6 corresponden a Monocotiledóneas y 33 a Dicotiledóneas. Dentro de éste último grupo las mejor representadas son las Asteraceae con 7 géneros y 22

especies, Apocynaceae con 12 géneros y 18 especies, Bignoniaceae con 8 géneros y 12 especies, Fabaceae con 7 géneros y 10 especies y las Sapindaceae con 5 géneros y 10 especies (Figura N° 1).

En cuanto a las formas biológicas las enredaderas presentan 66 especies (44,7%), las lianas con 48 especies (31,6%) y las apoyantes con 36 especies (23,7%). De las 10 familias con mayor cantidad de especies las que tenían más representantes en las enredaderas se presentan en Asteraceae, Apocynaceae, Cucurbitaceae y Convolvulaceae con 16, 12, 7 y 5 especies respectivamente, las dos últimas con todos sus representantes. Mientras que en las lianas se destacaron las Bignoniaceae, Sapindaceae y Apocynaceae con 12, 7 y 6 especies, las dos primeras con todos sus representantes y en las apoyantes las Poaceae y Fabaceae con 5 especies cada una (Figura N° 1). Entre los mecanismos de ascenso más frecuente entre las trepadoras se destacan los tallos volubles con unas 69 especies y 33 géneros distribuidas en 19 familias que utilizan exclusivamente esta estrategia (ANEXO III: estrategia de ascenso y Figura N° 2). De este total el 50 % se hallan dentro de las siguientes familias Asteraceae, Apocynaceae, Malpighiaceae, Convolvulaceae y Dioscoreaceae. Estas estrategias pueden estar presentes también en tallos juveniles de lianas como en *Aristolochia triangularis* Cham., *Schnella microstachya* Raddi, *Forsteronia glabrescens* Müll. Arg., aunque en general se asocia a enredaderas tales como *Dioscorea dodecaneura* Vell., *Mikania vitifolia* DC., *Tragia volubilis* L., *Oxypetalum appendiculatum* Mart., entre otras muchas especies.

Otra estrategia que exhiben las trepadoras presentes en estos ecosistemas selváticos son los zarcillos cuyo propósito es anclar y/o rodear al tallo en los soportes que les puedan servir a tal fin, esta adaptación está presente en 9 familias, en 26 géneros y 42 especies. Dentro de sus variantes pueden ser de formas filiformes, simples (*Wilbrandia ebracteata* Cogn. var. *ebracteata*), ramificados (*Amphilophium crucigerum* (L.) L.G. Lohmann) o en forma de garfios (*Dolichandra unguis-cati* (L.) L.G. Lohmann) e incluso exhibir discos adherentes para reforzar su sujeción a un soporte (*Cissus sulcicaulis* (Baker) Planch.). De acuerdo a su origen los zarcillos pueden ser caulinar (*Passiflora edulis* Sims) o foliar (*Dolichandra quadrivalvis* (Jacq.) L.G. Lohmann). Se destacan con esta adaptación las Bignoniaceae con 12 especies las cuales presentan hojas compuestas con zarcillos foliares y Sapindáceas con 10 especies, en esta última familia el zarcillo suele estar asociado al raquis de la inflorescencia, lo que es un carácter interesante para agrupar a estas especies. Entre los zarcillos caulinares las familias que se destacan son: Passifloraceae con 4 especies, Cucurbitaceae con 7 especies y Vitaceae con 3 especies (Figura N° 2).

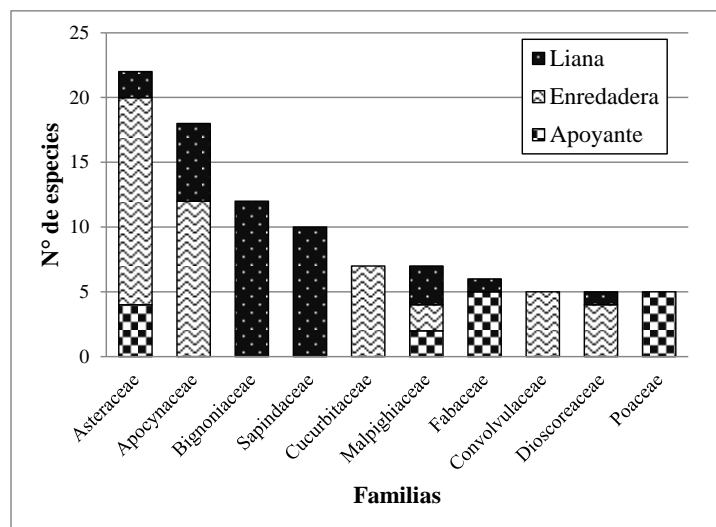


Figura N° 1: Cantidad de especies en las 10 familias más abundante y su proporción en cuanto las formas biológicas.

Figure N ° 1: Number of species in the 10 most abundant families and their proportion in terms of biological forms

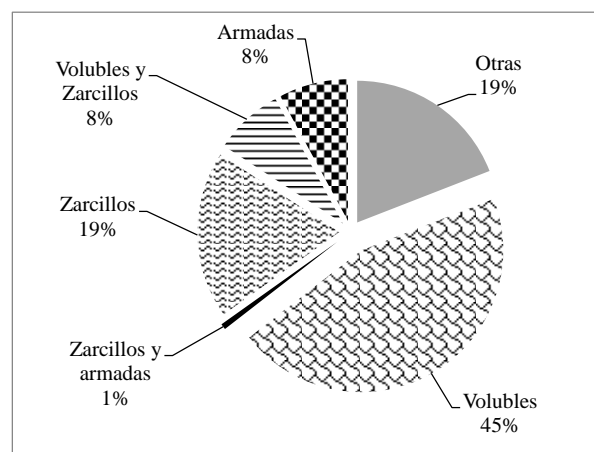


Figura N° 2: Porcentajes de especies según su estrategia de ascenso.

Figure N ° 2: Percentages of species according to their rise strategy.

Existen unas 12 especies que pueden presentar combinaciones de las estrategias de ascenso citadas, ósea que aunque la principal forma de ascenso está relacionada a los zarcillos pueden presentar también los tallos volubles, se destacan con la misma las Cucurbitaceae y las Vitaceae con 6 y 3 especies respectivamente.

Los apéndices punzantes, ya sean espinas o aguijones se constituyen en otra estrategia de ascenso (ANEXO I: plantas armadas). Se halla presente en 13 especies que involucran a 9 géneros de 9 familias como las Fabaceae y Rosaceae, generalmente presentes en especies con una apariencia más del tipo apoyante. Los aguijones son apéndices punzantes, formado solo por

tejidos superficiales lo que permite un fácil desprendimiento (ej: *Rubus schottii* Pohl ex Focke o *Acacia nitidifolia* Speg.), no así las espinas que involucran tejidos más profundos como de sostén y vasculares (ej: *Dioscorea multiflora* Mart. ex Griseb.).

Dentro de las características de las hojas, flores, inflorescencias y frutos la especies evaluadas se presentan muy variables y son importantes en el momento de la determinación de la especie estudiada, ver ANEXO II (tipo de hoja), ANEXO IV (flor e inflorescencia) y ANEXO V (frutos). A continuación se encuentra el desarrollo de la clave dicotómica que es el resultado del presente trabajo (Tabla 1).

Tabla 1. Clave de identificación de las trepadoras de la Reserva de Uso Multiple Guaraní, Misiones, Argentina

Table 1. Identification key of climbing plants species from the Guaraní Reserve of Multiple Use in Misiones, Argentina

1. Plantas armadas, con acúleos o espinas; zarcillos presentes o ausentes (no se consideran las púas de los frutos).
 2. Hojas simples.
 3. Hojas con dos zarcillos entre el pecíolo y la vaina. Aguijones en tallos y hojas.
Smilax campestris Griseb. (Smilacaceae)
 - 3'. Hojas sin zarcillos. Flores de otros colores.
 4. Estípulas transformadas en acúleos.
Sequoiaria aculeata Jacq. (Phytolaccaceae)
 - 4'. Estípulas no punzantes.
 5. Tallos canaliculados, provistos de aguijones curvos en las costillas.
Byttneria gracilipes Decne. ex Baill. (Malvaceae)
 - 5'. Tallos no canaliculados, provistos de espinas.
 6. Lámina foliar crasa, pinnatinervada, margen entero. Espinas dimorfas, las primarias recurvas y geminadas en axila de hojas, las secundarias rectas, solitarias y subuladas insertas en areolas en tallo leñoso.
Pereskia aculeata Mill. (Cactaceae)
 - 6'. Lámina foliar cartácea, trinervada, margen aserrado o entero. Espinas caulinares generalmente solitarias o geminadas.
 7. Hojas elíptico-lanceoladas trinervadas. Flores 5- meras.
 8. Margen foliar dentado. Lámina algo asimétrica con domacios tipo en bolsillo basales pequeños. Flores verde –amarillentas en glomérulos axilares. Fruto drupa amarilla-anaranjada.
Celtis iguanaea (Jacq.) Sarg. (Celtidaceae)
 - 8' Margen foliar entero. Lámina simétrica sin domacios. Flores blancas en capítulo. Fruto aquenio.
Dasyphyllum brasiliense (Spreng.) Cabrera var. *brasiliense* (Asteraceae)
 - 7'. Hojas cordadas palmatinervadas. Flores 3- meras.
Dioscorea multiflora Mart. ex Griseb. (Dioscoreaceae)
 - 2'. Hojas compuestas.
 9. Hojas pinnadas. Pecíolo eglanduloso. Fruto polidrupa
 10. Plantas con largas setas glandulares y hojas en general con 5 folíolos, más raro 3. Flores blancas.
Rubus schottii Pohl ex Focke (Rosaceae)
 - 10'. Plantas sin setas glandulares y las hojas con generalmente 3 folíolos, más raro 5. Flores blanco-liliáceas
Rubus sellowii Cham. & Schltdl. (Rosaceae)
 - 9'. Hojas bipinnadas. Pecíolo con glándulas nectaríferas. Fruto legumbre.
 11. Inflorescencias espiciformes. Hojas hasta 5-9 (raro 14) yugadas, glándula peciolar sésil.
Acacia velutina DC. var. *monadena* Hassl. (Fabaceae)
 - 11'. Inflorescencias capituliformes.
 12. Folíolos discolores; epífilo lustroso; hipófilo no piloso sobre la base del nervio medio. Hojas 4-9 yugadas, glándula peciolar estipitada.
Acacia nitidifolia Speg. (Fabaceae)
 - 12'. Folíolos concolores; epífilo no lustroso; hipófilo piloso sobre la base del nervio medio.
 13. Hojas 5-12 yugadas, glándula peciolar estipitada, linar hasta urceolada.
Acacia tucumanensis Griseb. (Fabaceae)
 - 13'. Hojas (raro 10)14-20 yugadas, glándula peciolar sésil en forma de escudo o platillo.
Acacia recurva Benth. (Fabaceae)
 - 1'. Plantas inermes (no se consideran las púas de los frutos).
 14. Plantas provistas de zarcillos.
 15. Hojas simples.
 16. Plantas con zarcillos opositifolios.
Cissus verticillata (L.) Nicolson & C.E. Jarvis (Vitaceae)
 - 16'. Plantas con zarcillos no opositifolios.

17. Hojas con estípulas.
18. Hoja con lámina ovada, pinnatinervia, borde crenado-serrado. Flores pequeñas blancas en panículas. Fruto seco trialado.
- Gouania ulmifolia* Hook. & Arn. (Rhamnaceae)
- 18'. Hojas con lámina bilobadas, o trilobadas, 3-5-nervadas, borde entero Flores solitarias grandes con corona y androginóforo. Fruto baya.
19. Hojas generalmente trilobadas o tripartidas. Pecíolo con 2 a 6 glándulas nectaríferas. Fruto baya. Glándulas en el borde del limbo
20. Estípulas foliáceas, reniformes. Hojas tripartidas, subpeltadas pentanervadas. Glándulas peciolares 2-6 dispersas. Corona con filamentos blancos.
- Passiflora tenuifila* Killip (Passifloraceae)
- 20'. Estípulas foliáceas, linear-subuladas. Hojas trilobadas, trinervadas. Glándulas peciolares 2 en el límite con el limbo. Corona con filamentos blancos con bandas violáceas.
- Passiflora edulis* Sims (Passifloraceae)
- 19'. Hojas generalmente bilobadas raro incipientemente trilobadas. Pecíolo eglanduloso. Glándula foliar en otro sitio.
21. Estípulas setáceas. Tallos glabros o con indumento de pelos breves. Lámina foliar con un par de glándulas nectaríferas en el envés junto nervadura media límite con el pecíolo. Generalmente en el haz la hoja variegado (central amarillo acompañando a los nervios principales, con reborde de color verde). Fruto globoso.
- Passiflora tricuspidata* Mast. (Passifloraceae)
- 21'. Estípulas lineares. Tallos hirsutos. Lámina foliar eglandulosa en el envés. Fruto fusiforme hexagonal.
- Passiflora capsularis* Lam. (Passifloraceae)
- 17'. Hojas sin estípulas.
22. Frutos equinados. Androceo sinandro.
23. Anteras con apariencia de una antera única, horizontal, discoidea.
- Cyclanthera hystrix* (Gillies ex Hook. & Arn.) Arn. (Cucurbitaceae)
- 23'. Anteras reunidas en una cabezuela, tecas plegado-flexuosas.
- Sicyos polyacanthus* Cogn. (Cucurbitaceae)
- 22'. Frutos lisos. Androceo sinantéreo o estambres libres.
24. Tecas plegado-flexuosas; anteras formando una cabezuela. Ovario con los óvulos ascendentes.
25. Estigma liso. Óvulos 3.
- Cayaponia bonariensis* (Mill.) Mart. Crov. (Cucurbitaceae)
- 25'. Estigma con emergencias papilosas. Óvulos 6-12.
- Cayaponia pilosa* (Vell.) Cogn. (Cucurbitaceae)
- 24'. Tecas rectas o con ápice recurvado. Ovario con los óvulos horizontales.
26. Gineceo 5-carpelar. Estigma con 10 segmentos. Conectivo con pelos ampuliformes. Bayas subglobosas de 30-40 mm diámetro, verdes con líneas blanquecinas
- Cucurbitella asperata* (Gillies ex Hook. & Arn.) Walp. (Cucurbitaceae)
- 26'. Gineceo (2) 3-carpelar. Estigma con 3 a 6 segmentos. Conectivo sin pelos ampuliformes. Bayas ovoides-fusiformes a subglobosas de hasta 25 mm diámetro.
27. Hojas 5-7 partidas. Flores carpeladas sésiles o pediceladas, solitarias o en fascículos sésiles 2-8-floros; flores estaminadas en monocasios espiciformes densos o monocasios racemiforme en fascículos, raro solitarios.
- Wilbrandia ebracteata* Cogn. var. *ebracteata* (Cucurbitaceae)
- 27'. Hojas 5 lobada- anguladas. Flores carpeladas pediceladas, solitarias; flores estaminadas pedunculadas en monocasios racemiformes o en fascículos.
- Melothria cucumis* Vell. (Cucurbitaceae)
- 15'. Hojas compuestas.
28. Hojas pinnadas que rematan en un zarcillo trifido.
29. Tallo con alas conspicuas. Capítulos rojos.
- Mutisia campanulata* Less. (Asteraceae)
- 29'. Tallos sin alas, o con hojas cortamente decurrentes en alas muy estrechas. Capítulos rojos o rosados.
- Mutisia speciosa* Aiton ex Hook. (Asteraceae)

- 28'. Hojas pinnadas que no rematan en un zarcillo o 2-3-folioladas con zarcillo.
30. Hojas alternas.
31. Zarcillos asociados al raquis de la inflorescencia.
32. Estípulas foliáceas, conspicuas. Hojas 3(-4)-yugadas. Raquis foliar alado. Semillas con arilo carnoso blanquecino.
- Paullinia meliifolia* Juss. (Sapindaceae)
- 32'. Estípulas no foliáceas, inconspícuas. Hojas 1-2-yugadas. Raquis foliar áptero. Semillas con arilo seco o exariladas.
33. Hojas 1-yugadas, 3-folioladas.
34. Fruto capsular, elipsoide, alado, lóculos inflados. Epífilo generalmente pubérulo; hipófilo generalmente pubescente.
35. Tirso espiciforme. Tallo joven con 5-6 costillas luego terete.
- Urvillea ulmacea* Kunth (Sapindaceae)
- 35' Tirso racemiforme. Tallo joven con costillas sobresalientes, luego subterete.
- Urvillea uniloba* Radlk. (Sapindaceae)
- 34'. Fruto esquizocárpico con 3 mericarpos samaroides. Epífilo e hipófilo generalmente glabros o pubérulos
36. Margen de los folíolos subentero ápice agudo u obtuso, mucronado, dientes reducidos a una glándula inconspícua. Flor actinomorfa. Porción seminífera en la base del mericarpio.
- Thinouia mucronata* Radlk. (Sapindaceae)
- 36'. Margen de los folíolos dentado-serrado, dientes con glándula apical conspicua. Flor zigomorfa. Porción seminífera en el ápice del mericarpo
- Serjania hebecarpa* Benth. (Sapindaceae)
- 33'. Hojas 2-yugadas, par de folíolos basales con 3-5 foliólulos; hojas basales a veces 1-yugas.
37. Fruto capsula. Envés de los folíolos no barbado en las axilas de las venas; margen dentado-serrado a inciso-dentado, dientes obtusos.
38. Hipófilo densamente pubescente. Flores 5,5-14 mm long., con nectarios. Fruto elipsoide u ovoide, áptero. Semilla con arilo de contorno triangular.
- Cardiospermum grandiflorum* Sw. (Sapindaceae)
- 38'. Hipófilo glabriúsculo o pubescente. Flores 2-3 mm long., con 4 nectarios. Fruto turbinado-trígono, con alas dorsales angostas. Semilla con arilo cordiforme.
- Cardiospermum halicacabum* L. var. *microcarpum* (Kunth) Blume. (Sapindaceae)
- 37'. Fruto esquizocárpico, 3 mericarpos samaroides. Envés de los folíolos generalmente barbado en las axilas; margen dentado-serrado con dientes agudos.
39. Tallo con cambium único. Presencia de látex abundante.
- Serjania meridionalis* Cambess. (Sapindaceae)
- 39'. Tallo con cambiumes supernumerarios. Presencia de látex no tan abundante.
40. Cámbiumes supernumerarios 8-10, de aproximadamente igual tamaño que el cambium central. Hipófilo pubescente.
- Serjania fuscifolia* Radlk. (Sapindaceae)
- 40'. Cámbiumes supernumerarios 4-7, de menor tamaño que el cambium central. Hipófilo glabro.
- Serjania laruotteana* Cambess. (Sapindaceae)
- 31'. Zarcillos caulinares.
41. Zarcillos opuestos a hojas e inflorescencias.
42. Hojas 3-folioladas. Tallo alado carnoso. Zarcillo rojizo con disco adhesivo verde. Folíolos enteramente aserrados.
- Cissus sulcicaulis* (Baker) Planch. (Vitaceae)
- 42'. Hojas 5-7 folioladas. Tallo cuadrangular, no alado leñoso. Zarcillos y disco adhesivo rojizos. Folíolos aserrados en mitad superior y entero en la mitad inferior.
- Cissus striata* subsp. *argentina* (Suess.) Lombardi (Vitaceae)
- 41'. Zarcillos no opuestos a hojas e inflorescencias.
43. Hojas bifolioladas. Fruto legumbre pluriseminada. Tallo plano con ondulaciones. Liana.
- Schnella microstachya* Raddi (Fabaceae)

43'. Hojas imparipinadas con más de dos folíolos alternos. Fruto legumbre samaroidea uniseminado. Tallo de sección circular. Arbusto apoyante.

Dalbergia frutescens (Vell.) Britton (Fabaceae)

30'. Hojas opuestas.

44. Zarcillos foliares simples.

45. Tallos sin glándulas cerca de los nudos. Corola de 6-7 cm long.

46. Corola lila o violácea con garganta blanca. Cápsula oblongo-elipsoide, con púas uncinadas.

Bignonia sciuripabulum (K. Schum.) L.G. Lohmann (Bignoniaceae)

46'. Corola amarilla. Cápsula cilíndrica lisa.

Adenocalymma marginatum (Cham.) DC. (Bignoniaceae)

45'. Tallos con glándulas conspicuas cerca de los nudos o con la presencia de pseudoestípulas. Corola 2,5-3,5 cm de long. color lila o rosado-lilácea. Cápsula linear, inerme.

47. Cáliz tubuloso, denticulado, tomentoso. Flores rosadas.

Fridericia chica (Bonpl.) L.G. Lohmann (Bignoniaceae)

47'. Cáliz acampanado 5-dentadoó hendido lateralmente, glabro.

48. Capsula de hasta 25 cm de largo. Presencia de pseudoestípulas no foliáceas,

Tanaecium mutabile (Bureau & K. Schum.) L.G. Lohmann (Bignoniaceae)

48'. Capsula de 30 a 45 cm de largo. Presencia de pseudoestípulas foliáceas de hasta 2 cm. Flores lilas.

Tanaecium selloi (Spreng.) L.G. Lohmann (Bignoniaceae)

44'. Zarcillos foliares compuestos

49. Zarcillos filamentosos. Corola violácea, anaranjada o blanquecina.

50. Cápsula con púas subuncinadas. Corola blanca externamente con garganta amarilla.

Amphilophium crucigerum (L.) L.G. Lohmann (Bignoniaceae)

50'. Cápsula con superficie lisa. Corola violácea, morada o anaranjada.

51. Cápsula ovoidea. Cáliz con limbo doble; corola bilabiada, violada- morada.

Amphilophium paniculatum (L.) Kunth (Bignoniaceae)

51'. Cápsula linear o linear-oblonga. Cáliz con limbo simple; corola no bilabiada, violácea o anaranjada.

52. Corola anaranjada; estambres exertos. Cápsula con valvas coriáceas.

Pyrostegia venusta (Ker Gawl.) Miers (Bignoniaceae)

52'. Corola violácea, interior del tubo blanco; estambres inclusos. Cápsula con valvas leñosas, lenticeladas.

Mansoa difficilis (Cham.) Bureau & K. Schum. (Bignoniaceae)

49'. Zarcillos trigarfiados. Corola amarilla.

53. Cápsula septifraga elipsoide u oblonga, leñosa, abriéndose en cuatro valvas. Corola con estrías anaranjadas en la garganta. Gineceo con disco dividido en dos porciones, basal y apical por un surco transversal.

Dolichandra quadrivalvis (Jacq.) L.G. Lohmann (Bignoniaceae)

53'. Cápsula septícida linear, coriácea, bivalva. Corola sin estrías anaranjadas en la garganta. Gineceo con disco simple.

54. Hojas conspicuamente hispido-lanosas ó puberulas. Semillas 4-seriadas en cada lóculo. El tallo puede presentar glándulas interpeciolares nodales.

Dolichandra uncata (Andrews) L.G. Lohmann (Bignoniaceae)

54'. Hojas generalmente glabras. Semillas en una sola serie en cada lóculo. Tallo sin glándula interpeciolares nodales.

Dolichandra unguis-cati (L.) L.G. Lohmann (Bignoniaceae)

14'. Plantas sin zarcillos.

55. Hojas simples.

56. Venación paralelinervada.

57. Hojas forma con vaina abierta y lígula. Flores con perianto inconspicuo reunidos en espiguillas.

58. Presencia de corto pecíolo entre vaina y lámina.

59. Caña maciza muy delgada de 1,5-2,0 cm de diámetro. Plantas muy ramosas. Superficie de los tallos lisa.

Chusquea ramosissima Lindm. (Poaceae)

- 59'. Caña hueca, frágil hasta de 5-6 cm de diámetro. Superficie de los tallos áspera, estriada y marmorada.
Merostachys clausenii Munro (Poaceae)
- 58'. Ausencia de peciolo entre vaina y lámina.
60. Lámina linear- lanceolada con el ápice agudo.
Lasiacis divaricata (L.) Hitchc. var. *austroamericana* Davidse (Poaceae)
- 60'. Lámina linear-lanceolada, pubérula y áspera con el ápice filiforme. Tenue, retoso-denticulado, adherente y enroscante.
61. Raquis de la inflorescencia y los pedicelos pubescentes.
Melica sarmentosa Nees var. *pilosula* Döll (Poaceae)
- 61'. Raquis solo en los ángulos pilosos y pedicelos pubescentes.
Melica sarmentosa Nees var. *sarmentosa* (Poaceae)
- 57'. Hojas acintadas excepcionalmente con vaina cerrada. Flores homoclamídeas o heteroclamídeas.
62. Nudos dilatados.
Dichorisandra hexandra (Aubl.) Standl. (Commelinaceae)
- 62'. Nudos no dilatados.
63. Hojas basales en roseta y caulinares en braquiblastos. Flores blancas pequeñas hasta 5 mm de long. Ovario súpero.
Herreria montevidensis Klotzsch ex Griseb. (Asparagaceae)
- 63'. Hojas no diferenciadas en basales y caulinares. Flores grandes de más de 1 cm de long., amarillas con rayas rojizas. Ovario ínfero.
Bomarea edulis (Tussac) Herb. (Alstroemeriaceae)
- 56'. Venación palmatinervada o pinnatinervada.
64. Hojas alternas.
65. Plantas con pelos urticantes en diversos órganos. Inflorescencias opositifolias.
66. Lámina triangular ovada. Estípulas rojizas. Subarbusto voluble.
Tragia volubilis L. (Euphorbiaceae)
- 66'. Lámina elíptico ovada a anchamente ovada. Estípulas verdes. Hierba trepadora o sufrútice.
Tragia giardelliae M.M. Gutiérrez & Múlgura (Euphorbiaceae)
- 65'. Plantas sin pelos urticantes.
67. Plantas con tubérculos aéreos en las axilas foliares. Tallos rojizos.
Anredera cordifolia (Ten.) Steenis (Basellaceae)
- 67'. Plantas sin tubérculos aéreos. Tallos no rojizos.
68. Hojas claramente peltadas, peciolo voluble. Cáliz espolonífero.
Tropaeolum warmingianum Rohrb. (Tropaeolaceae)
- 68'. Hojas no peltadas o apenas subpeltadas, peciolo no voluble. Cáliz sin espolón.
69. Lámina foliar con las axilas de las venas secundarias barbadadas en el envés. Corola rotada. Fruto baya.
Solanum laxum Spreng. (Solanaceae)
- 69'. Lámina foliar con las axilas de las venas secundarias no barbadadas.
70. Flores en capítulos. Subarbustos o arbustos apoyantes.
71. Hojas trinervadas. Dioicos.
72. Borde profundamente aserrado. Epífilo e hipófilo hirsuto.
Baccharis anomala DC. (Asteraceae)
- 72'. Borde entero. Epífilo e hipófilo glabro.
Baccharis trinervis Pers. (Asteraceae)
- 71'. Hojas con venación pinnada. Hermafroditas.
73. Pelos estrellados pedicelados con 4-6 brazos. Flores blancas.
Piptocarpha sellowii (Sch. Bip.) Baker var. *sellowii* (Asteraceae)
- 73'. Pelos simples.
74. Hojas linear lanceoladas, 5-8 cm long. x 0,7-2 cm lat., margen entero revoluto. Flores 12, blancas o violadas. Hipófilo con pelos bicelulares adpresos a lo largo de la hoja, escasos en el haz.
Lepidaploa balansae (Hieron.) H. Rob. (Asteraceae)

74'. Hojas ovadas, 6-12 cm long. x 2-6 cm lat., margen levemente dentado, no revoluto. Flores 20-30 violadas. Hipófilo con pelos bicelulares crespos.

Cyrtocymura scorpioides (Lam.) H. Rob. (Asteraceae)

70'. Flores no en capítulos.

75. Flores con perigonio petaloideo ventricoso en la base, tubo infundibuliforme, labio redondeado. Hojas triangulares. Tallos aromáticos, suberosos en la porción basal de plantas de varios años, profundamente agrietados. Capsula septicida.

Aristolochia triangularis Cham. (Aristolochiaceae)

75'. Flores con perigonio no ventricoso o perianto. Hojas suborbicular o anchamente ovada a profundamente 3-lobada, rara veces enteras.

76. Estípulas foliáceas, paraestípulas fimbriado glandulosas. Inflorescencia con 2 brácteas foliáceas, trilobadas, de 3-4-cm de long. que superan notablemente a las flores.

Dalechampia stipulacea Müll. Arg. (Euphorbiaceae)

76'. Estípulas y paraestípulas ausentes. Brácteas de la inflorescencia en número variable y de menor tamaño.

77. Plantas con pubescencia de pelos estrellados o dendríticos, almenos en parte.

78. Lámina foliar entera. Corola blanca. Fruto baya. Arbusto subescandente.

Solanum hirtellum (Spreng.) Hassl. (Solanaceae)

78'. Lámina foliar 3-5-lobada. Corola con limbo rosado y tubo purpúreo. Fruto cápsula. Voluble.

Ipomoea bonariensis Hook. var. *bonariensis* (Convolvulaceae)

77'. Plantas sin pelos dendríticos o estrellados.

79. Flores hermafroditas, periantadas.

80. Liana. Corola dialipétala. Labio del pétalo anterior con espolón. Semillas aladas.

Anchietea pyrifolia (Mart.) G. Don (Violaceae)

80'. Volubles o apoyantes. Corola gamopétala, de más de 10 mm long. si menos, dispuesta en cimas escorpioides terminales.

81. Volubles. Limbo de la corola no lobulado. Anteras no soldadas al tubo de la corola.

82. Hojas palmatisectas. Corola rosa violácea o lila con tubo violáceo.

Ipomoea cairica (L.) Sweet (Convolvulaceae)

82'. Hojas enteras o 3-lobadas en la misma planta.

83. Corola con tubo rosado y limbo azul violáceo, de 2,5-15 cm long.

Ipomoea indica (Burm.) Merr. (Convolvulaceae)

83'. Corola blanca o blanco rosada, hasta 2,5 cm long.

84. Pubescencia adpresa. Hoja ovado lanceolada a linear, base con aurículas divergentes. Corola blanco rosada hasta 16 mm long.

Convolvulus bonariensis Cav. (Convolvulaceae)

84'. Pubescencia no adpresa. Hoja elíptica u ovada, base con aurículas paralelas o convergentes. Corola blanca de más de 14 mm long.

Convolvulus crenatifolius Ruiz & Pav. (Convolvulaceae)

81' Arbustos apoyantes. Limbo de la corola con 5 segmentos subulados. Filamento de la antera cortos soldados al tubo corolino.

85. Inflorescencia axilar. Hojas glabras o con pelo simples, cortos ralos.

Tournefortia breviflora DC. (Boraginaceae)

- 85'. Inflorescencia terminal. Hojas con el epífilo pubescente laxo formado por pelos largos entremezclados con cortos, hipófilo velutino.
Tournefortia paniculata Cham. var. *paniculata* (Boraginaceae)
- 79'. Flores unisexuales o hermafrodita con perigonio o con perianto con 1 sépalo y 1 pétalo. Corola dialipétala, nunca mayor de 10 mm.
86. Hojas ovado- lanceoladas. Perigonio escarioso. Semilla con rilo.
87. Inflorescencias laterales paniculadas. Hojas gruesas.
Chamissoa altissima (Jacq.) Kunth (Amaranthaceae)
- 87'. Inflorescencias laterales en espigas o pauciramosas. Hojas membranáceas.
Chamissoa acuminata Mart. (Amaranthaceae)
- 86'. Hojas cordadas, suborbiculares, deltoides u ovado elíptica. Perigonio o perianto no escarioso.
88. Perianto con 6 sépalos, 6 pétalos o con cáliz con 4 sépalos en flores masculinas y flores femeninas con 1 sépalo y 1 pétalo. Flores diclinas, dioicas o monoicas.
89. Flores estaminadas con 4 sépalos. Estambres (4) concrecentes (sinandro). Anteras sésiles con dehiscencia horizontal. Flores pistiladas con ciclos con 1 pieza. Enredadera. Inflorescencia corimboide. Diclino dioico.
90. Hojas ovadas a cordadas. Hojas, tallos e inflorescencias glabras a pilosas. Flor estaminada con corola cupuliforme.
Cissampelos andromorpha DC. (Menispermaceae)
- 90'. Hojas cordadas a suborbiculares. Hojas, tallos e inflorescencias densamente pilosas a tomentosas. Flor estaminada con la corola pateliforme
Cissampelos pareira L. (Menispermaceae)
- 89'. Estambres 6 libres. Antera con dehiscencia vertical. Gineceo con 3 ovarios libres.
91. Lamina foliar ovado elíptica, penninervada. Los 3 ovarios, en cada flor pistilada, con sendas ramas estigmáticas unciformes; estilo subulado y muy encorvado; estigma agudo. Enredadera
Hyperbaena oblongifolia (Eichler) Chodat & Hassl. (Menispermaceae)
- 91'. Lámina foliar deltoidea-cordada, palmatinervada partiendo del pecíolo. Los 3 ovarios, en cada flor pistilada, con un breve estilo cilíndrico y recto y el estigma con 3-4 puntas radiales. Liana.
Odontocarya acuparata Miers (Menispermaceae)
- 88'. Perigonio con 6 tépalos en dos ciclos. Flores diclinas o monoclinas.
92. Envés foliar purpúreo, haz variegado, central blanco con reborde de color verde morado a morado.
Dioscorea dodecaneura Vell. (Dioscoreaceae)
- 92'. Haz y envés foliar verde a castaño oscuro.
93. Hojas 9-nervadas con puntos rojizos. Flores amarillas a castaño oscuras.
Dioscorea campestris Griseb. (Dioscoreaceae)
- 93'. Hojas 7-11-nervadas.
94. Perigonio amarillo a rosado purpúreo.
Dioscorea demourae R. Knuth (Dioscoreaceae)
- 94'. Perigonio verde claro con manchas purpúreas
Dioscorea ceratandra Uline (Dioscoreaceae)
- 64'. Hojas opuestas o verticiladas.
95. Estípulas interpeciolares.

96. Volubles. Hojas mayores a 2 cm de long. Flores conspicuas, corola tubulosa anaranjada con diente amarillo.

Manettia luteo-rubra (Vell.) Benth. (Rubiaceae)

96'. Apoyantes. Hojas menores de 2 cm de long. Hojas y estipulas de igual forma dando impresión de verticilos 4-foliado. Flores inconspicuas, blancas.

97. Tallos en apariencia áfils. Flores pediceladas.

Galium latoramosum Clos (Rubiaceae)

97'. Tallos foliosos. Flores sésiles o subsésiles.

98. Tallos micropapilados. Hojas lineares o angostamente elípticas. Fruto verde.

Galium richardianum (Gillies ex Hook. & Arn.) Endl. ex Walp. (Rubiaceae)

98'. Tallos no micropapilados, glabros o con pelos retrorsos. Hojas oblongas, elípticas u obovadas. Fruto anaranjado.

Galium hypocarpium (L.) Endl. ex Griseb. subsp. *hypocarpium* (Rubiaceae)

95'. Estípulas no interpeciolares o ausentes. Volubles.

99. Flores en capítulos con 4- flores isomorfas. Hoja y pecíolo eglandulosos.

100. Capítulos sésiles numerosos dispuestos en inflorescencias paniculiforme, globoso. Hojas aovado- acuminado en el ápice y redondeado en la base con un lóbulo triangular obtuso a ambos lados de la parte inferior. Tallo glabro y costado.

Mikania glomerata Spreng. (Asteraceae)

100'. Capítulos claramente pedicelados.

101. Capítulos en panojas laxas o densas.

102. Hojas aovadas o aovado-acorazonadas con la base redondeada a cordiforme. Flores con el limbo campanulado, de \pm igual longitud que el tubo.

103. Tallos muy pubescentes. Hojas cordiformes levemente serrulados con pelos de color castaño, densamente hirsutos lanoso en el epífilo e hirsuto en el hipófilo.

Mikania hirsutissima DC. var. *hirsutissima* (Asteraceae)

103'. Tallos glabros o con pubescencia escasa.

104. Hojas aovadas glabras o laxamente pubescentes.

Mikania lindleyana DC. (Asteraceae)

104'. Hojas aovado-hastadas glabras, cordadas en su base.

Mikania campanulata Gardner (Asteraceae)

102'. Hojas de formas diversas, pero no aovado-acorazonadas.

105. Hojas 7-lobuladas. Flores con el limbo corolino infundibuliforme.

Mikania vitifolia DC. (Asteraceae)

105'. Hojas lanceoladas, lanceoladas hastadas o romboideas.

106. Hojas lanceoladas con borde a veces moderadamente aserrada, con base atenuada y ápice agudo. Flores con limbo infundibuliforme hasta semicampanulado.

Mikania burchellii Baker (Asteraceae)

106'. Hojas lanceoladas hastadas a romboideas, generalmente con 2 lóbulos triangulares a cada lado. Flores con limbo cilíndrico.

Mikania chlorolepis Baker (Asteraceae)

101' Capítulos en inflorescencias corimbiformes.

107. Hojas aovado acorazonadas o subdeltoideas.

108. Hojas cuneadas en la base, con domacios en la cara abaxial.

Mikania urticifolia Hook. & Arn. (Asteraceae)

108' Hojas con base cordiforme, sin domacios en la cara abaxial.

109. Tallos multiestriados. Corola tubulosa con limbo campanulado dividido en dientes triangulares de \pm 0,5mm de altura.

Mikania micrantha Kunth (Asteraceae)

109'. Tallos hexacostados cortamente tomentosos. Corola bilabiada con limbo infundibuliforme hasta campanulado, lóbulos lanceolados de distinta longitud con márgenes ondulados.

Mikania cordifolia (L. f.) Willd. (Asteraceae)

107'. Hojas no aovado-acorazonadas.

110. Hojas aovado deltoidea. Flores con corola infundibuliforme hasta campanulada y lóbulos lanceolados ligeramente ondulados.

Mikania variifolia Hieron. (Asteraceae)

- 110' Flores con corola acampanada a anchamente campanulada dividida en lóbulos.
111. Hojas aovado triangulares. Lóbulos de la corola con diminutos pelos glandulares en los vértices. Hojas con domacios.
Mikania capricorni B.L. Rob. (Asteraceae)
- 111'. Hojas aovadas-cordiforme u hastadas. Lóbulos de la corola sin pelos glandulares algunos en los vértices. Hojas sin domacios.
Mikania periplocifolia Hook. & Arn. (Asteraceae)
- 99'. Flores no en capítulos. Hipófilo y pecíolo glanduloso o no.
112. Pétalos unguiculados. Pecíolo y sépalos generalmente biglandulosos.
113. Hojas con lámina 5-7 palmatipartidas, rara vez entera. Flores amarillas. Liana voluble procumbente.
Stigmaphyllon jatrophiifolium A. Juss. (Malpighiaceae)
- 113'. Hojas con lámina entera.
114. Fruto leñoso acompañado por los sépalos. Flores anaranjadas. Liana
Dicella nucifera Chodat (Malpighiaceae)
- 114'. Fruto mericarpio samaroideo.
115. Ala principal lateral.
116. Ala orbicular, ápice 2- partido, base 2 lobadas. Umbela 4-flora.
Callaeum psilophyllum (A. Juss.) D.M. Johnson (Malpighiaceae)
- 116'. Ala dividida dorsalmente en 2 segmentos divergentes, generalmente elípticos u obovados. Cada mericarpio parece tener 4 alas.
Tetrapterys mollis Griseb. (Malpighiaceae)
- 115' Ala principal dorsal.
117. Flores blancas. Hojas elípticas, discolores con varias glándulas (2-6) distribuidas irregularmente sobre los nervios secundarios.
Heteropterys bicolor A. Juss. (Malpighiaceae)
- 117' Flores amarillas.
118. Hojas membranaceas, ovado-lanceoladas con varias glándulas aplanadas en el borde inferior del envés al final de las nervaduras secundarias. Estigma redondeado. Liana.
Heteropterys intermedia (A. Juss.) Griseb. (Malpighiaceae)
- 118'. Hojas coriáceas, ovadas, subagudas, con varias glándulas en la cara inferior. Estigma uncinado. Arbusto apoyante.
Heteropterys syringifolia Griseb. (Malpighiaceae)
- 112'. Pétalos no unguiculados. Sépalos eglandulosos.
119. Perigonio escarioso. Filamento de los estambres trilobulados.
120. Subarbusto voluble. Pelos del tallo simple y adpreso o glabro.
Hebanthe eriantha (Poir.) Pedersen (Amaranthaceae)
- 120'. Plantas apoyantes y rastreras.
Iresine diffusa Humb. & Bonpl. ex Willd. var. *Diffusa* (Amaranthaceae)
- 119'. Perianto diferenciado. Filamento de los estambres normales. Volubles herbáceas y leñosas.
121. Plantas con látex. Fruto folículo.
122. Flores sin corona.
123. Hojas peltadas. Folículos curvos unidos por el ápice hasta la madurez.
Peltastes peltatus (Vell.) Woodson (Apocynaceae)
- 123'. Hojas no peltadas.
124. Folículos moniliformes articulados en artejos uniseminados. Hojas en verticilos generalmente trímeros. Corola levocontorta. Flores anaranjadas, fragantes.
Condylocarpon isthmicum (Vell.) A. DC. (Apocynaceae)
- 124'. Folículos no articulados. Hojas generalmente opuestas, a veces en verticilos trímeros. Corola dextrocontorta
125. Hojas sin domacios en el envés. Hoja de 4-12 cm longitud.

126. Hojas de 9 a 22 cm de longitud. Flores de aproximadamente 30 mm de largo. Corola hipocraterimorfa, estambres insertos. Folículos divergentes napiforme hirsutos- ferrugineos. Trepadora voluble

Prestonia calycina Müll. Arg. (Apocynaceae)

126'. Hojas de 4 a 12 cm de longitud. Flores de aproximadamente 10 mm de largo. Corola rotácea, estambres exertos. Folículos divergentes castaño claro. Arbusto apoyante

Forsteronia thyrsoides (Vell.) Müll. Arg. var. *thyrsoides* (Apocynaceae)

125'. Hojas con domacios en el envés. Folículos moniliformes. Lianas.

127. Hojas opuestas o en verticilos de 3 de 6-15 cm de longitud.

Forsteronia refracta Müll. Arg. (Apocynaceae)

127'. Hojas opuestas de 2-6 cm de longitud. Flores fragantes.

Forsteronia glabrescens Müll. Arg. (Apocynaceae)

122'. Flores con corona.

128. Corona doble. Cáliz con 1-2 glándulas en la base interna de cada lacinia.

129. Folículo desprovisto de aletas longitudinales. Hojas con tricomas pluricelulares de 1-6 mm mezclado con tricomas cortos glandulosos o subglandulosos microscópicos. Epífilo con 2-6 glándulas en la base de la nervadura media. Hoja 6,9-15,8 x 3,3-8,2. Flores blancas con venas verdes. Olor desagradable.

Fischeria stellata (Vell.) E. Fourn. (Apocynaceae)

129'. Folículo provisto de aletas longitudinales. Hojas levemente pubescentes. Epífilo con 2-4 glándulas en la base de la nervadura media.

130. Hojas de 4,1-7,6 x 2,1-4 cm. Inflorescencia 6-9 flores. Corona interna formada por 5 segmentos horizontales soldados al dorso de la antera. Epífilo con 2-3 glándulas en la base de la nervadura media. Folículo con 5 aletas.

Gonolobus parviflorus Decne. (Apocynaceae)

130'. Hojas de 10-14,1 x 3,9-7,1 cm. Inflorescencias 2-5 flores. Corona interna formada por 5 segmentos trapezoidales soldado al ginostegio. Epífilo con 2-4 glándulas en la base de nervadura media. Corona amarilla, corola verde. Folículo con 4 aletas.

Gonolobus rostratus (Vahl) Schltr. (Apocynaceae)

128'. Corona simple. Cáliz generalmente desprovisto de glándulas.

131. Hojas lineares sésiles o subsésiles 6-10 mm long. x 0,5-1 mm lat.

Orthosia scoparia (Nutt.) Liede & Meve (Apocynaceae)

131'. Hojas no lineares.

132. Polinios erectos.

Marsdenia montana Malme (Apocynaceae)

132'. Polinios horizontales o pendientes.

133. Retináculo provisto en su ápice de un apéndice membranáceo. Flores blanco- violáceas.

134. Hojas tomentosas triangulares o triangulares oblonga de base truncada o hastada de 6,6-15,1 x 2,1-6,5 cm. Epífilo con 3-5 glándulas en la base de la nervadura media.

Araujia sericifera Brot. (Apocynaceae)

134'. Hojas pubescentes ovado-lanceolado, ovado oblongo de base cordada auriculada de 5,2-11 x 1,9-6,5 cm. Epífilo con 4 glándulas en la base de la nervadura media.

Oxypetalum appendiculatum Mart. (Apocynaceae)

133'. Retináculo sin apéndice membranáceo.

135. Flores grandes de 25-38 mm de diámetro. Hojas 13-30 cm, ovado- acuminado con base cordadas a levemente cordadas.

136. Corola color café. Folículo con aletas.

Macroscepis aurea E. Fourn. (Apocynaceae)

136'. Corola color verdosas con interior amarillenta. Fruto desconocido.

- Phaeostemma kelleri* Morillo (Apocynaceae)
- 135'. Flores mediana a pequeñas entre 5-30 mm de longitud con corola blanquecina o verdosa. Hojas con 2-3 o 3-4 glándulas en el epífilo en la base de la nervadura principal. Folículo sin aletas.
137. Hojas pequeñas 0,7-3,8 x 0,15-1,6 cm.
- Orthosia virgata* (Poir.) E. Fourn. (Apocynaceae)
- 137'. Hojas grandes de entre 2,0 -8,5 x 0,7-3 cm.
138. Una glándula en la axila de los sépalos. Hojas oblongo-lanceoladas, base cordada de 4,5-8,5 x 1,2-3,0 cm. Inflorescencia 2-3 flores.
- Oxypetalum molle* Hook. & Arn. (Apocynaceae)
- 138'. Tres glándulas en la axila de los sépalos. Hojas elípticas de base redondeada de 2,2- 5,9 x 0,7-1,8 cm. Inflorescencia 7 Flores.
- Orthosia urceolata* E. Fourn. (Apocynaceae)
- 121'. Plantas sin látex.
139. Flores dialipétalas.
140. Estambres 3. Flores amarillo-verdoso.
- Pristimera celastroides* (Kunth) A.C. Sm. (Celastraceae)
- 140'. Estambres de 8-10.
141. Hojas con indumento lepidoto esparcido en el haz y denso en el envés. Con domacios baso-laminares revolutos. Flores 4-meras amarillo-anaranjadas. Estambres exertos conspicuos. Voluble leñosa. Fruto seco 4-alado.
- Combretum fruticosum* (Loefl.) Stuntz (Combretaceae)
- 141'. Hojas discolores con hipófilo blanco tomentoso, denso y apretado, epífilo ralo. Domacios ausente. Flores 5 meras, violáceas. Estambres 10 (5 con filamentos largos biglanduloso en su base, los restantes con filamento más corto. Hierba perenne rastrera. Fruto, capsula.
- Caesarea albiflora* Cambess. (Vivianiaceae)
- 139'. Flores gamopétalas bilabiadas con brácteas y bracteolas. Estambres 2.
142. Tallos tetragonos.
143. Flores blancas.
- Poikilacanthus glandulosus* (Nees) Ariza (Acanthaceae)
- 143'. Flores rojas.
- Ruellia angustiflora* (Nees) Lindau ex Rambo (Acanthaceae)
- 142' Tallos hexacostados. Flores amarillo-anaranjado o roja.
- Dicliptera squarrosa* Nees (Acanthaceae)
- 55'. Hojas compuestas.
144. Hojas de disposición alternas.
145. Hojas palmaticompuestas con peciolo prensiles. Enredadera. Flores rojizas-azuladas.
- Tropaeolum pentaphyllum* Lam. ssp. *pentaphyllum* (Tropaeolaceae)
- 145'. Hojas pinnadas o trifolioladas. Volubles
146. Hoja imparipinnadas con 5-9 folíolos elípticos. Fruto lomento con 6-12 artejos. Flores amarillas.
- Chaetocalyx longiflora* Benth. ex A. Gray (Fabaceae)
- 146'. Hojas trifolioladas. Flores verdosas.
147. Fruto cápsula acompañada de los sépalos.
- Dalechampia stenosepala* Müll. Arg. (Euphorbiaceae)
- 147'. Fruto legumbre o lomento.
148. Hierbas postradas cubiertos por pelos uncinados, excepto en hojas. Tallos trisurcados. Flores de 1-1,2 cm. rosado o lila de 1-1,2 cm. Artejos del lomento triangulares. Estandarte abrazador.
- Desmodium uncinatum* (Jacq.) DC. (Fabaceae)
- 148'. Trepadora perenne o herbácea de ramas ascendentes voluble hacia el ápice.
149. Flores grandes, blanco-violáceas luego amarillentas, carnosas de 4 cm. long. Estandarte torcido en espiral. Sin puntos glandulares en tallos y hojas.
- Vigna caracalla* (L.) Verdc. (Fabaceae)

149'. Flores pequeñas amarillas (5-8 mm long.) en racimos axilares 1-3 floras. Estandarte por fuera pubescente y glanduloso. Pubescente con puntos glandulares redondos en tallo y hojas.

Rhynchosia rojasii Hassl. (Fabaceae)

144'. Hojas de disposición opuestas. Flores blancas

150. Hojas simples ó bi-trifolioladas.

Valeriana scandens L. (Valerianaceae)

150'. Hojas compuestas.

151. Hoja imparipinnada, triyugada. Peciolo y peciolulos prensiles. Aquenio con estilos largos y plumosos.

Clematis dioica L. var. *australis* Eichler (Ranunculaceae)

151'. Hoja palmaticompuesta. Peciolo y peciolulos no prensiles. Aquenios no plumosos.

Mikania ternata (Vell.) B.L. Rob. (Asteraceae)

CONCLUSIONES

Florísticamente las plantas trepadoras representan el 18 % de las especies vasculares presentes en la RUMG, unas 152 especies distribuidas en 39 familias. Las familias mejor representadas para este hábito con más de 10 especies son las Asteraceae, Apocynaceae, Bignoniaceae, Fabaceae y Sapindaceae.

La forma biológica dominante fue el de las enredaderas con el 44,7% de las especies, seguidas de las lianas con el 31,6% y las apoyantes 23,7%.

Entre los mecanismos de ascenso más frecuente entre las trepadoras se destacan los tallos volubles exclusivamente en unas 69 especies y los zarcillos con 42 especies, pudiendo las últimas presentar combinaciones entre ellas, mientras los apéndices punzantes se presentan solo en 13 especies.

BIBLIOGRAFIA

ARBO, M. M. & Tressens, S. G. (Editoras.). 2002. Flora del Iberá. Eudene. Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes. 613 pp.

ARIZA ESPINAR, L. 2003. Una especie de *Tournefortia* (Borraginaceae) nueva para la flora Argentina. Kurtziana 30 (1-2): 61-63.

BURKART, A. 1953. Las Leguminosas Argentinas Silvestres y Cultivadas. ACME. Buenos Aires. 569 pp.

BOTTA, S. 2005. Flora Ilustrada de Entre Ríos (Argentina). Violáceae. Colección Científica INTA. Buenos Aires. Vol. VI. Parte 4b:364-367.

CABANILLAS, P y Hurrell, J. 2012. Plantas Trepadoras: tipo biológico y clasificación. Revista de Ciencias Morfológicas. La Plata. 14(2). 15 pp.

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

CABRERA, A. 1944. Vernoneas argentinas (Compositae). Darwiniana 6:19-379 pp.

CABRERA, A. 1973. Compostas. Tribu Mutisieae: Flora Ilustrada Catarinense Itajaí. Santa Catarina. Brasil. 3-19. 124 pp.

CABRERA, A. y Freire S. 1997. Asteraceae. Tribu II. Eupatorieae. Flora Fanerogámica Argentina Fascículo 47. parte 8. 104 pp.

C.A.R.T.A. 1963. Planialtimétricos y edafológico 2.754 - 15 3 y 4.

CRISTÓBAL, C. Dematteis, M. 2003. Flora Fanerogámica. Asteraceae. Tribu I. Vernoniaeae. Fascículo 83: 3-53.

CERANA, M. y Ariza Espinar L. 1995. Sobre la presencia de domacios en *Mikania* (Asteraceae). Kurtziana 24:7-18.

CERANA, M.M. 2000. Una nueva especie de *Mikania* (Asteraceae) para la flora argentina. Boletín Sociedad Argentina Botánica 35:175-177.

CRISTÓBAL, C.L. 1976. Estudio taxonómico del género *Byttneria* Loefling (Sterculiaceae) Bonplandia 4: 1-428.

CRISTÓBAL, C.L. 1998. Flora Fanerogámica Argentina. Sterculiaceae. En A.T. Hunziker. (ed.) Fascículo 57:1-32.

DA COSTA SACCO, J. 1980. Passifloraceae. Flora Ilustrada Catarinense. Itajaí. Santa Catarina. Brasil. 130 pp.

DARWINION. 2016. Flora del Cono Sur. Instituto de Botánica Darwinion. <http://www.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/fa.htm>. Consultado Octubre 2016.

DAVIÑA, J.; Rodríguez, M.; Honfi, A.; Seijo, J.; Insaurralde, I. y Guillen. 1999. Floristic studies of

the Moconá Park, Misiones, Argentina. *Candollea* 54:231-249.

DEGINANI, N. 2001. Las especies Argentinas del género *Passiflora* (Passifloraceae). *Darwiniana*. ISSN 0011-6793. 39 (1-2): 43-129.

DEMPSTER, B. 1990. The genus *Galium* (Rubiaceae) in South America. *Allertonia* 5: 283-345.

DOTTORI, N y Hunziker, A. 1994. Celtidaceae. En *Flora Fanerogámica Argentina*. Fascículo 2: 5-8.

EZCURRA, C. 2005. Apocynaceae *Flora Fanerogámica Argentina* Fascículo 91: 1-54 pp.

FABRIS, H. 1965. *Flora Argentina*: Bignoniaceae. *Revista Mus. La Plata. (Nueva serie)* Secc. Bot. 9: 273-419.

FERNANDEZ, R.; Lupi, A.; Pahr, N.; O'Lery, H.; Brand, L. 1997. Relevamiento edafológico del predio de la Facultad de Ciencias Forestales (UNaM). Dpto. Guaraní, Misiones. Esc. 1:50.000. Inédito. 39 pp.

FERRUCCI, M. S. 1991. Sapindaceae. En R Spichiger (ed.) *Flora del Paraguay*. Editions des Conservatoire et Jardin botanique de la Ville de Geneve-Missouri Botanical Garden. 144 pp.

FERRUCCI, M. S. 1998. Sapindaceae. En A.T. Hunziker (ed.). *Flora Fanerogámica Argentina* 52: 1-44.

FERRUCCI, M.; Cáceres Moral, S.; Galbany Casals, M.; Martínez, W. 2002a. Las plantas trepadoras del macrosistema Iberá. 13^{ra} Reunión de Comunicaciones Científicas y Técnicas, Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE, Corrientes. 4 pp.

FERRUCCI, M.; Cáceres Moral, S.; Galbany Casals, M. 2002b. Capítulo 2. Las Plantas trepadoras en Arbo, M. M. & Tressens, S. G. (editores). *Flora del Iberá*. Eudene. Universidad Nacional del Nordeste. 613 pp.

FRANK RUBIO, R. & Vásquez Rodríguez, D. 2010. Monitoreo de herbáceas, trepadoras y epífitas en la zona alta del Bosque Protector Prosperina. Tesina de seminario. Guayaquil. Ecuador. 129 pp

FONT QUER, P. 2001. *Diccionario de Botánica*. Tomos 1 y 2. Ediciones Península. Barcelona. 1244 pp.

FORTUNATO, R. H. & Cialdella A. M. 1997. *Flora Fanerogámica Argentina* Fabaceae. Parte 4 Subfam. II. Mimosoideae, parte 2. *Proflora Conicet*. Fascículo 35. 128 pp.

FORTUNATO, R. H. 1986. Revisión del género *Bauhinia* (Cercideae, Caesalpinoidea, Fabaceae) para la Argentina. *Darwiniana* 27 (1-4): 527-557.

FREIRE, S. 1995. Asteraceae. En *Flora Fanerogámica Tribu Inulate*. Fascículo 14 parte 2: 6-7.

FREIRE, S. Urtubey, E. Sancho, G. Bayon, N. Katinas, L. Gutierrez, D. Giuliano, D. Saenz A. Iharlegui, L. Delucchi, G. 2006. Inventario de la biodiversidad vegetal de la provincia de Misiones: Asteraceae. *Darwiniana* 44(2): 375-452.

GARTLAND, H. y Bohren A. 1996. *Enredaderas ornamentales nativas de Misiones*. Editorial Universitaria. Universidad Nacional de Misiones. 100 pp.

GENTRY, A. 1993. A field guide to the families and genera of woody plants of Northwest South America. *Conservation International* Washington. DC. 895 pp.

GENTRY, A.H. 1991. The distribution and evolution of climbing plants: En *The biology of vines* Cambridge University Press. Editores Putz E. & Mooney A. 3-52 pp.

HUNZIKER, A. 1984. Los géneros de *Fanerógamas de Argentina - Claves para su identificación*. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*. Vol. 23(1-4) 384 pp.

KATINAS, L. 1996 Asteraceae. En A.T Hunziker (ed.). *Flora Fanerogámica Argentina* 29:1-40.

LAHITTE, H. B. y J. Hurrell (eds) 2000. *Plantas trepadoras nativas y exóticas*. Colección Biota Rioplatense Volumen V. Ediciones L.O.L.A. 265 pp.

MULGURA, M. 1981. Dos especies de *Heteropteris* (Malpighiaceae) nuevas para la flora Argentina. *Darwiniana* 23(1): 311-315.

MIRANDA, D.; Cabanne, D.; Keller, H.; Tressens, S. 2004. Plantas trepadoras con apéndices punzantes que crecen en el Predio Guaraní, Misiones, Argentina. 11^{as} Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales – FCF. UNaM – EEA Montecarlo, INTA. Argentina. 5 pp.

MÚLGURA DE ROMERO, M.E. 1978. Revisión de las Vitaceae de la Argentina. *Darwiniana* Tomo 21(1): 3-26.

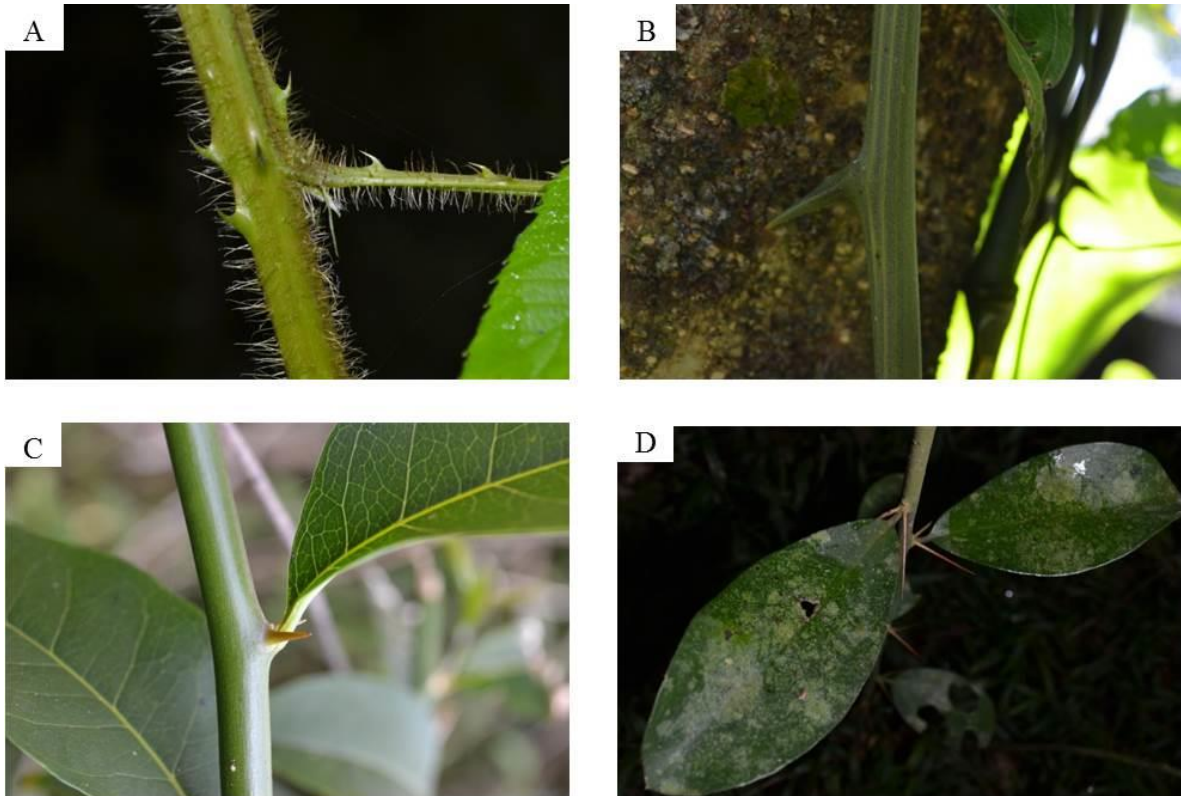
MÚLGURA DE ROMERO, M. E. 1996. Vitaceae. En A.T Hunziker (ed.). *Flora Fanerogámica Argentina* 23:1-7.

- MARTINEZ CROVETTO, R. 1974. Cucurbitaceae. En Flora Ilustrada de Entre Ríos (Argentina) Colección Científica INTA. Buenos Aires. Vol. VI. Parte 6: 63-94.
- MARTINEZ-CROVETTO, R. 1968. Notas sobre Cucurbitaceae de la flora argentina. Bonplandia 3 (1): 1-7.
- MORILLO, G. 2013. Tres especies de *Phaeostamma* (Apocynaceae, Asclepiadoideae) nuevas para la ciencia. Bonplandia 22 (2): 203-215.
- O' DONNELL A. y Lourteig, A. 1943. Malpighiaceae Argentinae. Lilloa 9: 221-316.
- O' DONNELL A. 1959. Convolvuláceas argentinas. Lilloa 29: 87-348.
- ORTIZ, R. 2002. Identificación y cuantificación de lianas en un bosque nativo estacional semidecidual alterado. Ecorregión Alto Paraná, Paraguay. Novenas Jornadas Técnicas Forestales UNaM-INTA Eldorado, Misiones, Argentina. 6 pp.
- PEDRALLI, G. 2004. Dioscoreaceas I parte: 5-83. Flora Ilustrada Catarinense. Itajaí. Santa Catarina. Brasil.
- PEÑA-CHOCARRO, M. & De Egea, J. 2015. Nuevos registros del género *Cissampelos* (Menispermaceae) para la flora Argentina. Bonplandia. 24 (1): 37-42.
- PÉREZ MOREAU R. & Cabrera, A. 1983. Borraginaceae. Flora de la Provincia de Jujuy, Colecc. Ci.INTA 13(8):247-290
- POZNER, R. 1998. Cucurbitaceae. En A.T. Hunziker (ed.). Flora Fanerogámica Argentina 53: 1-58.
- REITZ, R. 1996. Rosaceae. Flora Ilustrada Catarinense. Itajaí. Santa Catarina. Brasil. 135 pp.
- REZENDE, A. & Ranga N. 2005. Lianas da Estacao Ecológica do Noroeste Paulista Sao José do Rio Preto/ Mirassol, SP, Brasil. Acta Bot. Bras. 19 (2): 273-279.
- SCHEINVAR, L. 1985. Cactaceae. Flora Ilustrada Catarinense. Itajaí. Santa Catarina. Brasil. 379 pp.
- SILVA, F.; Eibl, B.; Bobadilla, E.; Winck, R. 2009. Registros meteorológicos en la Reserva Guaraní, Misiones, Argentina. Revista Yvyrareta. N° 16. 48-55.
- SMITH L. & Robertt Downs 1972. Amarantaceas: Flora Ilustrada Catarinense. Itajaí. Santa Catarina. Brasil. 110 pp.
- TRESSSENS, S.; Keller, H.; Revilla, V. 2008. Las plantas vasculares de la Reserva de Uso Múltiple Guaraní, Misiones (Argentina). Bol. Soc. Argent. Bot. ISSN 0373-580 X. 43 (3-4): 273 – 293.
- TORTOSA, R. 1995. Rhamnaceae. En A.T. Hunziker (ed.). Flora Fanerogámica Argentina 9: 1-16.
- ZULOAGA, F. & Rodríguez, D. 1999. Análisis de la biodiversidad en plantas vasculares de la Argentina. Kurtziana 27(1): 17-167.
- ZULOAGA, F. & Morrone, O. 1999. (eds.). Catálogo de las Plantas Vasculares de la República Argentina II. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 74 pp.

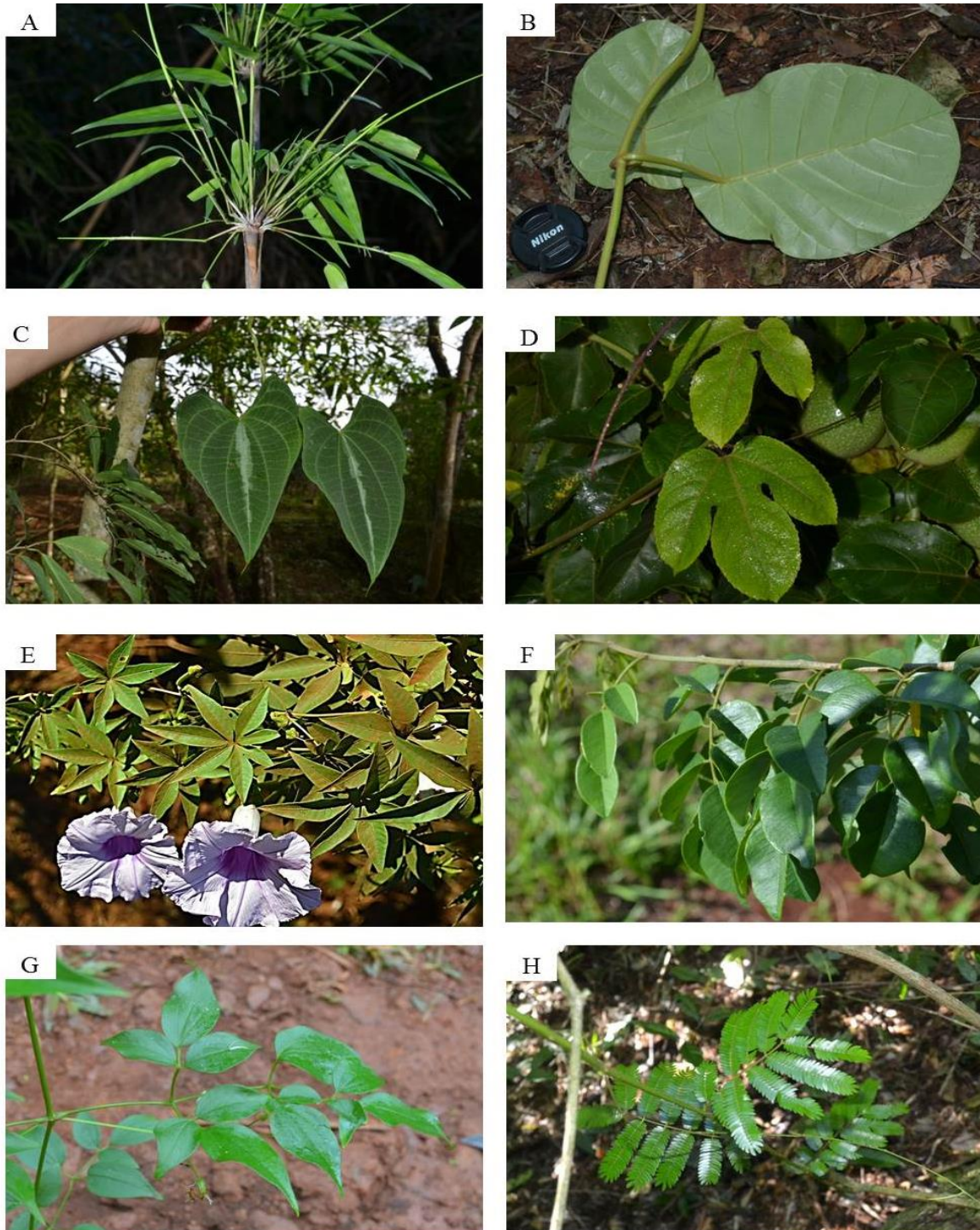
AGRADECIMIENTOS

A la Lic. Sara G. Tressens por la lectura crítica de esta contribución y sus valiosas sugerencias.

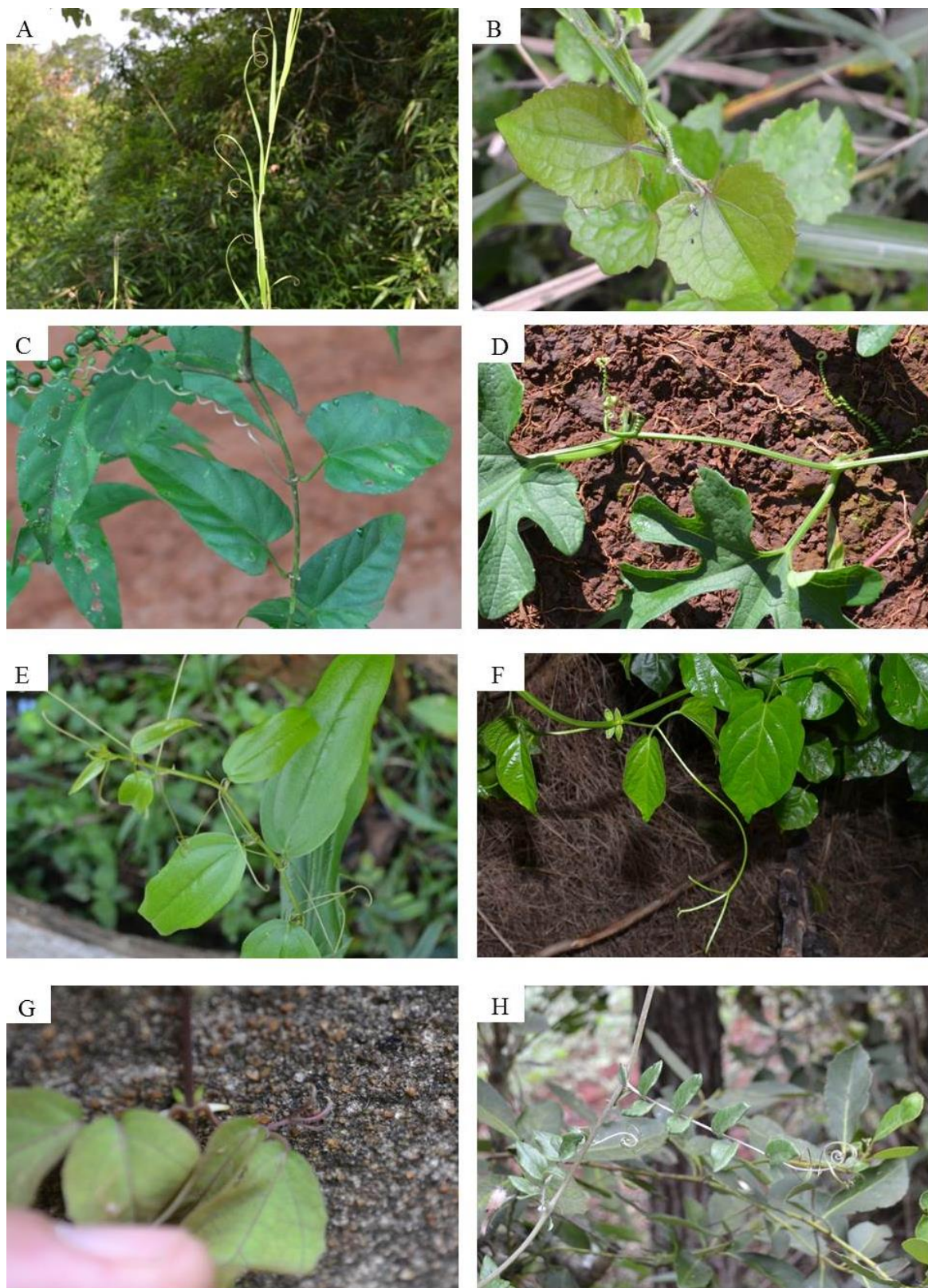
ANEXOS:



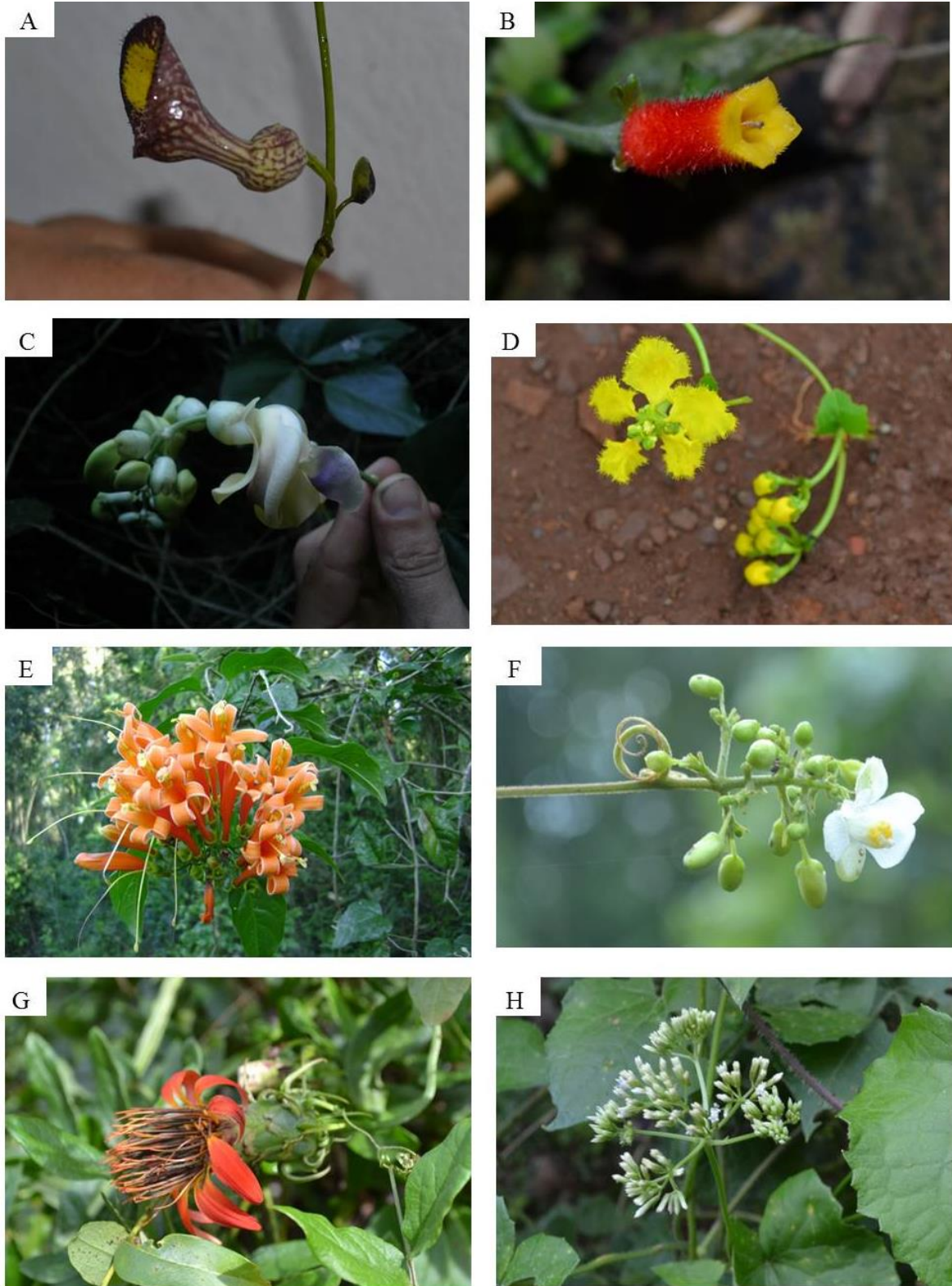
ANEXO I: Plantas armadas. A: *Rubus schottii* - acúleos. **B:** *Dioscorea multiflora* - espinas. **C:** *Segueria aculeata* – estipulas transformadas en acúleos. **D:** *Dasyphyllum brasiliense* – espinas axilares geminadas.



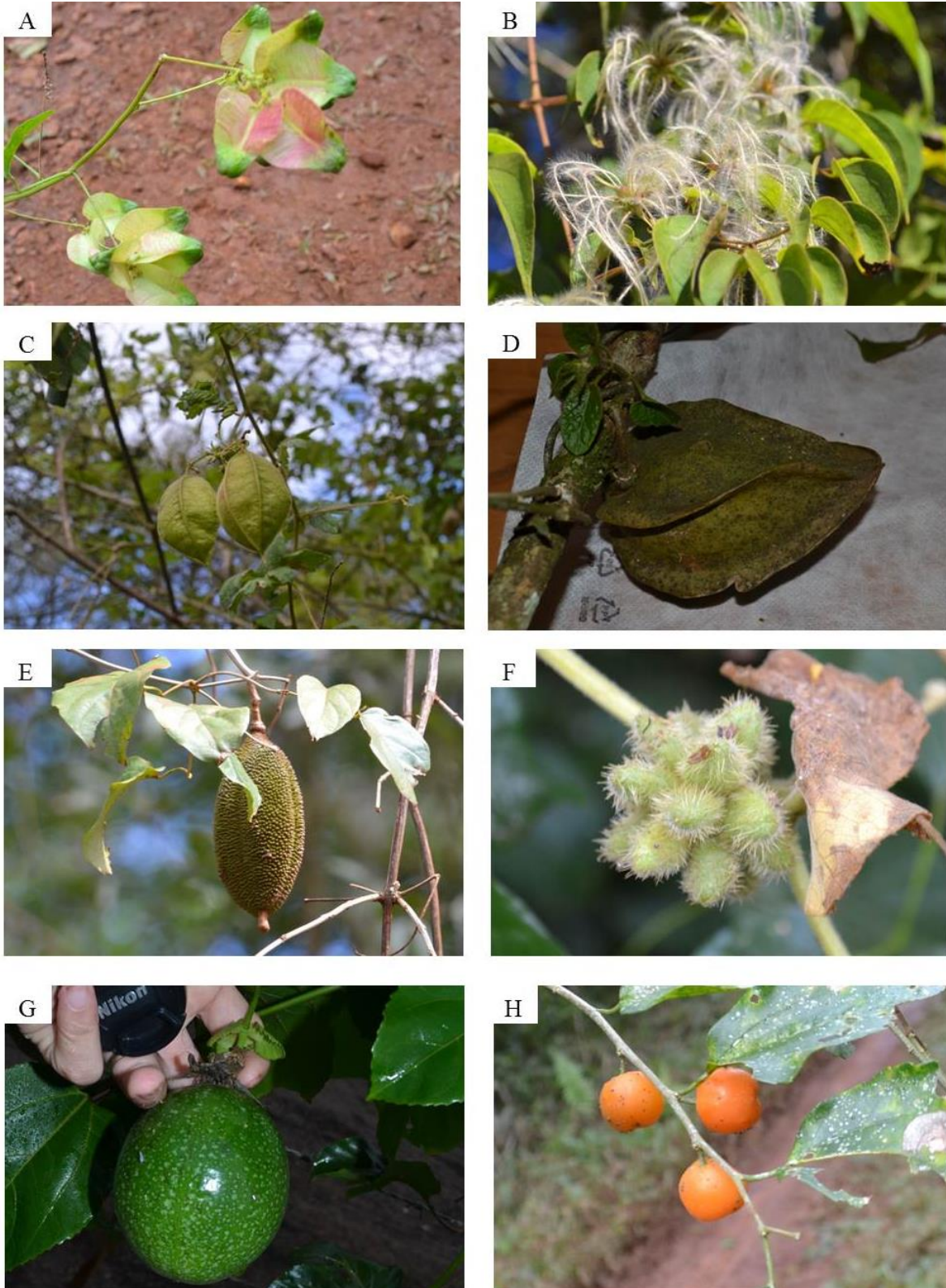
ANEXO II: Tipos de hojas y variantes. **A:** *Chusquea ramosissima* – hoja envainadora con pecíolo. **B:** *Peltaste peltatus* – hoja peltada. **C:** *Dioscorea demourae* – hoja cordadas de haz variegado. **D:** *Passiflora edulis* – hoja tripartida. **E:** *Ipomoea cairica* – hoja palmatisecta. **F:** *Dalbergia frutescens* – hoja imparipinada. **G:** *Clematis dioica* – hoja 3-yugada. **H:** *Acacia nitidifolia* – hoja bipinnada.



ANEXO III: Estrategia de ascenso. **A:** *Melica sormentosa* – lamina adherente y enroscante. **B:** *Mikania micrantha* – voluble. **C:** *Cissus verticillata* – zarcillo caulinar opositifolio. **D:** *Cayaponia bonariensis* - zarcillo caulinar no opositifolio. **E:** *Smilax campestris* – zarcillos entre el pecíolo y la vaina. **F:** *Amphilophium crucigerum* - zarcillo foliar compuesto. **G:** *Dolichandra unguis-cati* – zarcillo foliar trigarfiado y raíces adherentes. **H:** *Mutisia campanulata* – hoja pinnada que remata en un zarcillo trifido.



ANEXO IV: Flores e inflorescencias: **A:** *Aristolochia triangularis* – perigonio petaloide ventricoso. **B:** *Manettia luto-rubra* – corola tubulosa. **C:** *Vigna caracalla* – Estandarte torcido en espiral. **D:** *Stigmaphyllon jatrophiifolium* – Pétalos unguiculados, sépalos biglandulosos **E:** *Pyrostegia venusta* – Panícula con flores de corola anaranjada. **F:** *Cardiospermum grandiflorum* – inflorescencia con zarcillo en la base. **G:** *Mutisia speciosa* – capitulo. **H:** *Mikania micrantha* – capítulos en inflorescencia corimbiforme.



ANEXO V: Frutos. A: *Serjania meridionales* – 3 mericarpios samaroides. B: *Clematis dioica* – aquenio con estilos largos y plumosos. C: *Cardiospermum grandiflorum* – frutos cartáceo elipsoide áptero. D: *Gonolobus rastratus* – folículo con aletas. E: *Amphilophium crucigerum* – capsula con púas subuncinadas. F: *Sicyos polyacanthus* – frutos equinados. G: *Passiflora edulis* – baya. H: *Celtis iguanea* – drupa.

RESPUESTA ANTE LA EXPOSICION A LA INTEMPERIE DE LA MADERA DE TRES ESPECIES EN MISIONES, ARGENTINA

OUTDOORS EXPOSURE RESPONSE OF THREE WOOD SPECIES FROM MISIONES, ARGENTINA

Fecha de recepción: 22/12/2015 // Fecha de aceptación: 24/08/2016

Elisa Bobadilla
Elizabeth Weber
Ricardo Callaba
Teresa Suirezs
Ricardo Barth
Yamila Pereyra
Obdulio Pereyra

Docentes. Investigadores. Facultad de Ciencias Forestales (U.Na.M.). Bertoní 124 (3380). Eldorado, Misiones, Argentina.
elisa@facfor.unam.edu.ar;
eweber@facfor.unam.edu.ar

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar la durabilidad natural de la madera de tres especies implantadas en la provincia de Misiones: *Pinus taeda* L. Marion, *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* (híbrido) y *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, expuestas a campo abierto en un cementerio de estacas. Se utilizaron muestras de madera aserrada de las industrias locales, para la preparación de las probetas, se siguieron las especificaciones de la Norma EN 252. El control del estado sanitario de las mismas se realizó con inspecciones cada 6 meses durante 2 años. Concluyendo las cuatro inspecciones que: el *Pinus taeda* L. Marion en contacto con el suelo a la intemperie tiene un grado promedio de ataque severo, con una pérdida del 73 % de las probetas. *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* tiene un grado promedio de ataque severo, con una pérdida del 77 % de las probetas. *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden en las mismas condiciones tiene un grado promedio de ataque severo, con una pérdida del 73 % de las probetas. Analizadas las probetas atacadas se determinó que los organismos presentes en las tres especies fueron termitas, hongos del género *Trichoderma* y la manifestación de podredumbre blanda.

Palabras clave:

Durabilidad natural, cementerio de estacas, hongos, termitas

SUMMARY

The aim of this study was to determine the natural durability of wood of three implanted species in the province of Misiones: *Pinus taeda* L. Marion, *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* (hybrid) and *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, exposed to the open field in a stakes cemetery. Wood samples from local industries were used for the preparation of the samples; specifications of the Norm EN 252 were followed. The control of the health status of them was done with inspections every 6 months for 2 years. After four inspections, it was concluded that: *Pinus taeda* L. Marion in contact with the ground in the open field presented an average degree of severe attack, with a loss of 73 % of the specimens. *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* presented an average degree of severe attack, with a loss of 77 % of the samples. *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden under the same conditions had an average degree of severe attack, with a loss of 73 % of the samples. When attacked samples were analyzed, it was determined that the organisms present in all three species were termites, fungi of the genus *Trichoderma* and the manifestation of soft rot.

Key Words: Natural durability; stake cemetery, fungi, termites.

INTRODUCCIÓN

El uso de las maderas a la intemperie en diversas construcciones es muy común en la región Noreste del país, se tiene conocimiento que a pesar del paso del tiempo, muchas de las maderas utilizadas con ese fin, conservan sus propiedades físicas y estéticas, evidenciando una resistencia natural al ataque de hongos xilófagos y otros agentes biológicos.

A la fecha no existen estudios a campo publicados para las especies en estudio, en esta zona del país, por lo cual es difícil saber su durabilidad natural en condiciones de uso. Los estudios realizados en la Facultad de Ciencias Forestales de la UNaM son a nivel de laboratorio para las especies mencionadas. Los resultados para el *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* frente a la acción de hongos xilófagos *Laetiporus sulfureus* y *Pycnoporus* resulto de grado percederas y no resistente respectivamente. En el caso *Pinus taeda* para los dos hongos resulto de grado percederas (BOBADILLA *et al*, 2012).

En la madera del Eucalipto, frente a la acción de las especies de hongos *Gloeophyllum* sp. y *Pleurotus sajor-caju* utilizados en este estudio se lo clasifico como no resistente (SUIREZS *et al*, 2010).

En la provincia de Misiones según el Inventario Forestal Provincial 2009-2010 la superficie de *Eucalyptus* spp es de 25.157 ha y de 302.382 ha de *Pinus* spp (SIFIP 2010). Ante la demanda creciente de madera de bosque nativo por parte de las industrias, es necesario incursionar en otras especies para su utilización como madera durable sin la necesidad de usar productos preservantes. Es por ello que se considera de importancia el estudio de la durabilidad natural de las especies *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, *Pinus taeda* L. Marion y *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* (híbrido), que actualmente están siendo utilizadas en las construcciones locales. CUFFRÉ *et al*. (2010), realizaron un estudio de la durabilidad natural de la madera de *Eucalyptus grandis* en Argentina que involucra estudios de campo en 6 sitios del país con diferentes condiciones climáticas: dos se ubicaron en la provincia de Santa Fe y los restantes en las de Entre Ríos, Buenos Aires, Córdoba y Mendoza. Utilizaron la norma EN 350-1 la cual hace referencia a una especie testigo y al año de su instalación el deterioro producido por el ataque de hongos xilófagos permite inferir que la durabilidad natural de la especie se ubicará entre las clases de durabilidad 3 (medianamente durable) y 4 (poco durable). El resultado del deterioro biológico da valores de grado de ataque entre 0,1 a 2,7.

Se plantea como objetivo determinar la durabilidad natural de la madera de las especies *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, *Pinus taeda* L.

Marion y *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* (híbrido) expuestas a campo abierto, ante la acción de agentes biológicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron muestras de madera aserrada de las industrias locales de las especies *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, *Pinus taeda* L. Marion y *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* (híbrido).

Para la preparación de las probetas se siguieron las especificaciones de la Norma EN 252, que es la recomendada por la EN251 para efectuar el ensayo de campo. Se utilizaron 30 probetas por especie, de 2,5 cm x 5 cm x 50 cm (figura1). Luego se identificaron cada una de las probetas con un número para la especie y otro para la probeta. (foto1).



Figura 1: esquema de probetas
Picture 1: Sample diagram



Foto 1: chapa de identificación
Photo 1: identification tag

El terreno utilizado se encuentra en la ciudad de Eldorado, km 8, Misiones, Argentina, las dimensiones utilizadas fue de 8 x10m. Se limpio el terreno, se delimito la parcela y las divisorias (foto2).

El suelo ha sido analizado por el Laboratorio de suelos de la Cátedra de Edafología, de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina. Dando los siguientes resultados: ph en agua: relación Suelo Agua= 1:2,5 Materia orgánica: Método Walkey-Black (MO); Fósforo: Método Bray II (P); Calcio, Magnesio, Potasio: Método Cloruro de Sodio (Ca, Mg, K).(tabla 1).

Para la instalación de las probetas en el terreno se delimito una cuadrícula, se hicieron los pozos para la instalación de las probetas en el terreno (foto 3).

Las probetas se instalaron en forma vertical, formando cuadrículas con un distanciamiento de 0,50 cm x 0,50 cm, utilizando un diseño en bloques completamente aleatorizados con 15 repeticiones y colocadas a una profundidad de 25cm, presionando el suelo en la región de contacto.

Para el control del estado sanitario de las probetas se realizaron inspecciones cada 6 meses, tomando todos los detalles correspondientes en una planilla confeccionada al efecto. El examen comienza con un ligero golpe sobre una de las caras de 5cm con la probeta aun enterrada en el suelo, para ver si su resistencia se ha reducido tanto que se rompa. Si no se rompe se retira y se le quita la tierra adherida para examinar todas las caras y detectar si hay o no presencia de síntomas de cambio en la madera, por

ejemplo color, forma, presencia de formaciones fúngicas y otras. Luego se reinstala con cuidado en su lugar de origen. En este caso no se usó una especie de referencia como establece la Norma EN 252. El ensayo fue instalado en diciembre de 2011, y se realizaron cuatro inspecciones.

Para las inspecciones se utilizó la clasificación de ataque por microorganismos de la norma EN252, la cual clasifica en cinco grados de ataque:

| Clasificación | Grado |
|-----------------|-------|
| Sin ataque | 0 |
| Ataque ligero | 1 |
| Ataque moderado | 2 |
| Ataque severo | 3 |
| Ruptura | 4 |



Foto 2: Etapas de preparación del terreno

Photo 2: Land preparation stages

Tabla 1: Análisis del suelo del ensayo

Table 1: Test soil analysis

| | | pH | MO | P | CA | MG | K |
|-------------|----------|-----|-----|------|------|-------------------|------|
| Laboratorio | Campo | | % | ppm | | meq/100g de suelo | |
| 1114 | forestal | 4,5 | 3,9 | 0,93 | 1,71 | 0,42 | 0,11 |



Foto 3: Instalación de las probetas del terreno

Photo 3: Settlement of the samples in the land

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las primeras extracciones de probetas infectadas fueron enviadas a la estación experimental INTA Montecarlo, Misiones, con el propósito de identificar los agentes atacantes. Macroscópicamente en las maderas de las tres especies no se observó deterioro de la madera en la zona sin pudrición aparente, pero si en las zonas que se encontraban bajo tierra. Se observó pudrición en distintas escalas y micelio de hongo.

Las observaciones microscópicas en lupa con 20X mostraron la presencia de restos de ácaros y cuerpos fructíferos de hongos de coloración negra brillante (picnidios) foto 4; siendo la proporción de estos en relación directa con el grado de pudrición antes indicado.

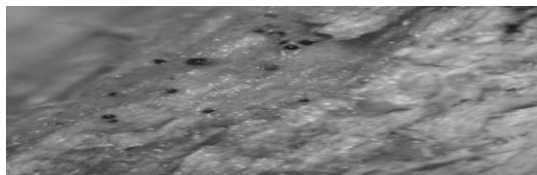


Foto 4: Vista del picnidio a microscopio. Se pueden observar las esporas del hongo.

Photo 4: View of Pycnidium under microscope. You can observe the fungus spores

La evaluación de los picnidios afectados no permitió determinar el género del hongo presente en estas maderas. Las esporas observadas en microscopio para los distintos montajes efectuados desde las probetas de la zona de pudrición fueron idénticos por lo tanto se consideró de que los tres tipos de madera y/o tratamientos fueron afectados por el mismo hongo.

El material de otra inspección se envió al FACENA -UNNE, Instituto de Botánica del Nordeste, Corrientes, el cual presentaba pudrición y un estado avanzado de deterioro, presumiblemente por termites. En coincidencia con la evaluación del INTA, se identificó que se trataba de un solo tipo de hongo imperfecto, como lo es el género *Trichoderma*.

Como resultado de las cuatro inspecciones realizadas, el estado sanitario observado para las distintas especies se presenta en las siguientes tablas (tabla 2, 3 y 4).

Pinus taeda L. Marion mostró un estado bueno, en la primer inspección, encontrándose micelio de hongo en alguna de las probetas en menor o mayor grado según se consigna en la tabla 2. En la segunda inspección solo en una probeta de esta especie se

observó el ataque de termites, siendo el ataque de hongos el motivo de ruptura de 5 probetas, luego se perdieron 6 probetas más y finalmente 11.

En la tabla 2 se puede observar que para la 1° inspección la madera en promedio tiene grado de ataque ligero y para las dos siguientes inspecciones, pasa a un grado de ataque severo en promedio y finalmente se observa un elevado porcentaje elevado de deterioro.

Al comparar estos valores con los obtenidos en laboratorio (Bobadilla *et al*, 2012), en el cual para los hongos estudiados dieron precedencia según la clasificación de Findlay, en *Pinus taeda* y se corresponde al obtenido en este trabajo, cercano al grado de ataque severo según norma EN252.

Pinus elliottii x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* (híbrido), ya en la primera inspección se tuvieron que retirar varias probetas (10) del terreno debido al deterioro producido por hongos e insectos, en la segunda 7, en la tercera inspección 6 ejemplares y en la última no hubo cambios con respecto a la última. En esta especie la presencia de termites fue encontrada solo en el primer año de observación, en 3 y 5 probetas respectivamente. Las observaciones se resumen en la tabla 3.

En la tabla 3 se puede observar que para los 6 primeros meses la madera en promedio tiene grado de ataque moderado y al año pasa a un grado de ataque severo y aumentando la pérdida de probetas al 60 %. En la tercera inspección se observa un ataque promedio moderado de las probetas remanentes en el ensayo. En esta inspección se perdieron 6 probetas manteniéndose al finalizar el segundo año en el mismo número de sobrevivencia. Comparando los resultados obtenidos por (SUIREZS *et al*, 2010), se corrobora que la madera de esta especie es perecedera.

Para *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, el mayor porcentaje de pérdidas se presentó al año y medio, con mayor presencia de termites que en las otras especies.

No hubo cambios en los últimos seis meses en cuanto a sobrevivencia pero si en el ataque severo de los hongos, manifestándose en las maderas podredumbre blanda (tabla 4)

Tabla2: Resultados de las 4 inspecciones de madera de *Pinus taeda* según la clasificación EN252 al ataque de microorganismos.

Table 2: Results of four inspections of *Pinus taeda* wood according to the EN252 classification for microorganisms attack.

| <i>Pinus taeda</i> | 1° inspección | 2° inspección | 3° Inspección | 4° Inspección |
|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------|
| Grado promedio | 1 | 3 | 3 | 4 |
| | Ataque ligero | Ataque severo | Ataque severo | Ruptura |
| Sin ataque | 37 % | 0 % | 0 % | 0 % |
| Ataque ligero | 13 % | 17 % | 0 % | 0 % |
| Ataque moderado | 17 % | 30 % | 16 % | 10 % |
| Ataque severo | 33 % | 37 % | 60 % | 30 % |
| Ruptura | 0 % | 17 % | 24 % | 60 % |

Tabla 3: Resultados de las 4 inspecciones de madera de *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* según la clasificación EN252 al ataque de microorganismos.

Table 3: Results of four inspections of *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* wood according to the EN 252 classification for microorganisms attack.

| <i>Pinus hibrido</i> | 1° inspección | 2° inspección | 3° inspección | 4° inspección |
|-----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|---------------------------------|
| Grado promedio | 2 | 3 | 2 | 2 - 3 |
| | Ataque moderado | Ataque severo | Ataque moderado | Ataque moderado y severo |
| Sin ataque | 7 % | 5 % | 7 % | 12,5 % |
| Ataque ligero | 50 % | 29 % | 29 % | 37,5 % |
| Ataque moderado | 0 % | 14 % | 21 % | 37,5 % |
| Ataque severo | 10 % | 14 % | 0 % | 12,5 % |
| Ruptura | 33 % | 38 % | 43 % | 0,0% |

Tabla 4: Resultados de las 4 inspecciones de madera de *Eucalyptus grandis* según la clasificación EN252 al ataque de microorganismos.

Table 4: Results of four inspections of *Eucalyptus grandis* wood according to the EN 252 classification for microorganisms attack

| <i>Eucalyptus</i> | 1° inspección | 2° inspección | 3° inspección | 4° inspección |
|-----------------------|----------------------|------------------------|----------------------|----------------------|
| Grado promedio | 1 | 2 | 3 | 3 |
| | Ataque ligero | Ataque moderado | Ataque severo | Ataque severo |
| Sin ataque | 43 % | 7 % | 0 % | 0 % |
| Ataque ligero | 30 % | 32 % | 4 % | 13 % |
| Ataque moderado | 13 % | 4 % | 0 % | 0 % |
| Ataque severo | 7 % | 43 % | 29 % | 88 % |
| Ruptura | 7 % | 14 % | 67 % | 0 % |

En la tabla 4 se puede observar que para los 6 primeros meses la madera en promedio tiene grado de ataque ligero y para el año tiene un grado de ataque moderado. De las probetas remanentes el grado de ataque avanza a severo.

CUFFRÉ *et al.* (2010) en la clasificación de ataque de agentes microbiológicos utiliza la norma EN252 y obtiene valores de 0,1 a 2,7, coincidente con los valores obtenidos.

Al igual que si extrapolamos a los datos de laboratorio (SUIREZS *et al.*, 2010), en lo cual para los hongos estudiados dieron según la clasificación de Findlay, la madera resultó ser no resistente.

Estadísticamente se realizó un análisis de tabla de contingencia de n para variables que no se distribuyen normalmente para test de independencia y se plantearon las hipótesis siguientes:

Ho: La intensidad de ataque por microorganismos del suelo es independiente de la especie.

H1: La intensidad de ataque por microorganismos del suelo depende de la especie

Para el análisis de cada una de las especies da como resultado que se rechaza la Ho, con un nivel de $p = 0,00019$ y se concluye que el grado de ataque del hongo depende de la especie sobre la cual se desarrolla.

En las fotos 5, 6, 7 y 8 se muestran el estado de algunas de las probetas extraídas.



Foto 5: Micelio del hongo
Photo 5: Mycelium of the fungi.



Foto 6: Cuerpo fructífero del hongo
Photo 6: Fructiferous body of the fungi

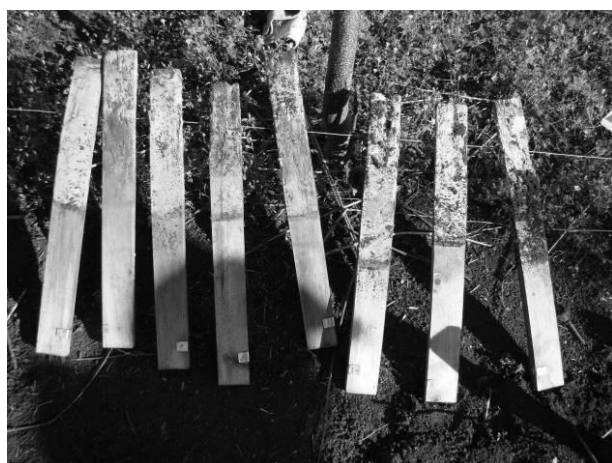


Foto 7: Probetas retiradas
Photo 7: Isolated samples



Foto 8: Ataque de termitas
Photo 8: Termite attack

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se puede concluir de la evaluación de los dos años de inspecciones de las tres especies estudiadas que:

Pinus taeda L. Marion en contacto con el suelo a la intemperie tiene un grado de ataque severo en promedio después de un año y medio, con una pérdida del 37 % de las probetas.

Pinus elliottii x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* (híbrido) en contacto con el suelo a la intemperie tiene un grado promedio de ataque severo después de un año, y seis meses después el ataque fue moderado sobre las probetas remanentes, con una pérdida total del 77 % de las probetas.

Eucalyptus grandis Hill ex Maiden en contacto con el suelo a la intemperie tiene un grado promedio de ataque severo después de un año y medio, con una pérdida del 73 % de las probetas.

Se determinó que los organismos presentes en las tres especies fueron termitas, hongos del género *Trichoderma* y en las probetas se observó la presencia de podredumbre blanda.

El ataque de los microorganismos es dependiente de la especie, en cada especie los microorganismos actúan de manera diferente.

SISTEMA DE INFORMACIÓN FORESTO-INDUSTRIAL PROVINCIAL – SIFIP/Ministerio del Agro y la Producción/ Inventario Forestal (<http://extension.facfor.unam.edu.ar/sifip/inventario.htm>); 2010/ Diciembre de 2010

SUIREZS T. M; Bobadilla E A; Weber E.M; Arguelles T.; Stehr A.M; Almada C.; Morel M. Durabilidad natural de la madera de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden (Eucalipto) frente a la acción de dos especies de hongos xilofagos. 2do Congreso Iberoamericano de Protección de la Madera., Mar del Plata.(sin publicar). Diciembre.de 2010

BIBLIOGRAFÍA

BOBADILLA E. A.; Suirezs T. M. Stehr A. M.; Pereyra O.; Arguelles T.; Weber E. M.; Martínez S.; Vera L.; Almada C.; Morel M. Grado de durabilidad natural y adquirida de la madera de *Pinus taeda* (pino taeda) y *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* (pino híbrido) ANTE la acción de hongos xilofagos. 15as Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales – FCF, UNaM – EEA Montecarlo, INTA. Eldorado, 6 al 10 de junio de 2012. ACTAS CD ISSN 16685385. Eldorado, 6 al 10 de junio de 2012.

CUFFRÉ A.G.; Calvo, F.C.; Genovese, F.V.; Dorado, M.L.; Piter, J.C.. Caracterización de la durabilidad natural de la madera de *Eucalyptus grandis* de Argentina para su utilización en construcciones. Cinpar 2010. VI Congreso Internacional sobre Patología y recuperación de estructuras. Córdoba. Argentina. Junio 2012

EN 252.UNE 56-425-91 Norma española de la Norma europea EN252 "Ensayo a campo para determinar la eficacia relativa de un protector de madera en contacto con el suelo". Junio 1989.

FICHA TÉCNICA

ARBOLES DE MISIONES

Cupania vernalis Cambess.

Syn: *Cupania uraguensis* Hook. & Arn., *Cupania clethroides* Mart.

Nombre vulgar: “Camboatá colorado”, “aguay colorado” (Argentina); “jaguarata'y”, yva ta'i” (Paraguay); “camboatã”, “camboatã vermelho” (Brasil)

Luis Alberto Grance

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

Angélica María Aguilera

Ing. Forestal, Ayudante de
Primera, FCF, UNaM.
angelica.aguilera@facfor.unam.edu.ar

Pablo Andres Poszkus

Ingeniería Forestal, Profesor
Adjunto FCF, UNaM.
pabloposzkus@hotmail.com

Guillermo Küppers

Ingeniería Forestal, Ayudante de
Primera, FCF, UNaM.
guillo_lq@hotmail.com

Alicia Violeta Bohren

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

GENERALIDADES

Árbol originario de Bolivia, Paraguay, Brasil, Uruguay y el centro y norte de Argentina; en las siguientes regiones fitogeográficas: Provincia Paranaense (Misiones y norte de Corrientes), Provincia de las Yungas (Jujuy, Salta y Tucumán), Parque Chaqueño (Chaco, Formosa y norte de Córdoba), también vegeta en la Selva Marginal del Río Paraná y Uruguay y sus principales afluentes (Corrientes y Entre Ríos), (ZULOAGA *et al.*, 2009).

Árbol de segunda magnitud, polígamo dioico, de follaje persistente, integrante frecuente aunque no abundante del estrato medio en la Selva Paranaense, prefiere las zonas húmedas y pedregosas, se la observa presente en los claros como heliófita, pionera y también dentro del bosque; en los periodos de brotación se observa el follaje de coloración rojiza.

El “camboatá colorado” florece durante los meses de junio a agosto y los frutos maduran de septiembre a noviembre (EIBL *et al.*, 1997). Número de semillas por kilo y por fruto 2.580 y 1-3 unidades respectivamente, (LORENZI, 1998).

DESCRIPCIÓN DE LOS ESTADIOS DE VIDA

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

Germinación hipogea.

Sistema radicular con un eje único en sus inicios, que evoluciona hasta un sistema de ramificaciones secundarias hacia la formación de las primeras hojas.

Epicótilo recto; de sección circular; de 8.2 (7-10) mm de altura; piloso y de coloración verdosa. Presenta un par de brácteas alternas prontamente caducas, yemas axilares pequeñas.

Cotiledones hipogeos, se observan protegidos por los restos seminales y adheridos al talluelo.

Primer par de hojas: simples (hojas juveniles), opuestas, subopuestas o alternas; pecioladas: pecíolo de 5 mm de long., pubescente. Lámina elíptica-lanceolada u oval discolor; verde oscuro en el haz y más claro en el envés; consistencia coriácea; superficie rugosa y pubescente; ápice agudo; base atenuada a aguda; borde aserrado en las dos terceras partes apicales y ciliado; venación en retículo, (Figura 1).

Estadio juvenil

Ramificación media, inicialmente del tipo monopódico.

Tallo cilíndrico sólo en la fase inicial del estadio, inmediatamente se manifiesta lobulado o acanalado, con varios canales o hendiduras longitudinales, generalmente en número de cinco, sobre el fondo de las cuales se agrupan en hileras, la mayoría de las lenticelas. Corteza en diseño áspero por presencia de lenticelas, coloración ferruginosa en las porciones suberificadas y pardo-verdosa-brillante en las zonas más apicales. Las lenticelas son elípticas, oblongas o circulares, de color castaño-claro, distribuidas en series verticales a lo largo de las hendiduras o canales, de disposición vertical y densidad baja a media.

Rámulos rectos a ligeramente arqueados hacia el ápice del fuste, en toda su extensión presentan pubescencia ferruginosa, estriado longitudinalmente; entrenudos de 4 a 20 mm de longitud, nudos demarcados por la disposición de las cicatrices foliares en ménsula. **Cicatrices foliares** característicamente trilobadas, en disposición mensular, de superficie plana y coloración castaño-verdosa a pardo-verdosa, rastros libero-leñosos bien demarcados en número de tres, uno por cada lóbulo de la cicatriz. Yema apical terminal y axilares solitarias, ambas cubiertas por pérula pubescente.

Hojas compuestas, pinadas; de 33 (32-35) cm de longitud total y 19 (17-23) cm de latitud, de filotaxis alterna 2/5; pecioladas, pecíolo de 3 (2,6-3,5) cm de longitud, con la base ligeramente engrosada y ferruginoso. **Folíolos** en número de 28 a 32, de disposición subopuesta, peciolulados, peciólulo de 1,7 cm (1 a 3) de longitud y sección elíptica ferruginosos, insertos sobre un raquis primario de sección circular, canaliculado y ferruginoso, que finaliza en un apéndice raqueal a continuación de la inserción del último foliolo. **Lámina** foliolar de forma elíptico-lanceolada, de 11 (8,2 a 15,3) cm de longitud por 3,2 (2,3-4,2) cm de ancho; glabro en el epífilo y el envés piloso únicamente sobre el nervio principal y secundarios, en las axilas entre la nervadura central y secundarias se observan escrobículas; borde aserrado, ápice y base agudos, ocasionalmente la base asimétrica; discoloros; coriáceas; retinervadas.

Estadio adulto

Árbol de **porte** medio de 12-20 m de altura y de 30-60 cm de d.a.p., el **fuste** corto alcanza hasta 7 m de long. **Hábito** de copa baja, con abundante ramificación, densifoliada, de follaje persistente (Figura 2). **Copa** orbicular, oblonga a irregular, simple o compacta, follaje de color verde oscuro brillante, rámulo angulosos con abundante pubescencia ferruginosa. El **fuste** es recto o tortuoso, generalmente de sección circular pero ocasionalmente algo

canaliculado, suele presentar protuberancias, la base es reforzada.

Ritidoma persistente, con ritidoma de diseño fisurado fino con protuberancias, coloración pardo-grisáceo (Figura 3), lenticelas elípticas, algunas coalescentes transversalmente. Espesor total de la corteza de 6 a 9 mm, la corteza interna de 5 a 7 mm y la externa de 1 a 2 mm constituida por varias peridermis. **Estructura** cortical compleja, flamiforme-aglomerada (Figura 4); la estructura mas interna, la flamiforme, presenta diferentes grados de desarrollo en algunos sectores alcanza a la corteza externa; la más externa, la aglomerada, esta representada por paquetes rectangulares tangenciales de tejido duro (esclereidas) formados secundariamente; la **textura** es fibrosa, (GARTLAND *et al*, 2000).

Las **hojas** son compuestas; imparipinadas; alternas; de 10-40 cm de long.; pecioladas, pecíolo de 4-8 cm de long., con pubescencia ferruginosa. **Folíolos** en número 9-18; alternos o subopuestos dispuestos sobre un raquis con pubescencia ferruginosa y terminado en un apéndice raqueal; oblongos u obovados; de 5-15 cm de long. y de 2-5 cm de lat.; de ápice obtuso o retuso; base atenuada y borde aserrado; superficie rugosa; envés pubescente sobre las nervaduras y de consistencia coriácea; discoloros: haz verde oscuro brillante y envés más opaco, provistos de escrobículas (domacios); retinervados, (Figura 5).

Inflorescencias axilares y terminales de flores hermafroditas y unisexuales (árboles polígamo-dioicos).

Fruto cápsula rugosa ovoidea a esférica, de 1-1,5 cm de diámetro, con tres lóculos cada uno con una semilla, se abren por tres valvas. **Semilla** ovoidea, de 9-13 mm de long. y 5-8 mm de lat, glabra, morado-negruzca en la madurez, cubierta en sus 2/3 partes inferiores por un arilo cupuliforme, anaranjado y carnoso. FERRUCHI (1991 y 1998)

CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA

El leño presenta albura y duramen no diferenciados, ambas de coloración castaño-rojizo; textura media y heterogénea, brillo suave, grano recto, diseño veteado. Es dura y semipesada, peso específico 0,80 kg/dm³.

La madera se utiliza para leña y carbón, carpintería rústica; la especie proporciona alimento para la avifauna y es melífera.

Anillos de crecimiento demarcados por la presencia de parénquima marginal y engrosamiento de las fibras; porosidad difusa, poros pequeños poco visibles, poros múltiples radiales cortos de 2 a 4 y solitarios; parenquima paratraqueal vasicéntrico y

vasicéntrico y apotraqueal marginal, (BOHREN, 2005).

PROPIEDADES DE LA MADERA

Anhidra: 0,73
Estacionada: 0,80
Saturada: 1,02
Básica: 0,64
Contracciones totales (%):
Axial: 1,60
Radial (R): 6,54
Tangencial (T): 10,42
Relación (T/R): 1,59

Propiedades mecánicas: (Madera con 15% de humedad)

Flexión estática (kg/cm²)
Módulo de rotura: 798
Módulo de elasticidad: 180.619
Compresión axial (kg/cm²):
Módulo de rotura: 367
Módulo de elasticidad: 67.959
Dureza (kg/cm²)
Transversal: 747
Radial: 726
Tangencial: 721

Corte o cizallamiento paralelo a las fibras (kg/cm²)

Radial: 77
Tangencial: 105

Tracción perpendicular a las fibras (kg/cm²)

Radial: 62
Tangencial: 55

Clivaje o rajadura (kg/cm)

Radial: 84
Tangencial: 61

(Fuente BOHREN, 2005).

Propiedades físicas (15 % de humedad)

Densidades (kg/dm³):

FERRUCCI, S. 1998. Sapindaceae. En A. T. Hunziker (ed.), Flora Fanerogámica Argentina 52: 1-44.

GARTLAND, H. M.; Bohren, A. V.; Grance, L. A.; Miranda, D.; Keller H. 2000. Reconocimiento de especies leñosas de interés secundario de la selva paranaense (Misiones, Argentina), por corteza y otros caracteres dendrológicos. Informe Final, Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales, Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. 92 pp.

LÓPEZ, J. A.; Little, E. L.; Ritz, G. F.; Humboldt, J. S.; Hahn W. 1987. Árboles comunes del Paraguay. Ñande yvyrya mata kuera. Dibujos William R. Sterrett, y Melissa J. McDonald. Paraguay, Cuerpo de Paz. 425 pp.

LORENZI, H. 1998. Árvores Brasileiras. Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas do Brasil. Vol 1. 2da. ed. San Paulo, Editora Plantarum. 369 pp.

ZULOAGA, F. O.; Morrone, O.; Belgrano M. 2009. Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur. Argentina, sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay. Missouri Botanical Garden Press. Extraído el 21 de marzo de 2017. <http://www2.darwin.edu.ar/proyectos/floraargentina/Generos.asp?genus=Cupania>.



Figura 1: Renuevo de “camboatá colorado”, con hojas juveniles.

BIBLIOGRAFIA

BOHREN, A. 2005. Evaluación del potencial para la producción de chapas decorativas de 13 especies arbóreas de la selva misionera. Informe de Tesis para a la Maestría en Ciencias de la Madera, Celulosa y Papel. UNaM. 181 pp.

EIBL, B.; Silva, F.; Bobadilla, A.; Ottenweller G. 1997. Fenología de especies forestales nativas de la Selva Misionera. Segunda parte. Yvyrareta. 8: 78-87.

FERRUCCI, S. 1991. Sapindaceae. En R. Spichiger (ed.), Flora del Paraguay: 1-144.



Figura 2: “Camboatá colorado” Forma forestal, habito de *copa* baja, copa oblonga.



Figura 5: Vista del rámulo del “Camboatá colorado”



Figura 3: “Camboatá colorado” Corteza con diseño fisurado fino y protuberancias,



Figura 4: Sección transversal corteza de “Camboatá colorado”, Estructura compleja: flamiforme-aglomerada, hacia el exterior presenta un ritidoma delgado con numerosas peridermis.

FICHA TÉCNICA

MORFOLOGIA POLINICA DE PLANTAS LEÑOSAS DE MISIONES, ARGENTINA

Ateleia glazioveana Baill.

Dora Miranda
Yanet Aquino

Cátedra Morfología Vegetal.
Facultad de Ciencias Forestales,
Universidad Nacional de Misiones.
Bertoni N° 124 (CP 3380),
Eldorado, Misiones.
doramiranda@facfor.unam.edu.ar

Familia: Fabaceae - Papilionoideae

Nombre vernáculo: Timbó de campo.

Habito: Árbol

Status: Nativa

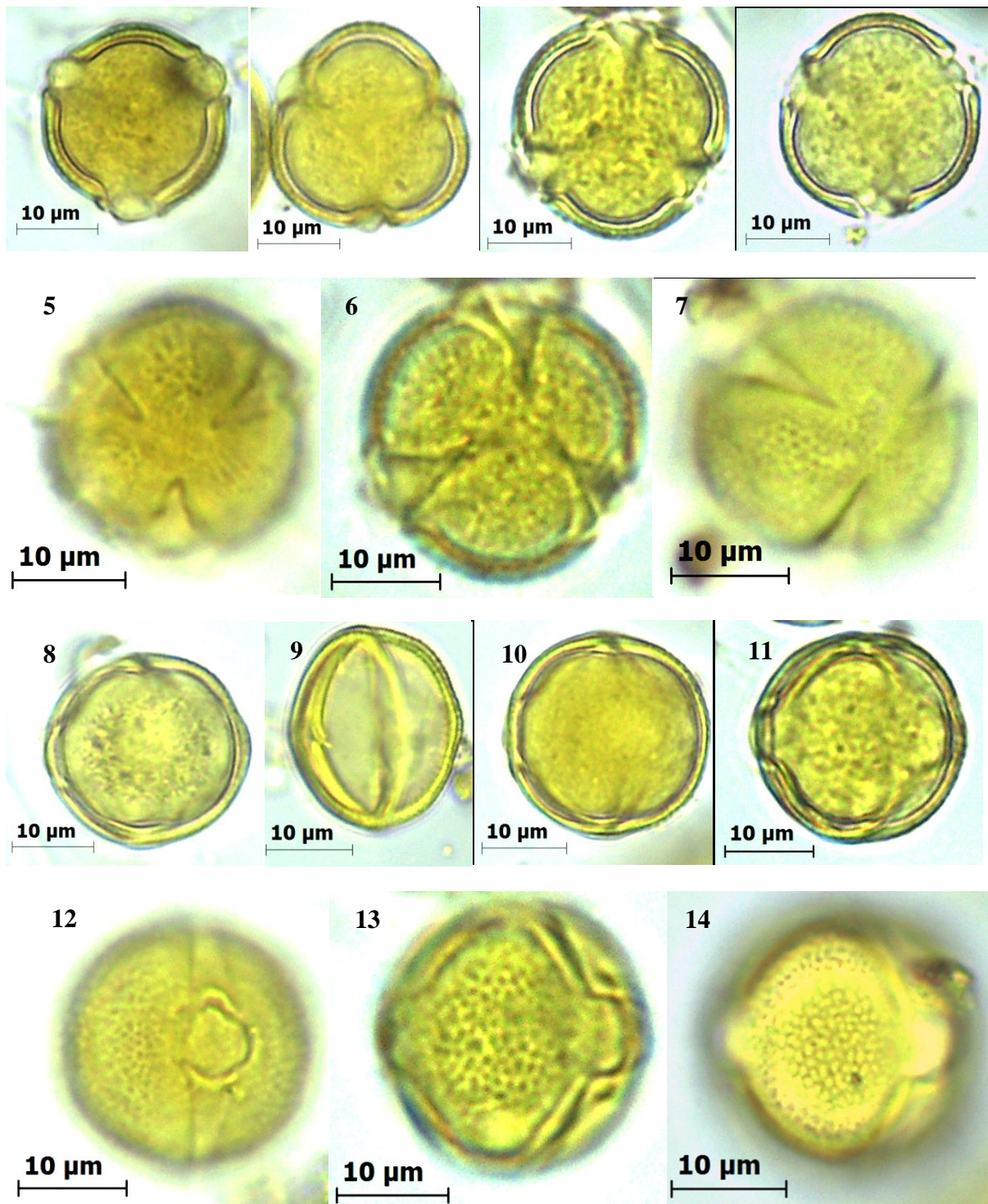
Periodo de floración: octubre a diciembre.

MATERIAL ESTUDIADO

Ateleia glazioveana: Argentina, Misiones: Guaraní, Reserva de Usos Múltiples de Guaraní (RUMG), Amarilla, W. 39 (MIS), PAL-MIS 39, Identificación taxonómica: Keller, H.

MORFOLOGÍA POLÍNICA

Los granos de polen presentan simetría radial, son isopolares, tricolporados, de forma oblato-esferoidal, razón P/E: 0,95 y ámbito circular. Endoaperturas circulares, ectoaperturas anchas claramente demarcadas. Eje polar de 24,68 (23,34) 22,45 µm, eje ecuatorial de 26,32 (24,63) 23,25 µm. Exina análisis L.O semi-tectada, homobrocada, reticulada en el mesocolpo a microreticulada en la zona apocolpal 2,01 µm de espesor.



Referencias: 1-7 **Vista polar:** 1-4 vista en corte óptico, detalle del espesor de la exina. 5-7 Foco superficial de la exina, véase de lúmenes menores a 1µm.

8-14 **Vista Ecuatorial:** 8-11 vista en corte óptico, exhibiendo la forma de los granos de polen. 12 vista frontal de una apertura. 13 y 14 foco superficial de la exina, nótese lúmenes mayores a 1µm.

FICHA TÉCNICA

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

Enterolobium contortisiliquum (Vellozo) Morong (Timbó colorado)

Beatriz Irene Eibl
Cecilia González

Laboratorio de Análisis de Calidad de Semillas, Banco Regional de Semillas, Vivero Experimental Especies de Nativas. Facultad de Ciencias Forestales UNaM.

Características de la especie

Hojas: compuestas, bipinadas, alternas, con la cara superior verde oscuro y el envés verde grisáceo.

Flores: son pequeñas de color blanco verdosa agrupadas en cabezuelas esféricas, abundantes y poco vistosas.

Fruto: es una legumbre indehiscente, coriácea y leñosa cuando madura, encorvado en círculo, recordando una “oreja”. Por fruto hay 18 semillas, en promedio (Figura 1).

Semillas: son de tegumento liso y muy duro, de color castaño oscuro (Figura 1).

Cotiledones: elíptica a elíptico - lanceolada, color verde claro.

Fenología del ciclo reproductivo Eibl *et al.* 2002.

Floración: octubre a noviembre.

Crecimiento y Maduración de los frutos: enero a abril.

Dispersión: abril a agosto.

Manejo de frutos y semillas

Cosecha: la cosecha se realiza del suelo durante la dispersión, desde abril a agosto.

Acondicionamiento de frutos: la extracción de las semillas es difícil y se realiza de forma manual con ayuda de un martillo y/o cuchillo. Otro método es colocando los frutos en agua por 24 horas y posterior extracción en forma manual.

Número de semillas/kg: 2800 a 5000 semillas/kg.

Almacén: pueden ser almacenadas secas, en frascos de vidrio y en frío por varios años.

Viverización

Tratamiento pregerminativo: escarificar en forma lateral con papel de lija para madera y colocarlas por 24 horas entre papeles húmedos, antes de la siembra. Otro tratamiento es colocar las semillas en agua caliente a 70 - 80 °C y dejar enfriar en la misma agua por 24 horas, con este último tratamiento las germinaciones serán menores.

Poder germinativo: es alto cuando se trata de semillas escarificadas y bajo con semillas no tratadas.

Siembra: sembrar 1 semilla previamente escarificada, directamente en los envases. La germinación ocurre 5 a 10 días de

la siembra, es homogénea y se completa a los 28 días.

Envases: bolsas de polietileno y/o en tubetes (figuras 2 y 3).

Sustratos: puede utilizarse una mezcla de mantillo de monte solo con lombricompost, así como también corteza de pino compostada con 1,5 a 3 kg/m³ de fertilizante de liberación lenta.

Daños o enfermedades en vivero: no se observaron plagas o enfermedades en vivero.

Tiempo de viverización: es de 6 a 9 meses, lográndose altura total 35 a 80 cm, dependiendo del contenedor.

Características silviculturales

Exigencia lumínica: es heliófita. (CARVALHO, 1994).

Hábito de crecimiento: irregular, sin dominancia apical y con ramificación intensa; requiere poda frecuente y periódica.

Establecimiento definitivo

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

Métodos de plantación: Se puede plantar a cielo abierto en plantaciones mixtas (asociada con especies de igual patrón de crecimiento para mejorar la forma o para tutorar especies de sombra) y en enriquecimiento (CARVALHO, 1994) (Figura 4).

Plagas: en plantaciones y en enriquecimiento se observaron daños causados por *Oncideres* sp. (Kiritó) y *Epicauta adspersa* (CARVALHO, 1994 y MONTAGNINI *et al.* 2006). También se registraron signos de enfermedad causada por hongos que pudren la madera y antracnosis (*Colletotrichum dematium* f. *truncata*) que se puede combatir con fungicida Benomil (CARVALHO, 1994).

Datos de crecimiento: el comportamiento de esta especie en plantaciones es muy irregular tanto en crecimiento como en sobrevivencia. Pero su crecimiento es rápido, con productividad volumétrica máxima de 18,9 m³/ha año, 4 años después de la plantación (CARVALHO, 1994). En enriquecimiento logra altura promedio de 6,5 m y dap promedio de 11 cm con sobrevivencia de 80 % a los 7 años (EIBL *et al.* 2003).

BIBLIOGRAFÍA

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

EIBL B.; Bohren A.; Mendez R., Sosa G; Di Stasi M.; 2002. Especies forestales nativas de la Selva Paranaense. Fichas de divulgación. Formato CD. Pecom Forestal S.A / F.C.F.- UNaM.

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

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



Figura 1: Frutos y semillas de Timbó colorado



Figura 2: Plantín de Timbó colorado en maceta, a los 2 meses de la siembra



Figura 3: Plantines de Timbó colorado en tubetes de 140 cm³, a los 3 meses de la siembra.

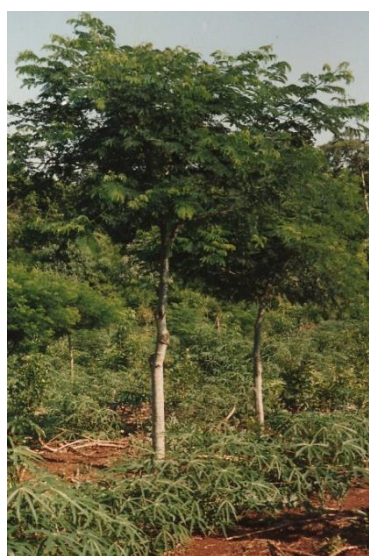


Figura 4: Timbó colorado en SAF, a los 5 años de la plantación.

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 “*et al.*” (Lopez *et al.* 1985).
- « Por ejemplo: En comparación con el presente trabajo, Veillon (1976) contó 278 individuos... ; o como así también en los planes de mejoramiento (Reppeti, 1990).
- « **Materiales y Métodos**: la descripción de los materiales debe ser en forma concisa y si las técnicas o procedimientos utilizados han sido publicados sólo deberá mencionarse su fuente bibliográfica, e incluir detalles que representen modificaciones sustanciales del procedimiento original.
- « **Resultados y Discusión**: Estos se presentarán en lo posible en cuadros y/o figuras, que serán respaldados por cálculos estadísticos, evitando la repetición, en forma que en cada caso resulte adecuada para la mejor interpretación de resultados. Se explicarán los resultados obtenidos y se confrontarán con los de otros trabajos así como con los conocimientos científicos existentes. Las denominaciones serán: tablas; figuras (mapa, organigrama), y gráfico (representaciones gráficas), deben ir incorporadas en el texto con numeración arábiga, en negrita, minúscula. Los títulos de las tablas deben ir en la parte superior, y de gráficos y figuras en la inferior. Si los Gráficos y figuras no son muy complejas que no superen un ancho de 7,5cm. Las tablas solo deben tener líneas simples horizontales en los encabezados de las mismas y al final. Los gráficos y fotos serán impresos en blanco y negro. Los títulos de tablas, figuras y gráficos con traducción al inglés.

- « **Conclusión:** Debe ser basada en los resultados obtenidos y ofrecer, si es posible, una solución al problema planteado en la introducción.
- « **Agradecimientos:** En esta parte se incluirán los agradecimientos a personas, instituciones, fondos y becas de investigación, etc.
- « **Bibliografía Citada:** Deberá estar **únicamente la bibliografía referenciada**, en orden alfabético. **Libros:** Autores (apellido e iniciales de los nombres), el primer apellido con mayúscula, año de publicación, Título, Editorial, Lugar de publicación, Número de volumen y de páginas. En caso de **Revistas:** Autores (apellido e iniciales de los nombres), el primer apellido con mayúscula, año de publicación, Título del artículo, nombre de la revista o publicación, Número de volumen y de Revista y páginas del artículo. El formato deberá ser con sangría francesa a 0,5 cm. Ejemplos: **Libro:** Kozlowski T.T. 1984. Flooding and Plant Growth. Academic Press. New York. 365pp. **Revista:** Moss D.N., E. Satorre. 1994. Photosynthesis and crop production. *Advances in Agronomy*. 23, pp 639 -656. **Publicación:** Rique, T.; Pardo, L.; 1954. Estudio de goma obtenida de espina de corona (*Gleditsia amorphoides*). Buenos Aires. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Administración Nacional de Bosques. Publicación técnica número 19, 30 pp.
- « **Abreviaturas y Nombres Científicos:** Las abreviaturas de nombres, procedimientos, etc. deben ser definidos la primera vez que aparezcan. Las abreviaturas de carácter físico se escribirán de acuerdo al Sistema Internacional de Unidades (SI). Cuando una especie es mencionada por primera vez en el texto principal, deberá colocarse el nombre vulgar (si lo tiene) y el nombre científico (en cursivo) con el autor. Subsecuentemente, se podrá usar el nombre vulgar o científico sin autor. En el Título deberá incluirse el nombre científico con su autor.

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