

Quebracho

Revista de Ciencias Forestales

Publicación anual, editada por la Facultad de Ciencias Forestales
de la Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina.

Av. Belgrano (S) 1912 – 4200 Santiago del Estero, Argentina. Tel. +54-385-450-9550 Fax. 54-385-439-5550,
E-mail: revistaquebracho@unse.edu.ar http://fct.unse.edu.ar/rev_quebracho.htm

Diciembre 2016

Volumen 24 (1,2)

Comité editor interno

Equipo Editor Principal

M. Sc. Norfol Ríos
Ing. Ind. Forestales Myriam Ethel Ludueña
Téc. Fabián Zubrinic

Editores Asociados titulares

Dra. Ana María Giménez
Dra. Juana Graciela Moglia
Dra. Sandra Josefina Bravo
Dr. Diego Meloni
Dr. Miguel Sarmiento

Editores Asociados suplentes

Dr. Carlos Turc

Comité editor externo

M.Sc. Manuel Chavesta Custodio / UNALM. Lima, Perú.
Dra. Maria Elena García Delgado / UE. Cáceres, España.
Dra. Maria Teresa Sobrero / UNSE. Santiago del Estero, Argentina.
Dra. Sonia C. Calvo / UNC. Córdoba, Argentina.
M.Sc. Walter I. Abedini / UNLP. La Plata, Argentina.
Dra. Graciela I. Bolzón / UFP. Curitiba, Brasil.
M.Sc. Juan Adolfo López / EEA INTA Bella Vista. Corrientes, Argentina.
M.Sc. Ada S. Albanesi / UNSE. Santiago del Estero, Argentina.
Dr. Sigfredo Ortuño Pérez / UPM. Madrid, España.
Dr. Santiago Barros Asenjo / INFOR. Santiago, Chile.
Dr. Carlos Sanqueta / UFP. Curitiba, Brasil.
Dr. Manuel Moya Ignacio / UE. Plasencia. España.

Asistentes editoriales

Revisión Inglés: *MTEFL Ing. I.A.A. Ramón Ledesma*

Edición

Facultad de Ciencias Forestales
Universidad Nacional de Santiago del Estero
República Argentina

El objetivo de Quebracho es difundir trabajos científicos, notas técnicas y comunicaciones referidos a temas de interés en las Ciencias Forestales y cuyo ámbito geográfico sea, en orden de prioridad: el Parque Chaqueño Seco, Argentina, América Latina y el Mundo.

Se invita a los investigadores forestales a publicar en Quebracho. Las contribuciones serán sometidas a un sistema de arbitraje que consiste en el examen de las mismas por dos referentes como mínimo, quienes juzgarán su aptitud para ser publicadas y harán sugerencias u observaciones en caso de revisión. Los jueces son investigadores de reconocida trayectoria en diferentes centros de la República Argentina, América y Europa.

Incorporada por **CONICET** y **CAICYT** (Centro Argentino de Información Científica y Tecnológica) al núcleo básico de Revista Científicas de Argentina mediante Resol. 1071/07 en el rubro Ciencias Agrarias, Ingeniería y Materiales.

Quebracho está indizada por **Forestry Abstracts** y **Forest Products Abstracts**.

Ha sido calificada por el **Centro Argentino de Información Científica y Tecnológica** como publicación periódica de primer nivel y como tal está incluida en el catálogo **LANTINDEX**.

Quebracho. Revista de Ciencias Forestales **ha sido aprobada para ingresar a la** Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal (Red ALyC), **ya que cumple con los criterios de calidad evaluados en** Red ALyC.

Financia



**FACULTAD DE
CIENCIAS FORESTALES**
Ing. Néstor René Ledesma

REFERENTES

Dra. Sandra Bravo
Dr. Ing. Ftal. Héctor Gonda
M.Sc. Claudia Alzugaray
Dr. Hugo R. Zerda
M. Sc. Juan Adolfo López
Dra. Pilar Díaz
Dra. Ana Lilian Echevarría
Dr. Antonio Royei Higa
Dra. Lilia del C. Mendizábal Hernández
Dr. Agostinho Lopes de Souza
Dra. Ana María Planchuelo
Dr. Darien Prado
Dr. Hugo Ruiz
Dr. Mario Tomasello Filho
Dra. Mónica Balzarini
Dra. Clara López Pacuali de Araya
Dra. Nélida Carnevale
M. Sc. Diego López Lauenstein
Dr. José Luis Melo
Dra. Miryan Ayala
Dr. Gustavo Danilek
Ph.D. Olga Patricia Pinzón
Dr. Eduardo Wrigth
Dra. Julieta Carilla
Dra. Paulina Mocchiutti
Dra. Luciana Elizalde
Dr. Alejandro Friedl
Dr. Mario Pastorina
Dr. Pablo Laclau
Dr. Alejandro Martínez Meier
Dr. Walter Sione Ceregeio
Dr. Omar Borsani
Dra. Miriam Izaguirre
Dr. Pedro Sansberro
Dr. Gustavo Zurita
Dr. José Corronca
Dr. Cláudio H. Soares del Menezzi
Dr. Fábio Akira Mori
Dr. José Lencina
Dr. Andrés Zurita
Dra. Paula Campanello
Dr. Roberto Benech Arnold
M.Sc. Estela Pan
M.Sc. Víctor Pérez
M.Sc. Ing. Verónica Parra
Dra. Silvia Aguilar Rodríguez
Dra. Renita Betero Corrêa Frigeri
M.Sc. Carlos A. Gómez
Dr. Alfredo Pais
Mag. Ing. Forestal Norma Vera
Ing. Marcia Acosta
M.Sc. Hugo Enrique Fassola
Dr. José Aliçandro Bezerra da Silva
Dra. Carolina Barroetaveña
Dr. Enrique Javier Derlindati
Dr. Mariano Codesido
Dr. Diego Mohr Bell
Ing. Nelly Roxana Abdala
Dra. Sandra Sharry
Dr. Ignacio Aspiazú
Dr. Walter Abedini
Dr. Alejandro Keller
Dra. Jacqueline Joseau
Dra. Patricia Hernández
Dra. Mariana Basualdo
Dra. Stella Bogino
M.Sc. Alicia Bohren
Dra. Cecilia Strabou
Dr. Ivan Venson
Ing. Carmen Sosa Pinilla
Ing. Ciro Mastrandrea
M.Sc. Ing. Agr. Mariano Agustín Hernández
M.Sc. Ada S. Albanessi

Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero
Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Esquel. Chubut
Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero
INTA. EEA - Bella Vista. Corrientes
Universidad Nacional de Córdoba
Fundación Miguel Lillo. Tucumán
Universidad Federal de Paraná. Brasil
Revista Forestal Veracruzana. Mexico
Universidad Federal de Viçosa. Brasil
Universidad Nacional de Córdoba
Universidad Nacional de Rosario
Universidad Federal de Viçosa. Brasil
Universidad de São Paulo. Brasil
Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba
Facultad de Agronomía y Agroindustrias. Universidad Nacional de Santiago del Estero
Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario
Instituto Fisiología y Recursos Genéticos Vegetales. INTA Córdoba
Universidad Tecnológica Nacional. Regional Buenos Aires
INTA - Formosa
Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Uruguay
Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá. Colombia
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata
Instituto de Ecología Regional. Universidad Nacional de Tucumán
Facultad de Ingeniería Química. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe
Universidad Nacional de Comahue. Neuquen
Universidad Nacional de Misiones
INTA. Bariloche. Río Negro
INTA. EEA - San Martín de los Andes. Neuquén
INTA. Bariloche. Río Negro
Universidad Autónoma de Entre Ríos
Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Uruguay
Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires
Instituto de Botánica del Nordeste. Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes
Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones
Universidad Nacional de Salta
Departamento de Engenharia Florestal. Universidade de Brasília. Brasil
Departamento de Ciências Florestais. Universidade Federal de Lavras. Brasil
Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico. Esquel
Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico. Esquel
Universidad Nacional de Misiones
Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.
Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero
Facultad de Recursos Naturales. Universidad Nacional de Formosa
Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero
Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México
Universidad Federal de Rondonia. Brasil
INTA. EEA - Ing. Guillermo N. Juárez. Formosa
Universidad Nacional de Salta. Salta.
Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones
Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero
INTA. EEA - Montecarlo. Misiones
Universidade Federal do Vale do São Francisco. Juazeiro. Brasil
Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico. Esquel
Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad de Buenos Aires
Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico. Esquel
Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata
Universidade Estadual de Montes Claros. Janaúba. Brasil
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata
Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones
Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Córdoba
Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba
Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba
Universidade Federal do Paraná. Curitiba. Brasil.
Facultad de Recursos Naturales. Universidad Nacional de Formosa
INTA. EE INTA - Concordia. Entre Ríos
INTA. EEA - Bella Vista. Corrientes
Facultad de Agronomía y Agroindustrias. Universidad Nacional de Santiago del Estero

Editorial

En su 68º período de sesiones, y mediante la Res. 68/231, la Asamblea General de las Naciones Unidas proclamó el año 2016 Año Internacional de las Legumbres. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) fue designada para que facilite la celebración del Año Internacional de las Legumbres en colaboración con los gobiernos y otras organizaciones.

El objetivo es sensibilizar al público en general sobre las ventajas de las legumbres (ventajas nutricionales y como parte de una producción de alimentos de una manera sostenible, encaminada a lograr la seguridad alimentaria y la nutrición).

Los objetivos específicos del AIL 2016 son: Concientizar sobre el importante papel de las legumbres en la producción sostenible de alimentos, en las dietas saludables y su contribución a la seguridad alimentaria y nutricional; Promover el valor y la utilización de las legumbres en el sistema alimentario, sus beneficios para la fertilidad del suelo y para combatir el cambio climático y la malnutrición; y alentar las conexiones a lo largo de la cadena alimentaria para una mayor producción de legumbres, fomentar la investigación y la mejor utilización de la rotación de cultivos, y hacer frente a los retos del comercio de legumbres.

Se denomina legumbre (del latín legumen) a la semilla contenida en frutos tipo vaina en las que se alojan los granos que tienen diferentes formas, tamaño y color, de las plantas de la familia de las Leguminosas (Fabaceae), y a pesar del gran número de especies que componen esta familia, las utilizadas para la alimentación humana y del ganado son relativamente pocas.

Su tamaño varía desde unos milímetros hasta varios centímetros. Su forma, aunque en la mayoría de los casos es alargada y comprimida, como la de las judías, frijoles o habichuelas, varía muchísimo.

El término “legumbres” se limita a los cultivos cosechados de manera exclusiva para grano seco, están además los cultivos cosechados verdes para alimento y se clasifican como hortalizas, también los cultivos utilizados principalmente para la extracción de aceite y los cultivos leguminosos, que se utilizan exclusivamente para fines de siembra.

Pueden ser de grano (judía, soja, haba, lenteja, garbanzo, guisante, algarroba, altramuza, cacahuete, etc.) o forrajeras (alfalfas, tréboles, vezas, etc.).

Los cultivos como las lentejas, los frijoles, los guisantes y los garbanzos son un elemento fundamental de la canasta de alimentos. Son una fuente esencial de proteínas y aminoácidos de origen vegetal para la población de todo el mundo, y se deben consumir como parte de una dieta saludable para combatir la obesidad y prevenir y ayudar a controlar enfermedades como la diabetes, las afecciones coronarias y el cáncer; también son una importante fuente de proteína de origen vegetal para los animales.

La parte de la planta consumida en alimentación animal y humana varía entre las distintas especies de leguminosas. En la mayor parte de los casos, la parte comestible coincide con la utilizada por la planta como almacén de sustancias de reserva. La gran variación existente en la parte consumida es una consecuencia de la diversidad de estrategias utilizadas por las leguminosas para su adaptación a los medios más diversos.

Las legumbres han sido cultivadas durante siglos por una gran variedad de culturas. Son alimentos nutricionalmente recomendables teniendo en cuenta su composición en proteínas, hidratos de carbono, lípidos, fibra, minerales y vitaminas y el bajo contenido en grasas y junto con los cereales y con algunas frutas y raíces tropicales, han sido la base principal de la alimentación humana durante milenios, siendo el uso de las leguminosas, en sus múltiples formas, compañero inseparable de la evolución del hombre.

Esto se debe al gran número de especies en la familia, a la enorme variabilidad de formas y estrategias adoptadas que ha permitido a sus especies adaptarse a las condiciones ecológicas más diversas que van desde los trópicos de África, Asia y América a zonas templadas e incluso frías, a la capacidad de muchas leguminosas de establecer una relación simbiótica con microorganismos capaces de fijar el nitrógeno atmosférico y transformarlo a un modo asimilable por las plantas, lo que permite la colonización natural de suelos que, de otro modo, permanecerían casi despoblados.

*Las leguminosas producen una fertilización natural al suelo, dado que fijan el nitrógeno atmosférico por su simbiosis con el género *Rhizobium*, lo que contribuye a aumentar la fertilidad del suelo y tienen efectos positivos en el medio ambiente*

A las leguminosas secas se les ha llamado "la carne del pobre", una expresión desafortunada en el sentido de que constituye un alimento de "segunda clase".

Actualmente, el consumo de leguminosas varía desde los 3 gramos/persona/día en Suecia, Alemania, etc. y los 71 gramos en la India. Este consumo es inverso al consumo de proteínas de origen animal.

Resumiendo, la desigualdad creciente en la distribución de la riqueza y el aumento de la población humana permiten prever que el consumo de carne no se sustituirá ni a corto ni a medio plazo por el suministro de proteínas vegetales en la dieta.

Una alternativa sería la de evitar la transformación de la proteína vegetal en animal utilizando directamente aquélla en la alimentación humana. Las leguminosas figuran entre los principales candidatos a ocupar dicho papel, dado su interesante contenido en proteínas.

M. Sc. Norfol Ríos

Comité Editor

Revista Quebracho

Santiago del Estero, diciembre de 2016

Las opiniones vertidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no necesariamente reflejan los criterios ni la política de la Facultad de Ciencias Forestales. La mención de determinados nombres o modelos comerciales no implica aprobación ni recomendación por parte de la Facultad.

Cambio de denominación: A partir del año 2009 la publicación electrónica de la Revista Quebracho (ISSN 1851-3026) consta de dos fascículos. Asimismo se reemplaza la denominación "Número" por "Volumen". Ej.: Volumen 17 (1) 2009, Volumen 17 (2) 2009. La numeración de páginas será consecutiva. En tanto la versión impresa (ISSN 0328-0543) contendrá ambos fascículos. Ej.: Volumen 17 (1,2) 2009. Dicho cambio obedece a una necesidad de adecuación a nuevas políticas de publicación electrónica bajo el sistema SciELO.

Para canje de ejemplares y presentación de trabajos, dirigirse a la Secretaría de la Comisión de Edición de la revista *Quebracho*, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Av. Belgrano (S) 1912, 4200 Santiago del Estero, Argentina. Tel.: 54-385-422-1787, Fax: 54-385-439-5550, E-mail: revistaquebracho@unse.edu.ar
Web site: http://fcf.unse.edu.ar/rev_quebracho.htm Tiraje: 500 ejemplares EJEMPLARES PARA CANJE.

TRABAJO CIENTÍFICO

Variación genética de clones híbridos de *Eucalyptus*

Genetic variation of *Eucalyptus* hybrid clones

López, J. A.¹; L. Harrand²; M. A. Marcó² y A. J. López³

Recibido en febrero de 2016; aceptado en octubre de 2016

RESUMEN	ABSTRACT
Con el objetivo de estimar parámetros genéticos y superioridad/inferioridad esperada respecto a algunos materiales comerciales de <i>E. grandis</i> utilizados en la Mesopotamia Argentina se evaluó volumen individual, proporción de corteza, propiedades físicas y color del duramen de un grupo de clones híbridos de <i>E. grandis</i> con <i>E. camaldulensis</i>, <i>E. tereticornis</i> y <i>E. dunnii</i>. La información fue analizada utilizando la metodología de modelos mixtos (modelo lineal mixto univariado). Para todas las características evaluadas se detectaron diferencias altamente significativas para los efectos genotípicos, las heredabilidades en sentido amplio oscilaron entre moderadas a altas y la exactitud selectiva obtenida evidenció alta precisión en las inferencias de las medias genotípicas. Al comparar con el material de semilla mejorada de <i>E. grandis</i>, la mayoría de los clones híbridos evidenciaron alta velocidad de crecimiento, elevada proporción de corteza, alta densidad de la madera, bajo nivel de tensiones de crecimiento y una estabilidad dimensional aceptable a pesar de los altos valores de contractibilidad radial y tangencial. En cuanto al color del duramen se constató gran similitud con el testigo de <i>E. grandis</i> no pudiendo un observador promedio distinguirlas con facilidad. Palabras clave: Parámetros genéticos; Valores genotípicos predichos; Crecimiento; Proporción de corteza; Propiedades físicas; Color del duramen.	Aiming at estimating the genetic parameters and the expected superiority/inferiority of some commercial materials of <i>E. grandis</i> used in the Argentinian Mesopotamia, the individual tree volume, bark proportion, physical properties and heartwood color variables of a group of <i>E. grandis</i> with <i>E. camaldulensis</i>, <i>E. tereticornis</i> and <i>E. dunnii</i> hybrid clones were evaluated. The information was analyzed using the mixed models methodology (univariate linear mixed model). Highly significant differences were detected in all the characteristics tested for the genotypic effects, broad-sense heritability ranged from moderate to high, and the selective accuracy obtained showed high precision for the average genotypic inferences. In comparing them against those of the improved <i>E. grandis</i> seed, most of the hybrid clones showed rapid growth, high bark ratio, high wood density, low growth stresses and acceptable dimensional stability despite the high values of radial and tangential shrinkability. As to heartwood color it was found one which is very like the control and remains undistinguishable to the ordinary observer. Key words: Genetic parameters; Predicted genotypic values; Growth; Bark ratio; Physical properties; Heartwood color.

¹ Grupo Forestal INTA, EEA Bella Vista, Corrientes. Argentina. Colonia 3 de abril, Bella Vista. Corrientes. CP 3432. CC Nro. 5. E-mail: lopez.juanadolfo@inta.gob.ar

² INTA, EEA Concordia, Entre Ríos

³ Consultor Proyecto PMSRN BIRF 7520 AR

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de plantaciones a escala comercial con híbridos interespecíficos de *Eucalyptus* se realizan hace décadas en el mundo con el fin de aprovechar la complementariedad, la adaptabilidad y la heterosis o vigor híbrido entre parentales selectos en regiones donde las especies puras tienen limitantes bióticas (plagas y enfermedades), abióticas (riesgo de heladas o sequías, restricciones edáficas), para mejorar determinadas propiedades de la madera o incrementar la capacidad rizogénica (Assis y Mafia, 2007; Harwood, 2011). Dichas plantaciones con híbridos han tenido gran notoriedad en regiones tropicales y subtropicales como Brasil, Sudáfrica y el Congo. Menor desarrollo tuvieron en regiones templadas donde las especies mejor adaptadas (principalmente *E. globulus*, *E. nitens*) presentaron dificultades para la implementación de un programa de propagación clonal comercial debido al bajo porcentaje de enraizamiento de las especies parentales e híbridos interespecíficos (Potts y Dungey, 2004). En este sentido Assis y Resende (2011) destacan que la mayoría de las casi 5 millones de hectáreas forestadas con eucaliptos en el Brasil fueron realizadas con clones híbridos (en su mayoría *E. urophylla* x *E. grandis*). Potts y Dungey (2004) mencionan que existen importantes plantaciones con híbridos de eucalipto en China, Indonesia y Sudáfrica. También hay pequeñas áreas en otros países de Asia (Filipinas, Vietnam, Tailandia y Malasia) y Sudamérica (Chile, Uruguay, Argentina y Paraguay).

En Argentina los primeros antecedentes experimentales de híbridos interespecíficos fueron reportados por Alliani (1990). En la Mesopotamia Argentina los primeros cruzamientos controlados para la selección de clones híbridos de *E. grandis* con *E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. dunnii* y *E. globulus* fueron generados por Harrand y Schenone (2002). Más recientemente Marcó y Harrand (2012) informaron que el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) posee alrededor de 130 clones híbridos en diferentes etapas de evaluación. Seis de los mismos (3 de *E. grandis* x *E. camaldulensis* y 3 de *E. grandis* x *E. tereticornis*) ya fueron inscriptos en el Registro Nacional de Cultivares del INASE y desde 2014 están siendo transferidos a los viveros de la región a través de Convenios de Transferencia. Así mismo, en el sector privado, el CIEF y la Empresa Pomera Maderas disponen de clones híbridos para cubrir los requerimientos de sus programas de plantaciones como así también de terceros (*E. grandis* x *E. camaldulensis*, *E. grandis* x *E. tereticornis* y *E. grandis* x *E. urophylla*).

En general, los resultados disponibles en la región mesopotámica muestran que los clones híbridos de *E. grandis* x *E. tereticornis* y de *E. grandis* x *E. camaldulensis* tienen crecimientos similares o superiores a *E. grandis*, con valores de forma y sanidad inferiores (Raute *et al.*, 2005; Marcó y Harrand, 2005 y 2012). No obstante, en cuanto a propiedades de la madera la información es muy limitada ya que se refiere a un único clon de *E. grandis* x *E. tereticornis* (López *et al.*, 2007; Sanchez Acosta, 2012) no existiendo antecedentes en la literatura local respecto al grado de determinación genético de caracteres de crecimiento o de propiedades ligadas a la calidad de la madera para usos de alto valor a efectos de predecir y contrastar genéticamente su aptitud.

La estimación de los parámetros genéticos y la predicción de los valores de mejora de los materiales a seleccionar tienen una importancia central para la definición de las estrategias de mejoramiento sexual y selección clonal (Resende, 2002; White *et al.*, 2007). En este sentido, a partir de la década del 90 con la progresiva utilización de los modelos mixtos de árboles individuales, donde se estiman los parámetros genéticos utilizando el método de Máxima Verosimilitud Restringida (REML) y se predicen los valores de mejora a través de un modelo BLUP (Mejor Predicción Lineal Insesgada), los Programas de Mejoramiento Genético Forestal dieron un gran salto cualitativo en relación a las metodologías analíticas de selección genética. Estas permiten jerarquizar a todos los genotipos evaluados estrictamente por su mérito genético libre de efectos ambientales (Borralho, 1995; Resende, 2002; White *et al.*, 2007).

Los valores genéticos (efectos genéticos aditivos) o genotípicos (efectos aditivos y no aditivos) son variables aleatorias no observables que deben ser predichas a partir de los valores

fenotípicos observados (mediciones cuantitativas o cualitativas realizadas en experimentos de campo o laboratorio). Según Resende (2004) considerar a los efectos de tratamientos (familias o clones) como aleatorios es esencial para el mejoramiento genético y es la única manera de hacer selección genética. Caso contrario la selección es fenotípica, abordaje éste ampliamente discutido por varios autores (Borralho, 1995; Duarte y Vencovsky, 2001; Piepho *et al.*, 2008). Así mismo, al asumir que los efectos genéticos son aleatorios, las pruebas de comparaciones múltiples (Tukey, Scheffé, Duncan o similares) no son aplicables para establecer diferencias genéticas, ya que dichos métodos son derivados de la suposición de efectos fijos de tratamientos y no de variables aleatorias, con lo cual las inferencias obtenidas se refieren a medias fenotípicas y no a medias genéticas o genotípicas (Resende, 2002; White *et al.*, 2007).

Con la aplicación de los modelos mixtos la herramienta clasificatoria para familias, clones o individuos en los ensayos genéticos es el ordenamiento jerárquico basado en la predicción puntual de los valores genéticos o genotípicos predichos generados por el BLUP (Duarte y Vencovsky, 2001). No obstante, Resende (2002) sugiere, en términos de inferencia estadística paramétrica, la conveniencia de complementar la predicción puntual con la predicción de los intervalos de confianza de los valores genéticos predichos.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar un grupo de clones híbridos generados por la EEA Concordia dentro del Programa de Mejoramiento Genético de *Eucalyptus* del INTA a efectos de estimar parámetros genéticos y superioridad/inferioridad esperada respecto a algunos materiales comerciales de *E. grandis* utilizados en la Mesopotamia Argentina.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

a. Material genético

El material evaluado forma parte de un ensayo originalmente constituido por 32 clones híbridos, 4 clones puros de *E. grandis* y 4 testigos de semilla. La generación de las progenies híbridas (F1) y la posterior selección de los individuos que dieron origen a dichos clones fue descripta por Harrand y Schenone (2002) y Harrand (2005). El grupo de clones híbridos seleccionados para este estudio fueron elegidos por características de crecimiento, rectitud del fuste y sus antecedentes de mayor tolerancia al frío. En total (Tabla 1) se muestrearon 11 clones de *E. grandis* x *E. camaldulensis* (GC), 5 clones de *E. grandis* x *E. tereticornis* (GT), 1 clon de *E. grandis* x *E. dunnii* (GD), 2 clones puros de *E. grandis* (EG) y un material de semilla mejorada (HSP). Los clones 5-108 (GC) y 5-130 (GT) corresponden a selecciones realizadas en 1992 en el marco del Convenio INTA-CIEF en la región pampeana (Marcó y Harrand, 2005).

Tabla 1. Características generales del ensayo original, del sitio y de los materiales evaluados

Ubicación	EEA INTA Concepción del Uruguay, Entre Ríos. (Lat: 32° 29'19" Sur, Long: 58° 21'02" Oeste).
Distancia de plantación	4,0 m x 2,5 m.
Diseño experimental	Bloques al azar con 5 repeticiones.
Unidad experimental	5 plantas en fila.
Suelo	Mestizo en media loma.
Clones de <i>E. grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i>	GC5, GC6, GC7, GC8, GC9, GC10, GC12, C18, GC22, GC27, 5-108.
Clones de <i>E. grandis</i> x <i>E. tereticornis</i>	GT31, GT32, GT37, GT44, 5-130.
Clones de <i>E. grandis</i> x <i>E. dunnii</i>	GD1.
Clones de <i>E. grandis</i>	EG36, EG157.
Testigo de semilla mejorada de <i>E. grandis</i>	HSP: Huerto Semillero de Progenies. Ubajay, Entre Ríos. N° INASE: 6E3066JE.

b. Métodos de muestreo y evaluación

Al 6° año de edad para cada uno de los 20 materiales a estudiar se seleccionaron 5 ejemplares representativos. Para los clones EG36, GD1 y GC9 solo 4 rametos fueron considerados, con lo cual un total de 97 individuos fueron muestreados. En cada uno de ellos se midió diámetro a 1,30 m de altura (DAP) con cinta diamétrica de 1 mm de precisión, altura total (ALT) con un Vertex® III de 10 cm de precisión y se calculó el volumen individual con corteza (VOLcc) utilizando la ecuación propuesta por Glade y Friel (1988). Posteriormente, dichos ejemplares fueron abatidos e inmediatamente después del corte se elaboraron en cada uno de ellos, a partir de 1,30 m de altura, 2 rollizos consecutivos (el primero de 3,2 m y el segundo de 2,5 m de longitud). Siguiendo la metodología propuesta por López *et al.* (2009) se estimaron las tensiones de crecimiento a través del índice de Rajado en rollizos (IRr), proporción de corteza (CORT) y se obtuvieron las probetas para medir densidad básica (DB), contracción radial (Cr), contracción tangencial (Ct), coeficiente de anisotropía (CA) y color del duramen a través de los parámetros colorimétricos L^* , a^* y b^* del Sistema CIELab76.

c. Análisis genético

La información fue analizada utilizando la metodología de modelos mixtos (modelo lineal mixto univariado) utilizando el programa SELEGEN-REML/BLUP (Versión 2014). De acuerdo al muestreo realizado se asumió un diseño experimental totalmente al azar con parcelas de una sola planta (repeticiones) adoptando el siguiente modelo estadístico: $y = Xu + Zg + e$, donde y es el vector de las observaciones, u es el escalar relacionado con la media general (asumidos como fijos), g es el vector de los efectos genotípicos (asumidos como aleatorios) y e es el vector de los residuos (asumidos como aleatorios). X y Z corresponden a las respectivas matrices de incidencia. Así mismo, de manera complementaria para el VOLcc se analizaron los mismos materiales motivo de este estudio, ocupando la información del ensayo medido a la misma edad en la que se realizó el muestreo, utilizando un modelo estadístico de bloques al azar con 5 repeticiones y promedios de parcela. Siguiendo los modelos descriptos y considerando en primera instancia solo a los 17 clones híbridos y en un segundo análisis incluyendo a los dos clones puros de *E. grandis* (19 clones híbridos y puros) para cada propiedad evaluada se estimó la heredabilidad clonal: $H^2 = \sigma^2_c / \sigma^2_c + \sigma^2_e$, donde H^2 es la heredabilidad de parcelas individuales en sentido amplio, o sea, de los efectos genotípicos totales, σ^2_c es la varianza genotípica o clonal y σ^2_e es la varianza residual.

La significancia de la inclusión de los efectos aleatorios (clones) fue estimada a través del análisis de la desviación (*deviance*) y la Prueba de Razón de Verosimilitud (LRT: *likelihood ratio test*) confrontando con el valor de Chi cuadrado (χ^2) con 1 grado de libertad. Para estimar la exactitud de la predicción de los valores genotípicos (*accuracy*) se utilizó el estadístico $r\hat{g}g = (1 - PEV / \sigma^2_c)^{1/2}$; donde PEV es la variancia del error de predicción y σ^2_c es la variancia genotípica o clonal.

Con el fin de obtener un *ranking* que permita visualizar la superioridad/inferioridad genética de los clones respecto al material mejorado de semilla comercial, en un tercer análisis, además de los 19 clones puros e híbridos se incluyó al testigo HSP. Sumado a ello y tal lo sugerido por Resende (2002) a efectos de predecir las diferencias genéticas entre los materiales estudiados, se calculó el límite superior e inferior de los intervalos de confianza (LSIC y LIIC) de los valores genotípicos predichos (VG) por medio de la siguiente expresión: $VG \pm t \cdot SEP$, donde t es el valor de la distribución de t de Student al 95% de confianza y SEP es el desvío estándar del VG.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1.a se puede observar que la correlación simple entre las medias fenotípicas del VOLcc de los ejemplares recolectados para esta investigación y el promedio correspondiente al ensayo medido a la misma edad, resultó altamente significativa ($p < 0,01$) evidenciando una buena representatividad volumétrica de los materiales muestreados ($r = 0,91$). En la Figura 1.b se presentan los valores genotípicos predichos (VG) del volumen individual del ensayo y los intervalos de confianza de la predicción genotípica. Allí se destaca que 9 clones híbridos tuvieron una media genotípica (VG) inferior al testigo de semilla mejorada (HSP) y 8 un VG superior entre 2,4 % (GC9) y 18,9 % (GC18) respecto del testigo HSP (Tabla 2). Sin embargo, teniendo en cuenta el solapamiento de los intervalos de confianza, dicha inferioridad/superioridad genética no pudo ser comprobada con un 95 % de confianza (Figura 1.b). Los únicos materiales genéticamente diferentes y con un volumen inferior al testigo de semilla mejorada (HSP) fueron los clones 5-108 (GC) y 5-130 (GT) dado que el LSIC de ambos clones fueron inferiores al LIIC del testigo HSP (Figura 1.b). Estos clones híbridos fueron seleccionados en la década del 90 a través del Convenio INTA-CIEF en un ensayo con semillas híbridas (F1) procedentes de Sudáfrica (Marcó y Harrand, 2005) y su inclusión en el presente análisis prácticamente fue en carácter de referencia. La no diferenciación genética en VOLcc de los demás clones híbridos respecto a los 2 clones de *E. grandis* al material procedente del Huerto Semillero de Progenies (HSP) es alentadora ya que, esta última fuente semillera se destaca por su alta productividad en la Mesopotamia Argentina. Sumado a ello, el resultado obtenido permite inferir que es posible esperar nuevos clones híbridos con rendimientos superiores a los aquí evaluados al utilizar parentales de *E. camaldulensis* y *E. tereticornis* seleccionados genéticamente en orígenes de mayor adaptación a la región mesopotámica.

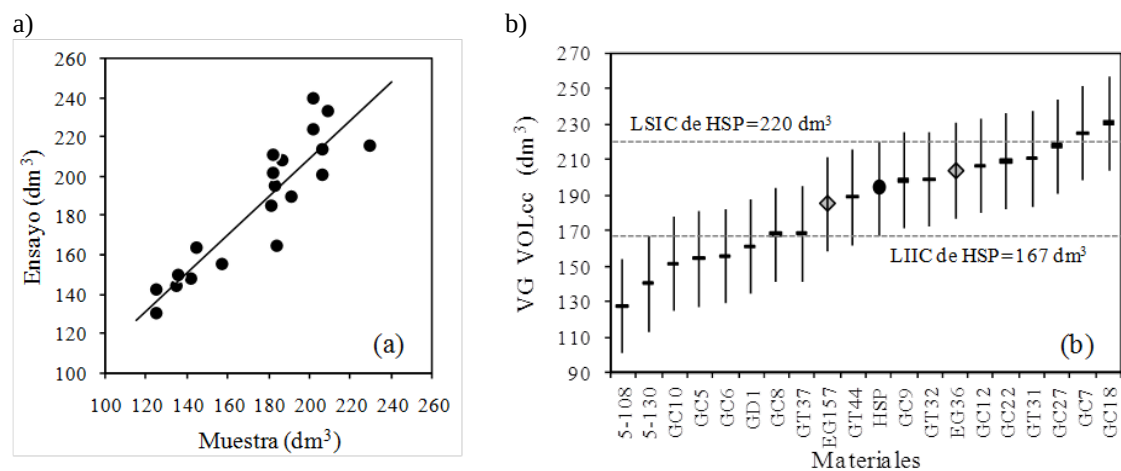


Figura 1. a) Relación del VOLcc de los materiales muestreados y la evaluación realizada en el ensayo. **b)** Valores Genotípicos (VG) y límites superior e inferior de los intervalos de confianza (LSIC, LIIC) generados a partir del análisis del ensayo. La línea de puntos indica el LSIC y LIIC del testigo de semilla mejorada. (● HSP, ♦ clones de *E. grandis*, — clones híbridos).

En la Tabla 2 se detallan las medias genotípicas de las propiedades evaluadas en todos los materiales estudiados. En la misma se puede ver que al analizar solo a los 17 clones híbridos la Prueba de Razón de Verosimilitud (LRT) cotejada con el test de Chi cuadrado, detectó diferencias altamente significativas para los efectos genotípicos. Así también, con valores absolutos en general mayores de LRT, al incluir en el análisis a los 2 clones puros de *E. grandis*. En cuanto a la exactitud selectiva (r_{gg}) la misma varió entre 0,89 y 0,96 evidenciando alta precisión en las inferencias de las medias genotípicas. Este parámetro según Henderson, 1984

(citado por Resende y Duarte, 2007) es de gran importancia en el contexto de la evaluación genética ya que se refiere a la correlación entre el valor genotípico verdadero y el estimado o predicho a partir de la información proporcionada por el experimento.

En ambos análisis las estimaciones para la H^2 del VOLcc resultaron moderadas y levemente inferiores a las obtenidas para las demás características evaluadas, pero similares a las encontradas en otros estudios involucrando clones puros de *Eucalyptus grandis* (Lambeth *et al.*, 1994; López, 2012) como también, clones puros e híbridos de otras especies del género (Gaspar y Borralho, 2004; Varghese *et al.*, 2008; Wu *et al.*, 2011).

La H^2 de la proporción de corteza (CORT) al considerar solo a los clones híbridos fue de 0,69 y al incluir a los 2 clones puros de *E. grandis* fue de 0,81 evidenciando que dicha inclusión incrementó la varianza genotípica producto del menor porcentaje de corteza de *E. grandis* (Tabla 2). No obstante, dichos coeficientes fueron concordantes con la literatura disponible. En relación a ello, Harrand *et al.* (2009) al evaluar el porcentaje de corteza en familias de polinización libre de *E. grandis* reportaron heredabilidades individuales en sentido estricto (h^2) entre 0,19 y 0,31 resultando éstas superiores a las h^2 correspondientes a los caracteres de crecimiento (DAP, ALT y VOLcc). Por su parte Wei y Borralho (1997) en progenies de *E. urophylla* detectaron que la h^2 del espesor de corteza y la proporción de corteza fue de 0,45 y 0,40 respectivamente. Considerando clones híbridos de *E. urophylla* con *E. grandis*, *E. tereticornis* y *E. camaldulensis* e híbridos de *E. grandis* con *E. urophylla* y *E. tereticornis* Wu *et al.* (2011) indicaron que la H^2 de la media clonal fluctuó entre 0,77 y 0,88 al 4º año de edad.

Tal como se consigna en la Tabla 2 la proporción de corteza (CORT) de los clones híbridos evidenció medias genotípicas superiores al testigo HSP entre 3,4 % (GC22: 12,1) y 38,5 % (GT44: 16,2) siendo éste un aspecto negativo en cualquier proceso industrial. Sólo los clones híbridos GC22, 5-130, 5-108 y GD1 no se diferenciaron genéticamente con un 95 % de confianza (Figura 2.a). Es evidente que las especies parentales tuvieron un importante efecto en esta característica. En este sentido, Salvioni *et al.* (2003) determinaron que el porcentaje de corteza para *E. grandis*, *E. dunnii*, *E. camaldulensis* y *E. tereticornis* varió entre 10,9-12,3 %, 13,6-17,4 %, 18,6-19,5 % y 18,0-21,2 % respectivamente.

La H^2 del IRr y de la DB varió entre 0,71-0,73 y 0,67-0,87 respectivamente, siendo éstas coherentes con las reportadas en otras investigaciones que demuestran que ambas propiedades son altamente heredables y factibles de mejorarlas aplicando estrategias convencionales de mejoramiento genético. (Pádua *et al.*, 2004; Varghese *et al.*, 2008; Blackburn *et al.*, 2011; López, 2012; López *et al.*, 2012).

Siguiendo las clases de severidad del IRr sugeridas por López *et al.* (2009) para *E. grandis*, se observó que los clones híbridos tuvieron medias genotípicas (VG) de IRr entre Muy Bajas a Medias (Tabla 2). Genéticamente se diferenciaron del testigo HSP por su bajo IRr el clon 5-108 y por su mayor IRr los clones GC6 y GC27 (Figura 2.b). Si bien las evaluaciones fueron realizadas al 6º año de edad es esperable que el comportamiento relativo de los materiales evaluados se mantenga en el tiempo. En este sentido López y López (2013) en clones de *E. grandis* reportaron un alto coeficiente de repetibilidad edad-edad ($r = 0,82$) al evaluar el IRr de los mismos clones al 6º y 11º año de edad, verificando alta consistencia en la posición relativa de los genotipos a través de las dos edades de evaluación. No obstante, si bien en clara dependencia de cada genotipo en particular, también comprobaron un incremento promedio entre ambas edades de evaluación del 64% con lo cual, clones con IRr Medio podrían pasar a la clase de IRr Alto, cuestión ésta que advierte sobre a la fuerte presión de selección que debería ejercerse a edades juveniles para minimizar su efecto al turno de cosecha y disminuir el impacto negativo en la producción de madera aserrada.

Tabla 2. Media genotípica (VG) de los materiales evaluados. Prueba de Razón de Verosimilitud (LRT), heredabilidad clonal (H^2) y exactitud selectiva (r_{gg}) de las propiedades analizadas

Materiales	VOLcc ^(a) (dm ³)	CORT (%)	IRr (%)	DB (kg/m ³)	Cr (%)	Ct (%)	CA	L*	a*	b*
GC18	230,3	15,9	0,423	495,5	9,7	14,8	1,55	74,8	12,7	18,7
GC7	224,6	15,4	0,213	508,0	9,3	17,6	1,90	75,5	11,1	17,9
GC27	217,4	13,7	0,554	531,3	7,6	15,0	1,96	76,4	10,8	17,9
GC22	208,9	12,1	0,301	453,6	7,0	14,2	2,02	76,2	10,3	17,8
GC12	206,3	14,4	0,354	496,0	8,0	16,5	2,04	74,0	10,9	17,4
GC9	198,2	15,6	0,380	503,6	8,2	15,8	1,93	73,8	12,0	17,8
GC8	167,6	15,5	0,322	524,1	8,8	15,3	1,77	76,7	12,4	16,0
GC6	155,6	15,2	0,517	542,5	9,5	17,8	1,89	73,9	11,9	17,2
GC5	154,3	15,4	0,329	510,2	9,5	18,5	1,96	74,6	11,4	18,7
GC10	151,3	14,9	0,360	476,9	8,0	15,9	1,98	75,7	10,3	16,4
5-108	127,6	13,4	0,172	470,9	7,9	14,6	1,87	73,7	12,7	20,2
GT31	210,4	14,7	0,216	521,1	6,5	14,4	2,20	72,7	13,8	19,0
GT32	198,8	14,4	0,207	495,8	10,1	15,6	1,57	72,9	14,5	19,1
GT44	188,9	16,2	0,201	512,4	6,5	12,9	2,00	76,4	11,1	18,3
GT37	168,2	15,9	0,232	519,6	7,7	15,1	1,95	72,1	13,8	18,9
5-130	139,9	13,0	0,505	549,1	7,7	13,8	1,81	74,7	12,8	18,0
GD1	160,9	13,7	0,255	465,7	6,6	10,9	1,70	79,0	11,1	15,4
EG36	204,1	11,6	0,427	433,3	6,7	13,5	2,01	76,2	9,8	19,5
EG157	184,9	11,0	0,353	349,4	4,8	9,8	2,09	76,4	10,3	17,1
HSP	193,6	11,7	0,341	429,6	6,5	11,8	1,83	75,0	11,4	17,9
LRT ⁽¹⁾	31,2**	54,3**	62,9**	49,0**	53,8**	71,7**	46,8**	73,0**	41,6**	40,5**
r_{gg} ⁽¹⁾	0,89	0,93	0,93	0,92	0,93	0,94	0,92	0,94	0,91	0,91
H^2 ⁽¹⁾	0,54	0,69	0,73	0,67	0,69	0,78	0,65	0,78	0,61	0,62
LRT ⁽²⁾	31,3**	92,3**	64,4**	121,3**	83,0**	103,0**	50,6**	81,2**	52,9**	40,3**
r_{gg} ⁽²⁾	0,89	0,95	0,93	0,96	0,94	0,95	0,92	0,95	0,92	0,91
H^2 ⁽²⁾	0,51	0,81	0,71	0,87	0,78	0,84	0,64	0,78	0,66	0,59

^(a) corresponde a las evaluaciones realizadas en el ensayo, ⁽¹⁾ solo clones híbridos, ⁽²⁾ clones puros e híbridos, ** significativo al 0,01% por el test de Chi cuadrado.

En relación a la densidad básica de la madera (DB) y debido a las características intrínsecas de las especies utilizadas como padres, todos los clones híbridos exhibieron valores genotípicos (VG) superiores a los 2 clones de *E. grandis* y al testigo de HSP (Tabla 2) revelando mejor aptitud que *E. grandis* para usos de mayor resistencia mecánica o para bioenergía. Esta superioridad fue desde 5,6 % (GC22: 453,6 Kg/m³) a 27,8 % (5-130: 549,1 Kg/m³), no pudiendo diferenciarse genéticamente de HSP solamente los clones GC22, GD1, 5-108 y GC10 (Figura 2.c). Dado que la DB de la madera adulta, en promedio, es un 25-30 % mayor que la desarrollada a edades jóvenes, debe esperarse que en edades más avanzadas la DB de los materiales aquí evaluados presenten un incremento de similar magnitud (López y Staffieri, 2003; Cardozo et al., 2013; López y López, 2011). Pese a ello, el ranking genético obtenido no debería sufrir alteraciones significativas ya que la literatura muestra que la correlación genética juvenil-adulto de la DB en eucaliptos generalmente es alta (>0,80) (López, 1993; Osorio et al., 2003; Kien et al., 2008).

En cuanto a la H^2 de las contracciones radiales (Cr) y tangenciales (Ct) al considerar solo a los clones híbridos fue de 0,69 y 0,78 respectivamente (Tabla 2). Al incluir a los 2 clones puros de *E. grandis* dichos coeficientes fueron mayores (H^2 Cr = 0,78 y H^2 Ct = 0,84). Estas estimaciones coinciden con Botrel et al. (2007) quienes al evaluar clones de *E. tereticornis* x *E. pellita* y *E. camaldulensis* x *E. grandis* obtuvieron una H^2 de 0,79 para la Cr y de 0,80 para la Ct. Por su parte, Rodríguez et al. (2008) en clones de *Eucalyptus* ssp. también detectaron altas H^2 para las Cr, Ct y CA aunque esta última propiedad tuvo una H^2 entre 20 y 23 % menor. En este sentido, tal como se consigna en la Tabla 2, el CA en ambos análisis también evidenció heredabilidades menores a la de las contracciones lineales primarias. No obstante, una H^2 de

0,64-0,65 indica que este estimador de la estabilidad dimensional manifiesta un moderado control genético.

A excepción del clon híbrido de *E. grandis* x *E. dunnii* (GD1) y los clones GT31 y GT44, cuyos VG fueron similares al testigo HSP, los demás clones híbridos exhibieron contracciones radiales y tangenciales de mayor magnitud (Tabla 2). Cabe aquí mencionar que las medias genotípicas y los límites superior e inferior de los intervalos de confianza del testigo de *E. grandis* (Figura 2.d y e) son coincidentes con los promedios reportados por Calvo *et al.* (2007) para muestras de plantaciones ubicadas en el Noreste de Entre Ríos y Corrientes. Dichos autores informaron que la *Cr* osciló entre 4,45 y 7,10 % y la *Ct* entre 9,76 y 11,54 %.

En la Figura 2.d puede visualizarse que, en cuanto a las *Cr*, 6 clones híbridos (GC8, GC7, GC6, GC5, GC18 y GT32) se diferenciaron genéticamente del testigo de semilla mejorada (HSP). Por su parte, 13 de los 17 clones híbridos y con un 95% de confianza (Figura 2.e) evidenciaron *Ct* genéticamente mayores al material de *E. grandis* utilizado como testigo (HSP). Contracciones radiales y tangenciales de hasta un 37 % superiores a las de *E. grandis* fueron reportadas por Malan (1993) al evaluar clones híbridos de *E. grandis* x *E. camaldulensis* y *E. grandis* x *E. tereticornis* al 5º año de edad en diferentes sitios de Sudáfrica.

Considerando los valores genotípicos (VG) del coeficiente de anisotropía (CA) la mayoría de los clones híbridos y según la clasificación de Coronel (1994) se ubicaron en la categoría de estabilidad dimensional normal (Tabla 2). La estimación puntual para el CA del testigo de semilla (HSP) fue de 1,83 siendo éste comparable al valor más bajo obtenido por Calvo *et al.* (2007) quienes señalan para *E. grandis* coeficientes de anisotropía entre 1,86 y 2,25. Algunos clones híbridos (GC8, GD1, GT32 y GC18) a pesar de los altos valores de contractibilidad evidenciaron buena estabilidad dimensional con CA entre 3,4 % (GC8: 1,77) y 18,1 % (GC18: 1,55) inferiores al testigo HSP. Otros materiales como los clones híbridos GT31, GC12 y GC22 presentaron CA que califican a su madera como de menor aptitud para varios usos (Coronel, 1994). Estas maderas “nerviosas” o de grandes movimientos y alta densidad, como algunos de los clones híbridos evaluados, según Cardozo *et al.* (2013) son posibles de utilizarlas en pisos de alto tránsito, mobiliarios de exterior y cubiertas, productos éstos en los que la anisotropía puede ser tratada por diseño. De todas maneras los intervalos de confianza de la predicción genotípica (Figura 2.f) solo permite asegurar que los clones híbridos GT31 y GC18 tuvieron un CA genéticamente diferente al testigo de semilla mejorada de *E. grandis*.

Respecto al color del duramen, la H^2 de los parámetros colorimétricos L^* , a^* y b^* y considerando solo a los clones híbridos fue de 0,78, 0,61 y 0,63 respectivamente (Tabla 2) indicando que entre el 61 y 78 % de la variación fenotípica total no pudo ser explicada por efectos meramente ambientales, siendo dichos porcentajes preponderantemente de origen genético. La inclusión en el análisis de los 2 clones puros de *E. grandis* prácticamente no produjo cambios en la magnitud de la H^2 de los 3 parámetros colorimétricos. Si bien la literatura es escasa respecto al grado de determinación genético del color de la madera, el moderado control genético de esta propiedad es coincidente con lo reportado por Vanclay *et al.* (2008) para *E. dunnii* y Sotelo Montes (2008) para *Calycophyllum spruceanum*. No obstante, desde el punto de vista industrial y considerando usos sólidos de apariencia, al comparar las diferencias del color del duramen de los clones híbridos GC y GT con el testigo de *E. grandis* (HSP) utilizando la metodología estándar del Sistema CIELab ($\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$) los ΔE^* oscilaron entre 0,58 (GC7) y 3,93 (GT32). Al confrontar el único híbrido con *E. dunnii* (GD1) el ΔE^* fue de 4,73. Estos resultados posicionan a los clones híbridos GC y GT, en menor medida al híbrido GD1, en igualdad de condiciones que *E. grandis* para usos de apariencia ya que según Melgosa *et al.* (2001) un observador promedio solo podría distinguir diferencias de color “notables” cuando el ΔE^* es superior a 5 unidades CIELab.

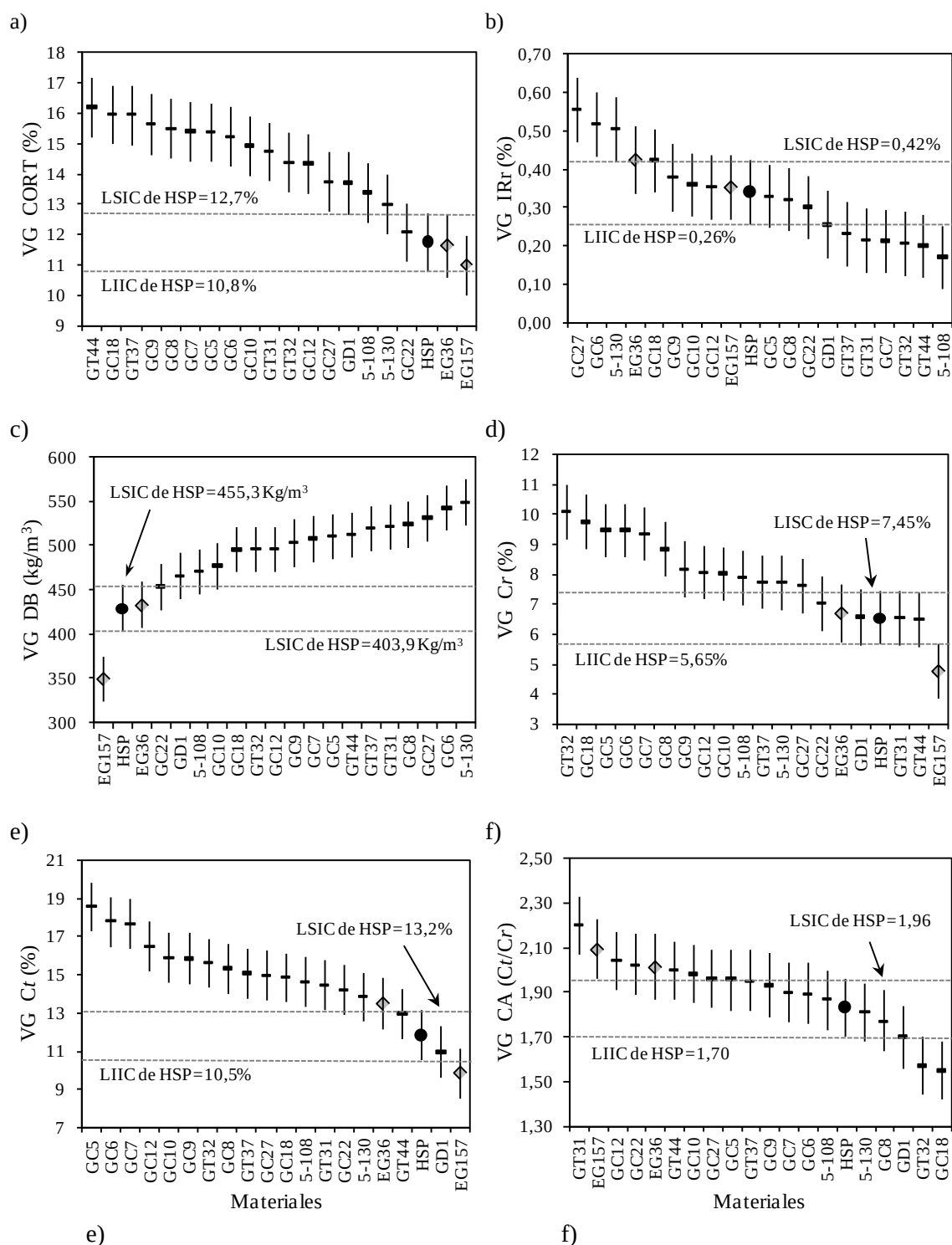


Figura 2. Valores Genotípicos (VG) y límites superior e inferior de los intervalos de confianza (LSIC, LIIC) para proporción de corteza (CORT), índice de rajado en rollizos (IRr); densidad básica (DB), contracción radial (Cr), contracción tangencial (Ct) y coeficiente de anisotropía (CA). La línea de puntos indica el LSIC y LIIC del testigo de semilla mejorada. (: HSP, : clones de *E. grandis*, : clones híbridos).

4. CONCLUSIONES

Para todas las características evaluadas en los clones híbridos se detectaron diferencias altamente significativas para los efectos genotípicos y las heredabilidades en sentido amplio oscilaron entre moderadas a altas (0,54-0,78). La exactitud selectiva (r_{gg}) varió entre 0,89 y 0,96 evidenciando alta precisión en las inferencias de las medias genotípicas.

Al comparar con el material de semilla mejorada de *E. grandis*, la mayoría de los clones híbridos evidenciaron alta velocidad de crecimiento, elevada proporción de corteza, alta densidad de la madera, bajo nivel de tensiones de crecimiento y una estabilidad dimensional aceptable a pesar de los altos valores de contractibilidad radial y tangencial. En cuanto al color del duramen se constató gran similitud con el testigo de *E. grandis* posicionando a éstos híbridos en igualdad de condiciones para usos de apariencia.

Dado que el análisis fue realizado en un único sitio las variancias genotípicas podrían estar sobrestimadas, por lo tanto sería conveniente realizar evaluaciones similares en otros sitios y a edades más adultas a efectos de contar con estimaciones más robustas e identificar clones con mayor adaptabilidad, estabilidad y productividad. Sumado a ello, la generación de nuevos clones híbridos utilizando parentales de *E. camaldulensis* y *E. tereticornis* seleccionados en orígenes de mayor adaptación a la región mesopotámica, no solo permitirá ampliar las fronteras forestales hacia zonas donde *E. grandis* presenta restricciones, sino también incrementar la oferta de otros productos maderables.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alliani, R. C. 1990. Plan de Mejoramiento en la Región Pampeana. Jornada sobre eucaliptos para la Región Pampeana. Actas CIEF, Buenos Aires: 23-28.
- Assis, F. T. and M. D. V. Resende. 2011. Genetic improvement of forest tree species. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* S1: 44-49
- Assis, T. F. e R. G. Mafia. 2007. Hibridação e clonagem. In: Borém, A. (Ed.) *Biotechnologia florestal. Viçosa, MG*: [s.n.], 2007: 93-121.
- Blackburn, D. P.; M. G. Hamilton; C. E. Harwood; T. C. Innes; B. M. Potts and D. Williams. 2011. Genetic variation in traits affecting sawn timber recovery in plantation-grown *Eucalyptus nitens*. *Annals of Forest Science* 68:1187-1195
- Botrel, M. C. G.; J. R. Moreira da Silva; P. F. Trugilho; S. C. S. Rosado; B. R. Fernandes. 2007. Ganho genético em propriedades físicas e mecânicas de clones de *Eucalyptus*. *Scientia Forestalis, Piracicaba*, n. 76: 13-19.
- Borrallho, N. M. G. 1995. The impact of Individual tree mixed models (BLUP) in tree breeding strategies. Potts *et al.* (Eds.). IUFRO, Symposium on Eucalypt Plantations: Improving Fibre Yield and Quality. Hobart, Australia: 141-145.
- Calvo, C. F.; A. D. Cotrina; A. G. Cuffre; M. Ott; J. C. Piter; P. M. Stefani; E. A. Torran; A. Vivian. 2007. Propiedades de inchamiento y contracción de la madera de *Eucalyptus grandis* de Argentina. *Revista Madeira Arquitetura & Engenharia*, n.20, ano 8. ISSN 1806-6097.
- Cardozo, A.; M. Cagno; P. Cárdenas y F. Gatto. 2013. Contracción, hinchamiento y peso específico aparente de madera de eucalipto colorado. (*Eucalyptus tereticornis* Smith). *Revista del Laboratorio Tecnológico del Uruguay*. ISSN 1688-3691-5: 5-12
- Coronel, E. O. 1994. *Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de las maderas*. ITM. Facultad de Ciencias Forestales. UNSE. Ed. El Liberal. ISBN: 950-43-6061-0. 187 p.
- Duarte, J. B. e R. Vencovsky. 2001. Estimação e predição por modelo linear misto com ênfase na ordenação de médias de tratamentos genéticos. *Scientia Agricola* 58 (1): 109-117

- Glade, J. E. y R. A. Field. 1988. Ecuaciones de volumen para *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden en el Noreste de Entre Ríos. VI Congreso Ftal. Arg. Sgo. del Estero. Tomo II: 416-420
- Gaspar, M. J. and N. Borralho. 2004. Comparing estimates of heritability base don clones, parent offspring and open pollinated progenies of *E. globulus*. 2004. *Eucalyptus in a Changing World*. N.M.G. Borralho et al. (Eds.). Proc. IUFRO Conf., Aveiro, Portugal: 173-174.
- Harrand, L. 2005. La utilización de híbridos interespecíficos como alternativa forestal. En: *IDIA XXI*. Año V. N°8: 171-174
- Harrand, L. y R. Schenone. 2002. Obtención de individuos híbridos de *Eucalyptus* a través de la realización de cruzamientos controlados. XVII Jdas. Ftales. de E. Ríos. Actas [CD]10 p.
- Harrand, L.; J. J. Vargas Hernández; J. López Upton and G. Ramirez Valverde. 2009. Genetic parameters of growth traits and Wood density in *Eucalyptus grandis* progenies planted in Argentina. *Silvae Genetica* 58, 1-2:11-19
- Harwood, C. 2011. New introductions-Doing it right. In: Developing a Eucalypt Resource: Learning from Australia and elsewhere. *Wood Tech. Research Centre. Workshop Proc.*: 43-54
- Kien, N. D.; G. Jansson; C. Harwood; C. Almqvist; H. H. Thinh. 2008. Genetic variation in wood basic density and pilodyn penetration and their relationships with growth, stem straightness, and branch size for *Eucalyptus urophylla* in Northern Vietnam. *New Zealand Journal of Forestry Science* 38(1): 160-175
- Lambeth, C.; E. Masatoshi and J. Wright. 1994. Genetic analysis of 16 clonal trial of *Eucalyptus grandis* and comparisons with seedling checks. *Forest Science*. Vol. 40: 397-411
- López (h.), J. A. 2012. Selección genética de clones de *Eucalyptus grandis* HILL ex MAIDEN en el Sudeste de Corrientes utilizando la metodología REML-BLUP. 15° Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. FCF-INTA. Eldorado, Misiones Argentina. 11 p. Actas en CD.
- López (h.), J. A. 1993. Variación, heredabilidad y correlaciones genéticas de la densidad de la madera de 15 familias de *Eucalyptus grandis*. Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Paraná (E. Ríos). Actas. Comisión IV. 5 p.
- López (h.), J. A. y G.M. Staffieri. 2003. Variación radial de la densidad de la madera de *Eucalyptus grandis* y *Eucalyptus dunnei* a los 21 años de edad. XVIII Jornadas Forestales de Entre Ríos. Concordia, Argentina. 8 p. Actas en CD.
- López (h.), J. A.; P. Y. Genes; M. A. Marcó y J. Oberschelp. 2007. Propiedades de la madera del híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus tereticornis* en el Centro y Norte de la Provincia de Entre Ríos. III Congreso Iberoamericano de Prod. Ftales. Bs. As. Argentina: 10 p.
- López (h.), J. A.; P. Y. Genes; M. Hernández; M. A. Marcó; L. Harrand y J. Oberschelp. 2009. Propiedades físicas, mecánicas y organolépticas de 10 clones de *Eucalyptus grandis* de 1ª generación del Programa de Mejoramiento Genético del INTA. EEA INTA Bella Vista, Corrientes. 26 p. Disponible en: <http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-propiedades_fisicas_mecanicas_y_organoleptic.pdf>
- López, A. J. y J. A. López. 2011. *Eucalyptus grandis* en el Sudeste de Corrientes: variación de la densidad de la madera. XXI Jornadas Ftales. de Entre Ríos. Concordia, Argentina: 6 p.
- López (h.), J. A.; N. Borralho; A. J. López; M. A. Marcó y L. Harrand. 2012. Variación genética del índice de rajado rollizos en *Eucalyptus dunnei*. Simposio IUFRO. Pucón Chile. 12 p.
- López (h.), J. A. y A. J. López. 2013. Coeficiente de repetibilidad edad-edad de las tensiones de crecimiento en clones de *Eucalyptus grandis*. 4º Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Iguazú. Argentina. 13 p.
- Malan, F. S. 1993. The Wood properties and qualities of three South African-Grown *Eucalyptus* hybrids. *South African Journal*, N° 167: 35-44
- Marcó, M. A. y L. Harrand. 2005. Valor potencial de los eucaliptos colorados en combinaciones híbridas. I Jornada sobre potencialidad foresto-industrial del eucalipto en Santiago del Estero. Actas en CD. 10 p.

- Marcó, M. A. y L. Harrand. 2012. El Programa de Mejora de Eucaliptos del INTA en la Mesopotamia Argentina. In: López, J. A. et al. (Eds.). Jornadas de actualización técnica. Mejoramiento de pinos y eucaliptos subtropicales. Concordia, Entre Ríos, Argentina. Ediciones INTA. ISBN 978-987-679-144-1: 44-48.
- Melgosa, M.; M.M. Perez; A. Yebra; R. Huertas y E. Hita. 2001. Algunas reflexiones y recientes recomendaciones internacionales sobre evaluación de diferencias de color. *Óptica Pura y Aplicada*. Vol. 34: 1-10
- Osorio, L. F.; T. L. White and D. A. Huber. 2003. Age-age and trait-trait correlations for *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden and their implications for optimal selection age and design of clonal trials. *Theor. Appl. Genet.* (2003) 106:735-743
- Pádua, A. F.; P. F. Trugilho; S. S. C. Rosado; J. T. Lima; A. A. Cardozo e C. A. Olivera. 2004. Estimativa de parâmetros genéticos das tensões de crescimento em clones de *Eucalyptus*. *Scientia Forestalis* 66: 152-160
- Piepho, H. P.; J. Möhring; A. E. Melchinger and A. Büchse. 2008. BLUP for phenotypic selection in plant breeding and variety testing. *Euphytica* 161: 209-228.
- Potts, B. M. and E. Dungey. 2004. Interspecific hybridization of *Eucalyptus*: key issues for breeders and geneticists. *New Forests* 27: 115-138
- Raute, G.; G. C. Bunse y J. L. Paul. 2005. Crecimiento a los 2 años de clones de *Eucalyptus* spp. en suelos arenosos del norte de Corrientes. 3^{er} Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Corrientes, Argentina. ISSN 1669-6786. Actas en CD.
- Resende, M. D. V. 2002. *Genética biométrica y estatística no melhoramento de plantas perenes*. Brasília: Embrapa informação Tecnológica. 2002. ISBN 85-7383-161-8. 975 p.
- Resende, M. D. V. 2004. *Métodos estatísticos ótimos na análise de experimentos de campo*. Documentos Embrapa Florestas, Colombo. ISSN 1679-2599. 56 p.
- Resende, M. D. V. e J. B. Duarte. 2007. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. *Pesq Agropec Trop* 37(3): 182-194
- Rodriguez, E. A. C.; S. C. Silva Rosado; P. F. Trugilho; A. M. Santos. 2008. Seleção de clones de *Eucalyptus* para as propriedades físicas da madeira avaliadas em árvores no campo. *Cerne, Lavras*. V. 14, n. 2: 147-152
- Salvioni, R.; A. Garau y S. Delfino. 2003. Porcentaje de corteza de cinco especies de eucalipto en forestaciones de Ramallo, Pcia. de Buenos Aires. En: XVIII Jornadas Ftales. de Entre Ríos.
- Sanchez Acosta, M. 2012. *Caracterización de la madera del nuevo híbrido Eucalyptus grandis, Hill ex Maiden x Eucalyptus tereticornis, Smith, su aptitud de usos en Argentina*. Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid. Ingeniería de Montes. 125 p. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/1708/1/TESIS211_121025.pdf>
- SELEGEN-REML/BLUP. 2014. *Sistema Estatístico e Selecao Genética Computadorizada*. Embrapa-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. INPI Nº 00052763. Disponible en: <http://www.det.ufv.br/ppestbio/corpo_docente.php>
- Sotelo Montes, C.; R. E. Hernández; J. Beaulieu and J. Weber. 2008. Genetic variation in wood color and its correlations with tree growth and wood density of *Calycophyllum spruceanum* at an early age in the Peruvian Amazon. *New Forests*. 35:57-73
- Vanclay, J. K.; M. Henson and G. Palmer. 2008. Color variation and correlations in *Eucalyptus dunnii* sawnwood. *The Japan Wood Research Society*. 54:431-435.
- Varghese, M.; C. E. Harwood; R. Hegde and N. Ravi. 2008. Evaluation of provenances of *Eucalyptus camaldulensis* and clones of *E. camaldulensis* and *E. tereticornis* at contrasting sites in southern India. *Silvae Genetica* 57, 3: 171-179
- White, T. L.; W. T. Adams and D. B. Neale. 2007. *Forest genetics*. CABI Publishing. ISBN 9780851993485. 704 p.

- Wei, X. and N. M. G. Borralho. 1997. Genetic control of wood basic density and bark thickness and their relationships with growth traits of *Eucalyptus urophylla* in South East China. *Silvae Genetica* 46, 4: 245-250
- Wu, S.; J. Xu; G. Li; V. Risto; Z. Du; Z. Lu; B. Li; W. Wang. 2011. Genotypic variation in wood properties and growth traits of *Eucalyptus* hybrid clones in southern China. *New Forests* 42:35-50



TRABAJO CIENTÍFICO

Caracterización de un relicto de bosque nativo con fructificación anual del hongo comestible *Boletus loyo* Phil. ex Speg.

*Characterization of a relict native forest with annual fructification of the edible fungi
Boletus loyo Phil. ex Speg.*

Pereira G.¹; J. Sepúlveda¹; P. Novoa¹; A. Pozo¹ y C. Atala²

Recibido en marzo de 2015; aceptado en octubre de 2016

RESUMEN

Boletus loyo (Basidiomycete) es un hongo ectomicorrízico comestible silvestre asociado a especies de *Nothofagus*. En general, se desconocen las condiciones abióticas y bióticas en las que se desarrolla. El lugar de estudio de este trabajo correspondió a un relicto de bosque nativo ubicado en la Cordillera de la Costa, Región del Bío-Bío, Chile; en donde por años se ha recolectado *B. loyo*. La vegetación se caracterizó por medio de transectos, registrándose la frecuencia de las especies arbóreas, arbustivas y trepadoras en los diferentes estratos. También se caracterizaron las propiedades químicas del suelo. El estrato superior de este relicto se encuentra dominado por *Nothofagus obliqua*, *Cryptocarya alba*, *Gevuina avellana* y *Aextoxicon punctatum*, con gran abundancia de trepadoras y semi-trepadoras como *Lapageria rosea*, *Herreria stellata* y *Chusquea quila*. En el estrato inferior se encontró gran abundancia de *Ugni molinae* y *Sophora macrocarpa*. El suelo granítico del bosque se caracterizó por alto contenido de materia orgánica, condiciones de pH bajas, niveles medios a bajos de nitrógeno, fósforo y calcio, y altos contenidos de potasio, magnesio, hierro, manganeso, zinc y cobre.

Palabras Claves: Ecosistema forestal nativo de Chile; Recurso micológico; Hongo ectomicorrízico comestible.

ABSTRACT

Boletus loyo (Basidiomycete) is an edible ectomycorrhizic fungus associated to *Nothofagus* species. In general, the biotic and abiotic conditions for its growth are largely unknown. This study was located on a site corresponding to a relict native forest in the Cordillera de la Costa mountain range, Bío-Bío district, Chile, where *B. loyo* has been collected for years. The local vegetation was characterized using transects, registering tree, shrubs, and climbing species frequency at different forest strata. The chemical properties of the soil were also characterized. The upper stratum is dominated by *Nothofagus obliqua*, *Cryptocarya alba*, *Gevuina avellana*, and *Aextoxicon punctatum*, shows abundance of climbing and semi-climbing plants such as *Lapageria rosea*, *Herreria stellata*, and *Chusquea quila*. The lower stratum is dominated by *Ugni molinae* and *Sophora macrocarpa*. The granitic forest soil has high organic matter content, low pH, medium-to-low levels of Nitrogen, Phosphorus, and Calcium, and high levels of Potassium, Magnesium, Iron, Manganese, Zinc, and Copper.

Key words: Native forest ecosystem of Chile; Mycological resources; Edible ectomycorrhizic fungi.

¹ Universidad de Concepción. Campus Los Ángeles, Departamento de Ciencias y Tecnología Vegetal, Laboratorio de Biotecnología de Hongos. J. A. Coloma 0201, Los Ángeles, Chile. E-mail: gpereira@udec.cl

² Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Campus Curauma, Instituto de Biología, Facultad de Ciencias, Laboratorio de Anatomía y Ecología Funcional de Plantas. Avenida Universidad 330. Curauma, Valparaíso, Chile.

1. INTRODUCCIÓN

Los hongos comestibles silvestres (HCS) son recursos forestales no madereros de importancia ecológica, económica y cultural en las zonas en donde se desarrollan (Christensen *et al.*, 2008; Garigay-Origel *et al.*, 2009; Pereira *et al.*, 2010, Perez-Moreno *et al.*, 2010). Su contribución a los medios de vida rurales se reconoce, pero sigue siendo en gran parte un producto inexplorado (Christensen *et al.*, 2008; Lázaro, 2008; Oria de Rueda *et al.*, 2009; Benítez-Badillo *et al.*, 2013). Sin embargo, en los últimos años el interés y estudio por los aprovechamientos micológicos en todo el mundo se ha incrementado (Pilz y Molina 2002; Pilz *et al.*, 2004; Lázaro, 2008; Oria de Rueda *et al.*, 2009; Martínez-Peña *et al.*, 2011; Martínez de Aragón *et al.*, 2012, Alvarado-Castillo *et al.* 2015). El aprovechamiento de los HCS ha sido propuesto como una alternativa para el desarrollo regional, para enriquecer la dieta en zonas rurales y urbanas marginales, y para integrar las comunidades a mercados regionales, nacionales e internacionales (Bandala *et al.*, 1997; Tovar-Velasco y Garibay-Origel 2000; Boa, 2004). En numerosos espacios naturales y áreas forestales la producción de HCS llega a superar a otros aprovechamientos clásicos como la madera, la resina y el corcho (Oria de Rueda *et al.*, 2008; Oria de Rueda *et al.*, 2009). Se debe destacar que los HCS son recursos naturales endógenos que han entrado a formar parte de lo que se podría denominar una gastronomía de elite, por lo que su interés en los mercados nacionales e internacionales aumenta progresivamente (Honrubia *et al.*, 2008). Entre los recursos micológicos que entrega el bosque nativo de Chile se encuentra *Boletus loyo* Phil. ex Speg., especie micorrizógena endémica de los bosques de *Nothofagus*, cuya distribución es muy limitada, requiriendo condiciones específicas de sitios para su fructificación (Valenzuela *et al.*, 1998; Deschamps, 2002). Las poblaciones de esta especie se han visto notablemente disminuidas en los últimos años, producto del reemplazo de bosque nativo por plantaciones exóticas de los géneros *Pinus* y *Eucalyptus*. El presente estudio tiene como objetivo caracterizar las condiciones vegetacionales, lumínicas y de suelo de un relicto de bosque nativo de la Región del Bío Bío en donde por años se han recolectado cuerpos fructíferos de la especie *B. loyo*. Este conocimiento contribuirá con la determinación de los requerimientos de hábitat que demanda la especie para poder crecer y facilitará futuras investigaciones.

2. MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en un relicto de bosque nativo de aproximadamente 20 ha (Figura 1), ubicado en el sector Curalí de la Cordillera de la Costa (37° 14' 39,02" S y 72° 58' 30,33" O), comuna de Santa Juana, Provincia de Concepción, Región del Bío-Bío, Chile. En este sitio se constató la presencia de *Boletus loyo* durante dos temporadas de fructificación. El lugar se caracteriza por un clima mediterráneo marino (agroclima Angol), con un régimen término de temperatura media anual de 13,3 °C (máxima media del mes más cálido de 28 °C y mínima media del mes más frío de 4 °C), con una precipitación media de 1.055 mm (INIA, 1989). Para caracterizar la vegetación existente se realizaron cinco transectos de 8 x 30 metros (en enero del 2011), distribuidos al azar en la superficie en estudio, en donde se registró la frecuencia de las especies arbóreas, arbustivas y trepadoras de los diferentes estratos (Rodríguez *et al.*, 1983; Rodríguez *et al.*, 1995, Marticorena *et al.*, 2010). En los mismos puntos del transecto se registró la apertura del dosel usando fotografías hemisféricas y el software (GAL Frazer *et al.*, 1999). Para la elaboración del perfil vertical y horizontal se realizó un muestreo preferencial (Matteucci y Colma, 1982; Steubing *et al.*, 2002), considerando un transecto de 30 x 4 metros, y se registraron en las especies existentes el diámetro altura pecho (DAP), altura total, altura inicio de copa viva, diámetro de copa Norte-Sur y Este-Oeste y su distribución espacial dentro del transecto. Se generó un perfil vertical de la vegetación con el programa

Auto CAD 2010. Para caracterizar las condiciones del suelo se realizaron dos calicatas distribuidas al azar en el área de estudio, de donde se sacaron muestras a dos profundidades en el perfil del suelo (0-20 centímetros y 21 a 60 centímetros), las cuales se enviaron al Laboratorio de Suelo de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción-Chile, para sus análisis.

3. RESULTADOS

El bosque estudiado está compuesto por especies vegetales nativas y endémicas, sin presencia de especies introducidas arbustivas o arbóreas (Figura 2), en donde se ha recolectado por años el hongo ectomicorrícico comestible *B. loyo* Phil. ex Speg (Figura 1). El estrato superior del bosque relicto está dominado por *Nothofagus obliqua* (Mirb) Oerst., asociado a especies arbóreas y arbustivas que son parte de esta comunidad vegetal, entre las que destacan *Cryptocarya alba* Mol., *Gevuina avellana* Mol. y *Aextonxicon punctatum* Ruiz et Pav., con gran abundancia de trepadoras y semitrepadoras como *Lapageria rosea* Ruiz et Pav., *Herreria stellata* Ruiz y Pav. y *Chusquea quila* Kunth (Figuras 2 y 3). En el estrato inferior se encuentra una alta frecuencia de *Ugni molinae* Turcz. y *Sophora macrocarpa* J.E. Sm. (Figura 2). La comunidad en estudio corresponde a un bosque secundario abierto, con escasa heterogeneidad lumínica, en rangos de apertura de dosel que oscilan entre un 11 a un 30 % (Figura 4). La presencia de especies del bosque esclerófilo y templado siempreverde, hacen suponer al área de estudio como un relicto de transición, en donde la especie *B. loyo* encuentra su(s) hospedero(s) y un ambiente adecuado para fructificar en la temporada de otoño de cada año.

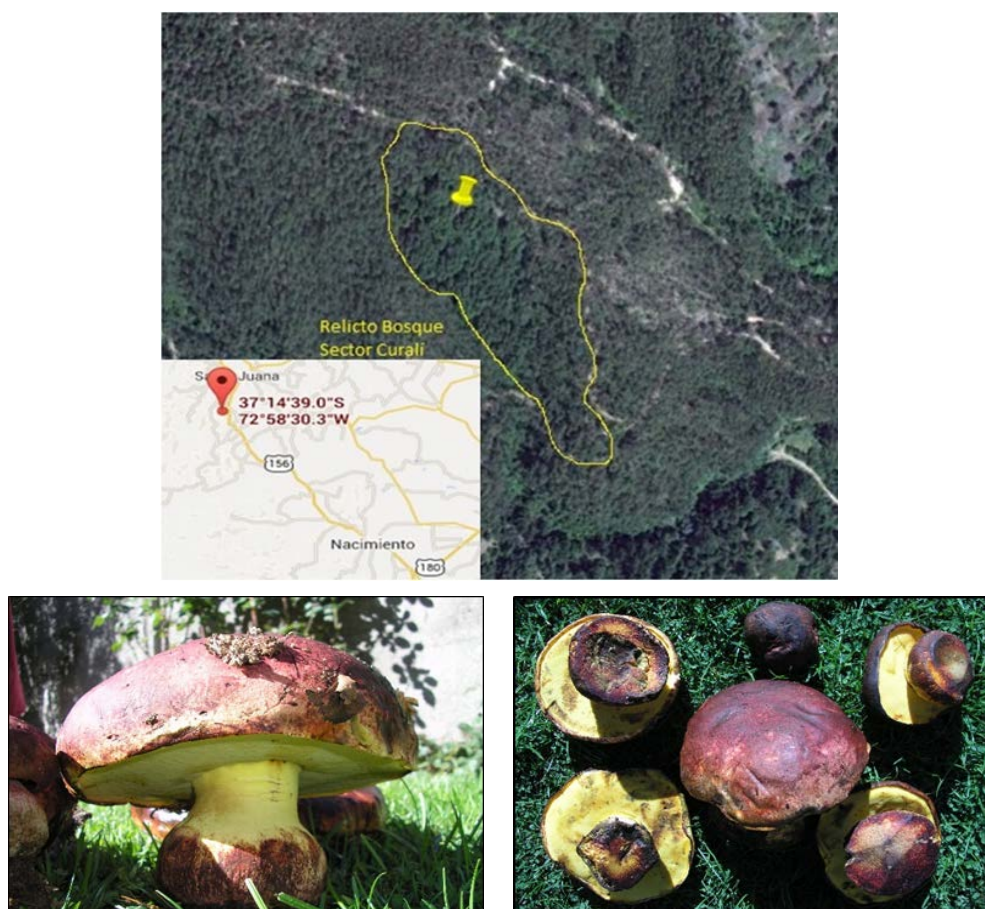


Figura 1. Relicto del bosque nativo estudiado (Curali, Chile) y cuerpos fructíferos de *B. loyo*.

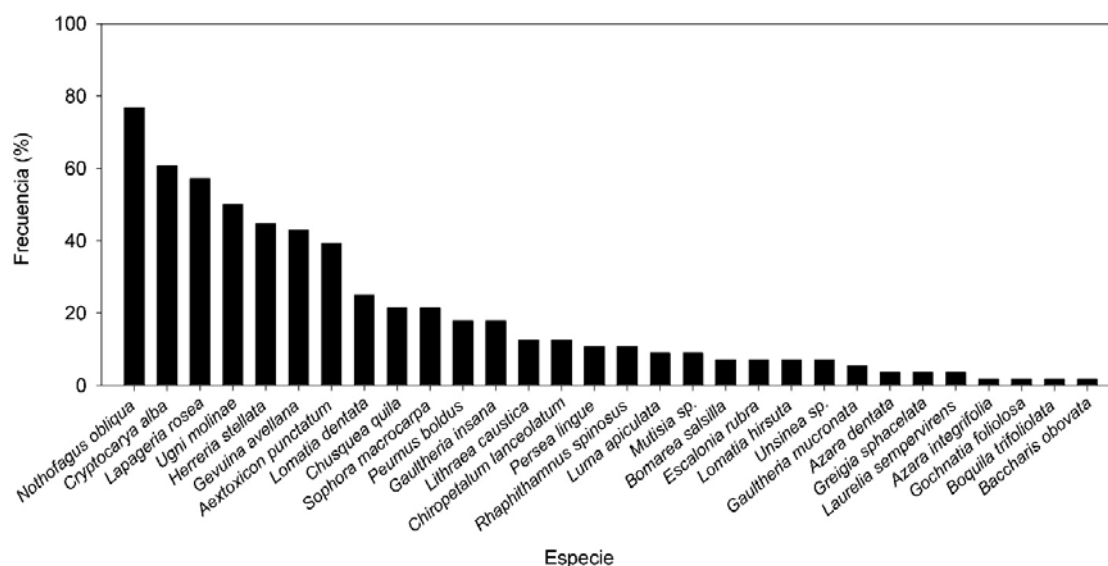


Figura 2. Frecuencias de especies nativas en bosque relicto productor de *B. loyo*.

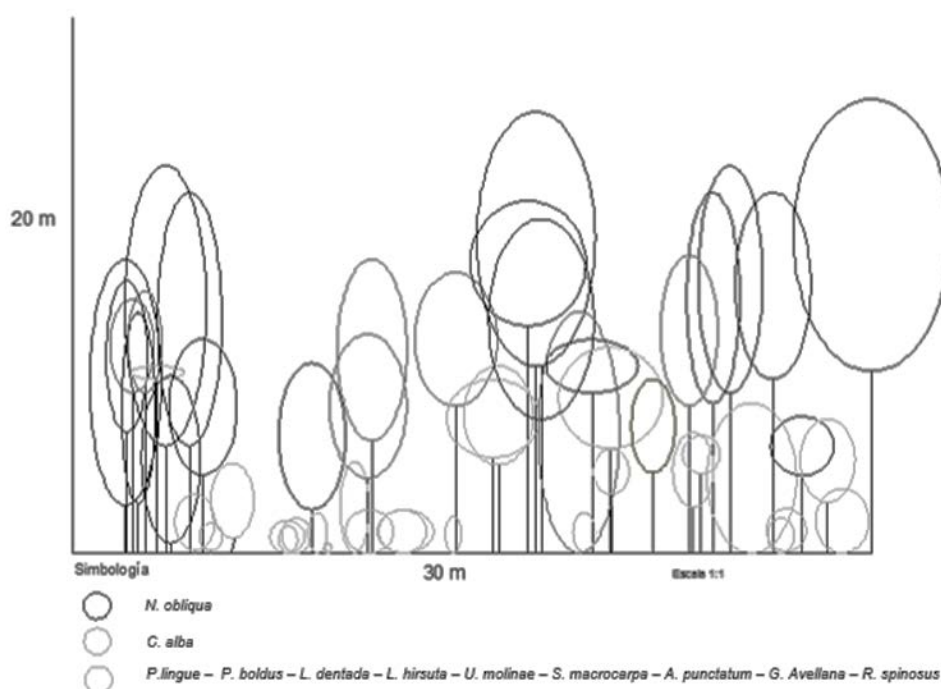


Figura 3. Perfil vertical del relicto de bosque en estudio. Sector Curali.

En la Tabla 1 se muestran los resultados del análisis del suelo granítico, los que indican condiciones de pH muy bajas en todo el perfil muestreado (4,96 a 4,92 unidades de pH), con gran presencia de materia orgánica en los primeros centímetros (16.5 %), disminuyendo ésta en profundidad (7,6 %). Los contenidos de nitrógeno (N), fósforo (P) y calcio (Ca) son de medios a bajos, con altos contenidos de potasio (K) y magnesio (Mg), especialmente en el perfil superficial (243,6 mg/kg y 1,55 cmol/kg, respectivamente). Se observan valores elevados de hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn) y cobre (Cu), en los primeros 20 cm del perfil.

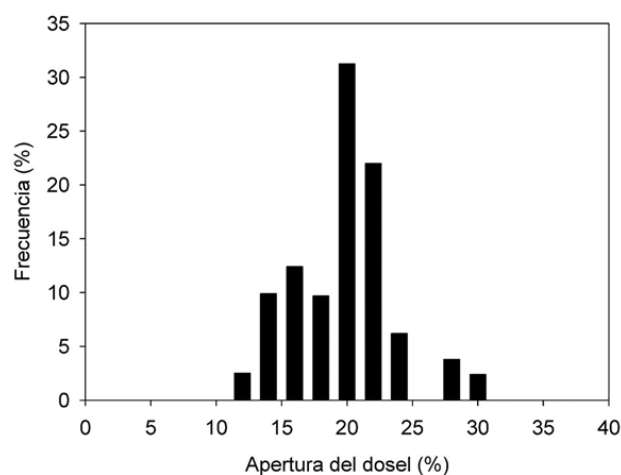


Figura 4. Condiciones lumínicas (% apertura de dosel) del bosque relicto estudiado.

Tabla 1. Características químicas del suelo del bosque relicto estudiado.

Profundidad (cm)	pH	MO (%)	N-NO ₃	P Olsen mgKg ⁻¹	K	Ca cmolKg ⁻¹	Mg	Fe	Mn mgKg ⁻¹	Zn	Cu
0-20	4,96	15,5	3,9	5,0	243,6	6,32	1,55	60,8	146,0	3,4	0,6
21-60	4,92	7,6	2,3	2,7	127,8	2,65	0,96	40,2	50,8	0,8	0,7

4. DISCUSIÓN

Los hongos silvestres comestibles suponen un recurso socioeconómico importante que, convenientemente gestionado, puede ser generador de ingresos en zonas de aptitud preferentemente forestal, a través de la recolección y la comercialización de sus productos (Lázaro, 2008; Honrubia *et al.*, 2008, Alvarado-Castillo *et al.*, 2015). Es necesario conocer las características ecológicas de las especies sujetas al aprovechamiento y la incorporación de la cultura y el conocimiento micológico local (Garibay-Orijel *et al.*, 2009, Alvarado-Castillo *et al.*, 2015). El relicto de bosque nativo estudiado con producción anual de *B. loyo*, está dominado por especies esclerófilas y siempreverdes. Allí, la especie ectomicorrícica *B. loyo* encuentra su(s) hospedero(s), y las condiciones ecológicas adecuadas para el desarrollo y fructificación. Fernández-Toirán *et al.*, (2011), sostiene que la composición de especies de las formaciones vegetales, su edad y su estructura determinan las especies de hongos que las acompañan, pues las plantas constituyen los hábitat y fuentes de energía para la mayoría de las especies fúngicas, las que por lo general, presentan algún grado de especificidad por el hospedante o el tipo de sustrato. Valenzuela *et al.*, (1998), Lazo (2001), Deschamps (2002), afirman que *B. loyo* es una especie micorrizógena endémica de los bosques de *Nothofagus* que requiere condiciones específicas de sitios para su fructificación. Esto limitaría su distribución únicamente a zonas de bosque dominadas por *Nothofagus*, condiciones cada vez más escasas y fragmentadas en Chile. Los cuerpos fructíferos de *B. loyo* se producen en el interior de los bosques, en zonas húmedas y oscuras, asociadas a raíces de *Nothofagus obliqua*, con fructificaciones principalmente en los meses de otoño (George-Nascimento, 2007). Estos resultados concuerdan a lo observado en este estudio, donde las fructificaciones se inician en el mes de abril con lluvias tempranas, y se extiende hasta la primera quincena de junio.

En la zona de estudio, la especie *B. loyo* comparte condiciones de bosque y de sitio con otros hongos comestibles como *Cortinarius lebre* Garrido y *Ramaria flava* Quel. Las condiciones del sitio presentaron poca heterogeneidad lumínica, en rangos de apertura de dosel que oscilaron entre un 11 a un 30 %, con un pH del suelo granítico ácido, gran presencia de materia orgánica

en los primeros 20 cm y contenidos altos de potasio y magnesio, al igual que de micronutrientes como hierro, manganeso, zinc y cobre. Al respecto, Last *et al.*, (1979), afirman que la disponibilidad de carbohidratos y nutrientes, en particular nitrógeno, fósforo y potasio, pueden condicionar la fructificación de macromicetos micorrícicos. Valenzuela *et al.*, (2013), sostiene que en los bosques los hongos micorrícicos son los más sensibles al depósito de nitrógeno, encontrando que la abundancia y diversidad de basidiocarpos de Agaricales micorrícicos en bosques secundarios de *Nothofagus obliqua* se reduce con el aumento en la concentración de nitrógeno nítrico en el suelo. Al respecto, Fernández-Toirán *et al.*, (2011), afirma que los parámetros del suelo, relativos a su composición química y a su estructura, pueden ser limitantes para muchos hongos, como ocurre con *Tuber melanosporum* Vittad, que solamente vive en suelos con alto contenido de caliza. Las condiciones particulares de sitio y de bosque para el desarrollo de *B. loyo* son escasas en la cordillera de la costa de VIII Región, en donde sólo se encuentran relictos de bosque nativo aislados y confinados por plantaciones de especies exóticas de *Pinus radiata* D. Don, *Eucalyptus globulus* Labill. y *Eucalyptus nitens* Maiden (Schulmeyer, 1978; Ibarra-Vidal *et al.*, 2005), especies no hospederas de *B. loyo*, y con condiciones edáficas y bióticas totalmente diferentes a las descritas anteriormente.

Son numerosos los factores que condicionan la presencia y fructificación de las especies fúngicas (Fernández-Toirán *et al.*, 2011). Se trata, tanto de factores bióticos, ligados principalmente a la comunidad de plantas y de hongos, y también, a factores abióticos relacionados fundamentalmente con el clima, el suelo y la fisiografía del terreno, los cuales interactúan entre sí (Fernández-Toirán *et al.*, 2011). Para algunas especies de alto valor comercial como *Cantharellus cibarius* Fr., *Tricholoma magnivelares* (Peck) Redhead y *Morchella sp*, se han efectuado estudios de su ecología (Pilz *et al.*, 1998; Pilz *et al.*, 1999; Pilz *et al.*, 2004). Ello ha permitido generar políticas de aprovechamiento sustentables y monitoreo de las poblaciones de dichas especies (Pilz y Molina 2002). Los *Boletales*, en particular *Boletus edulis* Bull., y sus parientes cercanos, *B. aereus* Secr., *B. aestivalis* (Paulet) P. y *B. pinophilus* Pilát y Dermek, son setas culinarias muy apreciadas en diversos países del mundo (Arora, 1986; Boa, 2004). Sólo en España se cosecha anualmente 2 millones de kilogramos frescos en los años más pobres, y excepcionalmente hasta 20 millones de kilogramos en años productivos, con medias anuales de aproximadamente 8 millones de kilogramos de *Boletus* (Oria de Rueda, 1989). Ello hace suponer que la especie nativa *B. loyo*, puede encontrar un mercado atractivo en Europa, teniendo en consideración sus propiedades culinarias, y la particularidad de un producto fresco de contraestación.

5. CONCLUSIONES

La especie *B. loyo* es un hongo ectomicorrícico comestible del bosque nativo que se desarrolla en condiciones específicas de sitio y de bosque, en donde la presencia de *Nothofagus obliqua* como especie hospedera es fundamental para su desarrollo.

El hongo comestible *B. loyo* requiere para su fructificación de condiciones de apertura de dosel que oscilen entre un 11 a un 30%.

La especie *B. loyo* es un hongo que puede fructificar en relicto de bosque nativo que tiene condiciones de suelo granítico, con pH promedio de 4.94, altos contenidos de materia orgánica, contenidos de N, P y Ca de medios a bajos, y valores elevados de K, Mg, Fe, Mn, Zn y Cu.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al Departamento de Ciencias y Tecnología Vegetal, Universidad de Concepción, Chile por el apoyo prestado, como también a los revisores anónimos de este trabajo por sus sugerencias y contribuciones.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado-Castillo, G.; G. Mata; G. Benítez-Badilla. 2015. Importancia de la domesticación en la conservación de los hongos silvestres comestibles en México. *Bosque* 36(2):151-161.
- Arora, D. 1986. *Mushrooms Demystified*. Ten Speed Press, Berkeley. 420 p.
- Bandala V.; L. Montoya; I Chapela. 1997. Wild edible mushrooms in Mexico: a challenge and opportunity for sustainable development. In *Mycology in sustainable development: expanding concepts, vanishing borders*, M. Palm e I. Chapela (eds.). Parkway, Boone, North Carolina. p. 77-90.
- Benítez-Badillo, G.; G. Albarazo-Castillo; M. Nava-Tablada; A. Pérez-Vásquez. 2013. Análisis del marco regulatorio en el aprovechamiento de los hongos silvestres comestibles México. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. Vol. 19(3): 363-374.
- Boa, E. 2004. *Los hongos silvestres comestibles: perspectiva global e su uso e importancia para la población*. FAO, Roma. 161 p.
- Christensen, M; S. Bhattarai; S. Devkota; H. Larsen. 2008. Collection and use of wild edible fungi in Nepal. *Economic Botany* 62(1):12-23.
- Deschamps, J. 2002. *Hongos silvestres comestibles del Mercosur con valor gastronómico*. Universidad de Belgrano. Documento de Trabajo 86. Buenos Aires, Argentina. 25 p.
- Fernández-Toirán, L.; T. Agreda; B. Agueda; F. Martínez-Peña. 2011. *Manual para la gestión forestal en Castilla y León*. Junta de Castilla y León, España. 430 p.
- Frazer, G.; C. Canham; K. Lertzman. 1999. *Gap Light Analyzer (GLA)*. Version 2.0: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, user's manual and program documentation. 40 p.
- Garigay-Origel, R.; M. Martínez-Ramos; J. Cifuentes. 2009. Disponibilidad de esporomas de hongos comestibles en los bosques de pino-encino de Ixtlán, Oaxaca. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80:521-534.
- George-Nacimiento, G. 2007. *Fungi Austral. Guía de campo de los hongos más vistosos de Chile*. Ed. Corporación Chilena de la Madera. Concepción, Chile. 200 p.
- Honrubia, M.; G. Pereira; A. Morte; A. Machuca. 2008. Recursos micológicos como elemento estratégico para la diversificación de la productividad forestal y el desarrollo rural. *Revista Chile Forestal* N° 335:47-49.
- Ibarra-Vidal H; C Sepúlveda; D Saavedra; E Maldonado. 2005. Propuestas de conservación de los bosques nativos en la cordillera del Maule y Biobío (VII y VIII Regiones). In Smith-Ramírez C.; J. Armesto y C. Valdovinos eds. *Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile*. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. p. 617-631.
- INIA. 1989. *Mapa agroclimático de Chile*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 221 p.
- Last, F; J. Pelham; P. Mason; K. Ingleby. 1979. Influence of leaves on sporophore production by fungi forming sheathing mycorrhizas with *Betula spp*. *Nature* (London) 280:168-169.
- Lázaro, A. 2008. El aprovechamiento micológico como vía de desarrollo rural en España: las facetas comercial y recreativa”. *Anales de Geografía* Vol. 28(2):111-136.
- Lazo, W. 2001. *Hongos de Chile. Atlas micológico*. Facultad de Ciencias, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 230 p.
- Marticorena, A.; D. Alarcón; L. Abello; C. Atala. 2010. *Plantas trepadoras, epífitas y Parásitas nativas de Chile. Guía de campo*. Ed. Corporación Chilena de la Madera. Concepción, Chile. 291 p.
- Martínez de Aragón, J.; D. Oliach; R. Henriques; J. Bonet. 2012. *Manual de buenas prácticas para la gestión del recurso micológico forestal*. Ediciones CTFC, España. 26 p.
- Martínez-Peña, F.; J. Oria de Rueda; T. Agreda. 2011. *Manual para la gestión forestal en Castilla y León*. Junta de Castilla y León, España. 430 p.

- Matteucci, S. y A. Colma. 1982. *Metodología para el estudio de la Vegetación*. Monografía OEA, Washington, D. C. 168 p.
- Oria de Rueda, J.; J. Olaizola; R. fraile; B. De La Parra; I. Santos; P. Martín-Pinto; A. Álvarez. 2009. *Silvicultura y ordenación micológica de montes arbolados y desarbolados en Castilla y León*. 5º Congreso Forestal Español. Editores. Sociedad Española de Ciencias Forestales. Junta de Castilla y León, España. p. 2-14.
- Oria de Rueda, J.; P. Martín-Pinto; J. Olaizola. 2008. Bolete productivity of Cistaceous Scrublands in Northwestern Spain. *Economic Botany* Vol. 62: 323-330.
- Oria de Rueda, J. 1989. Silvicultura y ordenación de montes productores de hongos micorrizógenos comestibles. *Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid* 13:175-188.
- Pereira, G.; D. Chávez; A. Machuca; L. Martínez-Suz; M. Honrubia. 2010. *Trufas: Alternativa de cultivo para agroforestadores de la Provincia del Bío Bío*. Editorial Universidad de Concepción. ISBN: 978-956-227-330-5. Los Ángeles, Chile. 46 p.
- Pérez-Moreno, J.; A. Lorenzana; V. Carrasco; A. Yescas-Pérez. 2010. *Los hongos comestibles silvestres del Parque Nacional Izta_Popo, Zoquiapan y Anexos*. Colegio de Postgraduados, SEMARNAT, CONACyT. Montecillo, Texcoco, Estado de México 167 p.
- Pilz, D.; J. Smith; M. Amaranthus; S. Alexander; R. Molina; D. Luoma. 1999. Mushrooms and timber, managing commercial harvesting in the Oregon Cascades. *Journal of Forestry* 97:4-11.
- Pilz, D.; N. Weber; M. Carter; C. Parks; R. Molina. 2004. Productivity and diversity of merel mushrooms in healthy, burned and insect-dmaged forests of northeastem Oregon. *Forest Ecology and Management* 198:367-386.
- Pilz, D.; R. Molina; L. Liegel. 1998. Biological productivity of *Cantharelle* mushrooms in and near the Olympic Peninsula Biosphere Reserve. *AMBIO Special Report* 9: 8-13.
- Pilz, D.; R. Molina. 2002. Commercial harvests of edible mushrooms from the forests of the Pacific Northwest United Satates: issue, management and monitoring for sustainability. *Forest Ecology and Management* 155:3-16.
- Rodríguez, G.; R. Rodríguez; H. Barrales. 1995. *Plantas ornamentales de Chile*. H. L Barrales. Editorial Aníbal Pinto. Concepción, Chile. 45 p.
- Rodríguez, R.; O. Matthei; M. Quezada. 1983. *Flor arbórea de Chile*. Editorial Universidad de Concepción. Chile. 408 p.
- Schulmeyer, D. 1978. Observaciones fitogeográficas sobre la Cordillera de Nahuelbuta. *Boletín Informativo* II trimestre. Santiago, Chile Instituto Geográfico Militar. p. 11-27.
- Steubing, L.; R. Godoy; M. Alberdi. 2002. *Métodos de Ecología Vegetal*. Valdivia, Chile. Editorial Universitaria. 345 p.
- Tovar-Velasco, J.; R. Garibay-Origel. 2000. La globalización y la etnobiología: el caso de los hongos. *Nanacatl* 1: 22-28.
- Valenzuela, E.; D. Barría; O. Martínez; R. Godoy; C. Oyarzún. 2013. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre la abundancia y diversidad de basidiocarpos Araricales s.l. en un bosque templado de *Nothofagus obliqua*. *Bosque* 34(1):63-70.
- Valenzuela, E.; G. Moreno; S. Garnica; C. Ramírez. 1998. Micosociología en bosques nativos de *Nothofagus* y plantaciones de *Pinus radiata* en la X Región de Chile: Diversidad y rol ecológico. *Revista Chilena de Historia Natural* 71:133-146.



NOTA TÉCNICA

Uso de residuos de carpintería de las especies *Prosopis alba* y *Pinus sp.* en la elaboración de paneles aglomerados

Using waste from carpentry of Prosopis alba and Pinus sp. in the manufacture of particleboards

Jiménez P. V.¹; J. C. Medina²; E. M. Pan²; A. P. Ruiz² y M. Umlandt²

Recibido en mayo de 2014; aceptado en octubre de 2016

RESUMEN

Este trabajo se llevó a cabo con el objetivo de investigar la factibilidad técnica del uso de residuos de acabado y desbaste en carpinterías para producir tableros aglomerados para uso interior.

Las virutas utilizadas son las que resultan del cepillado de las maderas de *Prosopis alba* Griseb y *Pinus sp.* y fueron adquiridas en carpinterías de Santiago del Estero y en la carpintería del Instituto de Tecnología de la Madera (ITM), Facultad de Ciencias Forestales, Santiago del Estero, Argentina.

Se fabricaron tres tipos de aglomerados: algarrobo puro, pino puro y mezcla de 50 % de ambas. Este ensayo se planificó así para obtener el efecto aislado de las partículas por provenir de diferentes especies (peso específico, humedad, geometría de la partícula, acidez de la madera, inclusión de corteza). Las virutas fueron encoladas con resina de urea-formaldehído. En los paneles elaborados se determinaron las siguientes variables: humedad, peso específico, hinchamiento a 2 y 24 hs y flexión estática de los paneles según Norma DIN.

Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó un diseño completamente aleatorizado de tres tratamientos y cinco repeticiones.

Las propiedades resultaron inferiores a lo exigido por Norma DIN. La causa principal de los valores bajos fue la forma y dimensiones de las virutas. De acuerdo a los resultados obtenidos los tableros aglomerados elaborados con virutas de algarrobo fueron los que se comportaron mejor en las condiciones del estudio.

Palabras clave: Propiedades físico-mecánicas; Tableros de partículas; Paneles de madera; Reciclado.

ABSTRACT

This research was aimed at investigating the technical feasibility of using carpentry wastes to produce indoor particleboards. The particles came from the *Prosopis alba* Griseb and *Pinus sp.* wood planning in the carpentry at the Institute of Wood Technology (IWT) of the Faculty of Forest Sciences, Santiago del Estero, Argentina. Only-algarrobo, only-pine and a 50-50 % mixture of both were the three types of panels produced. It was done this way for the isolated effect of each of the particles (i.e. specific weight, moisture content, particle geometry, wood acidity, bark use) can be determined. The particles were glued using urea-formaldehyde resin. The particle boards made were tested on their moisture content, specific weight, 2 to 24 hs thickness swelling and bending strength variables in accordance with the DIN standards. For the statistical analysis of the results, a completely randomized three treatments and five repetitions was used. The properties were lower than required by the DIN standards. It is thought that this is mainly due to the low values was the shape and dimensions of the particles. According to the results, the only-algarrobo particleboards were those that best behaved under these study conditions.

Keywords: Mechanical and physical properties; Particleboards; Wood panels; Recycled.

¹ Centro de Investigaciones y Transferencias de Santiago del Estero, CONICET. Ruta Nacional N° 9 Km 1125 s/n. CC 23. Correo Central. Buenos Aires 252. (4206), Argentina.

E-mail: paulavanesajimenez@gmail.com

² Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano (s) 1912. (4200) Santiago del Estero, Argentina.

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de los años, los residuos de madera se han considerado como un inconveniente para las industrias de transformación de la madera. En el mundo hay una tendencia cada vez más marcada a utilizar los residuos de la industria forestal, ya sea como materia prima para obtener otros productos o con fines energéticos. Esta tendencia obedece a razones económicas y a la necesidad social de proteger el ambiente (Instituto Galego de Promoción Económica, 2013).

Las ventajas ambientales de la recuperación y reciclaje de residuos de madera son: la reducción del uso de madera virgen, la recuperación de suelos degradados con estos residuos, el almacenamiento de dióxido de carbono, entre otras. (Asociación Española de Recuperadores de Madera, 2003; Instituto Galego de Promoción Económica, 2013).

Para ANFTA (2002) la principal ventaja ecológica de utilización de restos de madera por las industrias de tablero es la fijación de carbono que se acumula en los tableros, mientras que la quema de restos produce el efecto contrario: liberando CO₂ y, por lo tanto, contaminando la atmósfera.

La industria de paneles de fibra y de partículas son las empresas que prestan mayor interés a los residuos lignocelulósicos como materia prima para sus productos. Los residuos en estas industrias se transforman en productos con algunas características superiores a la madera sólida tales como: anchos continuos mayores, superficies lisas, disminución de la anisotropía y carencia de defectos localizados (Maloney, 1986).

Para la elaboración de aglomerados de calidad, los residuos en bruto presentan como característica negativa la mayor heterogeneidad. Normalmente estos son mezclas de varias especies y tanto la forma como las dimensiones son variadas. Esta falta de uniformidad se acentúa cuando las especies son de muy diferente peso específico. La forma y dimensiones son dispares dependiendo del peso específico, de la macro y microestructura del leño, de la humedad de la madera, del filo de la herramienta de corte y de la operación unitaria de origen.

Según un informe realizado por el INTI (Pasetti *et al.*, 2010) en Argentina, la industria de primera transformación genera 50 % de residuos y pocas empresas lo usan en calderas o los venden a otras industrias. Es más, muchas instalaciones los queman sin aprovechar el calor, sólo con el fin de mantener limpias las instalaciones de la fábrica. Se torna necesario entonces planificar que se hará con los residuos de madera. En el mismo informe se sugiere la realización de estudios que posibiliten la fabricación de tableros a baja escala con los residuos generados en la propia industria, con fines de autoabastecimiento, generando para su producción, iniciativas asociativas en polos regionales muebleros.

Celano *et al.*, (2006) estimó que en Argentina la cantidad de residuos anuales en forma de aserrín y virutas de bosques implantados ascendería a 250.000 m³. En la provincia de Santiago del Estero, Argentina, no existen estudios sobre la cantidad de residuos que se generan de la actividad maderera en general y menos aún de las carpinterías.

En el presente estudio se evaluó la incorporación de las virutas tal cual como salen de las carpinterías para tener una idea del piso de calidad de tableros que se puede obtener. Esta “línea de base” servirá de partida para poder cuantificar la calidad posible de obtener e identificar las eventuales modificaciones que permitan mejoras de los tableros.

Se eligieron las virutas de las especies de pino y algarrobo por ser las especies que más emplean las carpinterías de Santiago del Estero para la elaboración de muebles. Siendo la madera de algarrobo blanco la madera que por excelencia se consume, representando el 80 % su participación.

Si bien el uso de residuos en la fabricación de aglomerados es materia corriente en algunos países, según se lee en diferentes artículos, es escasa la información pública disponible existente sobre cómo y cuánto residuo incorporar a la fabricación de aglomerados.

El fin del presente trabajo es aportar nuevos conocimientos que contribuyan al uso de los residuos de carpintería en la industria del aglomerado de Argentina, a través del estudio del uso de residuos generados mediante las operaciones de acabado y desbaste en carpinterías, sin modificaciones, en la fabricación de aglomerados.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materiales

Virutas de madera: Para la elaboración de los tableros se utilizaron virutas de madera de algarrobo blanco y pino, resultantes de las operaciones de desbaste en carpintería. Las virutas de pino fueron compradas en una carpintería local y las de algarrobo fueron obtenidas en la carpintería del Instituto de Tecnología de la Madera.

Cola: llevó como base adhesiva resina de urea-formaldehído, cloruro de amonio como endurecedor y agua. Se utilizó esta resina debido a que el tablero está destinado para uso interior. La composición de la cola se estableció de acuerdo a la bibliografía consultada.

2.2. Métodos

Las partículas se secaron a una humedad final del 10 % recomendada para el adhesivo a utilizar. Luego fueron almacenadas en bolsas de plástico para evitar que absorban humedad del medio.

Una vez secas las virutas, se realizó la separación de las mismas por tamaño mediante el uso de 4 mallas con abertura de 8 x 24 mm; 10 mm; 8 mm y 0,3 mm, para conocer, por un lado, la composición granulométrica y, por otro, eliminar el polvo y las partículas más grandes. De las partículas obtenidas (6-22 mm) se separaron muestras al azar a las cuales se les midió largo y espesor para determinar el coeficiente de esbeltez.

Encolado de las partículas: La cantidad de cola (medida en gramos) en relación de peso seco de madera fue del 10 % calculado para un panel con una densidad de $0,70 \text{ g/cm}^3$. La cola se proyectó sobre las partículas mediante pulverización en una encoladora de tambor rotativo. La formación se realizó manualmente en un molde acorde a la dimensiones de la platina de la prensa (54 x 55,5 cm). El pre-prensado fue conducido a temperatura ambiente y por un tiempo de aproximadamente 30 segundos. El prensado del colchón de partículas se realizó en una prensa hidráulica de platos calientes a una temperatura de 100°C . Se elaboraron tres tipos de tableros (100 % algarrobo; 100 % pino y 50 % mezcla) con cinco repeticiones cada uno. Los tableros elaborados fueron depositados en una cámara con clima estándar a fin de lograr su estabilización. Estos tableros fueron pesados para determinar mediante el volumen sus pesos específicos y posteriormente calcular la Relación de Compresión.

Ensayos físicos y mecánicos

Se evaluaron las siguientes propiedades físicas y mecánicas, en función a lo estipulado en las normas DIN:

- Humedad (DIN 50014) con probetas de 50 x 50 mm.
- Peso específico (DIN 52361) con probetas de 50 x 50 mm.
- Resistencia a la flexión estática (DIN 52362) con probetas de 50 x 370 mm.
- Hinchamiento por 2 y 24 h. (DIN 52364) con probetas de 25 x 25 mm.

Se obtuvieron de cada panel: cuatro (4) probetas para el ensayo a la flexión, ocho (8) para la determinación de densidad y humedad, y diez (10) para el ensayo de hinchamiento.

Análisis estadístico de los datos

El experimento fue organizado con un delineamiento estadístico completamente aleatorizado con tres tratamientos y cinco repeticiones. Se realizó el Análisis de Variancia y Comparación de medias a través del Test de Tukey. Los datos fueron analizados con el software Infostat versión 2008 (Di Renzo *et al.*, 2008).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Características de la materia prima

La Tabla 1 presenta los valores medios del largo y espesor de las virutas de las dos especies, así como el coeficiente de esbeltez calculado.

Tabla 1. Valores medios del largo y espesor de las virutas y coeficiente del coeficiente esbeltez calculado para ambas especies.

Especie	Largo (mm)	Espesor (mm)	C.E.
Algarrobo	11,7	0,27	42,8
Pino	14,94	0,97	15,3

En la Tabla 1 se puede percibir la importante diferencia que existe entre los espesores de las virutas de ambas especies siendo las partículas de pino tres veces más gruesas; cosa que no ocurre con las longitudes, donde la viruta de pino resulta apenas un 30 % más larga. En ambos casos los espesores se apartan del ideal que está en torno al 0,5 mm (Medina, 2012). Esta situación era de esperarse y será una constante con el uso de residuos ya que las dimensiones de los residuos dependen en qué proceso productivo se originaron. No resultan semejantes los residuos generados en la carpintería fina que los de la carpintería de obra, a pesar de que provengan de la misma operación unitaria.

Los valores de coeficiente de esbeltez calculados están por debajo del mínimo de 60 recomendado por la literatura (Ginzel y Peraza, 1966). El mejor valor de CE, más próximo a 60, resultó el obtenido para el algarrobo. Estas últimas virutas fueron obtenidas como residuos de carpintería en el Instituto de Tecnología de la Madera, según los procedimientos y técnicas normales seguidas en la fabricación de muebles.

3.1.2. Granulometría de las partículas

El resultado del tamizado de las virutas de ambas especies arrojaron los resultados que se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Valores porcentuales de las distintas fracciones obtenidas en el tamizado, incluyendo polvo y rechazos.

Tamiz	Algarrobo (%)	Pino (%)
8x24	0	8,2
10	0	16,0
8	0	10,3
0,3	89,4	64,4
Polvo	10,6	1,1

De la Tabla 2 se pueden destacar la elevada cantidad de polvo presente en la fracción de algarrobo y la elevada homogeneidad de las partículas que conformaron sólo una fracción útil. Contrariamente la madera de pino presenta virutas más heterogéneas en cuanto a sus dimensiones conformando 4 fracciones, y por otro lado un bajo contenido de polvo.

Considerando que la cantidad de polvo que se genera en el corte de la madera depende de la humedad de la misma, resultando mayor la cantidad de polvo cuando más seca esta la madera (Medina, 2012), y teniendo en cuenta que la madera de algarrobo fue cepillada seca al aire, mientras que la de pino, fue procesada con una humedad apenas por debajo del punto de saturación de las fibras, la diferencia de contenido de polvo entre las muestras de ambas especies se atribuye principalmente a la diferencia de humedad de éstas al momento de ser cepilladas.

La explicación de la mayor heterogeneidad de las partículas de pino, frente a las de algarrobo, se puede atribuir a la mayor longitud de fibra del pino que provocó un menor número de quebraduras, y por último también al mayor espesor de la viruta.

3.2. Propiedades físicas

3.2.1. Peso Específico

Los parámetros estadísticos que describen el Peso Específico de los paneles se pueden ver en la Tabla 3.

Tabla 3. Valores medios y coeficiente de variación del peso específico de los tableros aglomerados.

Tratamiento	Peso específico	
	Media g/cm ³	C.V. %
Algarrobo	0,70	4,12
Mezcla	0,73	5,37
Pino	0,72	8,08

En la Tabla 3 se puede destacar que las medias de los tableros elaborados resultaron con valores de Peso Específico próximos al programado para el ensayo (700 kg/m³). Por lo que de acuerdo a FAO, 1968; Maloney, 1977 y el Instituto Forestal de Chile, 1987; citados por Carranza (2004), estos tableros se clasifican como tableros de media densidad. Los coeficientes de variación son bajos indicando que se trata de productos bastante homogéneos en términos de esta propiedad. No existe casi diferencia de peso específico entre los tableros elaborados ya que ninguna de las partículas empleadas tiene las dimensiones requeridas por norma para la fabricación de aglomerados.

Dividiendo los valores de Peso Específico de los aglomerados de pino puro y algarrobo puro entre los valores de Peso Específico de sus respectivas maderas sólidas se obtiene el parámetro denominado Relación de Compresión (Tabla 4).

Tabla 4. Relación de Compresión para los aglomerados puros de algarrobo y pino.

Especie	Peso específico (Kg/m ³)		Relación de Compresión
	Madera Sólida	Aglomerado	
Pino	500	730	1,46
Algarrobo	760	700	0,92

La Relación de Compresión debe ser superior a 1 para que se asegure un mínimo contacto entre partícula y partícula al momento del fraguado de la cola asegurando con ello un buen

encolado. Preferentemente debe estar alrededor de 1,3 (Medina, 2012). Este parámetro es importante para analizar el comportamiento en uso de los aglomerados y debe tenerse en cuenta para interpretar los resultados de las propiedades físicas y mecánicas del panel (Kajita, 1987). Como se puede observar los aglomerados de una y otra especie tienen valores cercanos al mínimo de Relación de Compresión de acuerdo a lo recomendado por la bibliografía consultada.

3.2.2. Hinchamiento en agua a 2 horas y 24 horas

Los parámetros estadísticos que describen el Hinchamiento en agua a 2 horas y 24 horas se pueden ver en la Tabla 5.

Tabla 5. Valores medios y coeficiente de variación del hinchamiento en agua a 2 horas y 24 horas de los tableros aglomerados.

Tratamiento	Hinchamiento			
	2 h		24 h	
	Media (%)	CV (%)	Media (%)	CV (%)
Algarrobo	4,56	27,97	8,17	26,27
Mezcla	12,00	39,19	15,76	22,78
Pino	19,61	22,70	23,74	20,77
Norma DIN	8		12	

De los valores medios presentados en la Tabla 5, tanto para el hinchamiento de 2 horas como para el de 24 horas se puede ver que en los tableros aglomerados con virutas de algarrobo menor es el hinchamiento, lo contrario ocurre con los tableros fabricados con virutas de pino. Por lo tanto, sólo los aglomerados de algarrobo puro presentan valores dentro de lo exigido por la Norma DIN 52364 usada como control. Para esta propiedad los valores de Coeficientes de Variación resultaron medianamente altos.

Con la finalidad de ver si estas diferencias son estadísticamente válidas se realizó el Análisis de Variancia para hinchamiento de 2 y 24 horas. Tanto para el caso de Hinchamiento de 2 horas como para el de 24 horas el Análisis de Variancia estableció que existen diferencias significativas entre los tratamientos con una certeza del 95 %.

A los fines de establecer entre qué medias de los tres tableros existen diferencias estadísticas se realizó un test de Tukey para el hinchamiento de 2 y 24 horas, cuyos resultados se presentan en la Tabla 6 y 7 respectivamente.

Tabla 6. Test de Tukey para comparación de medias de hinchamiento de 2 horas.

Tratamiento	Medias	Muestra	E.E	Comparación
Algarrobo	4,56	50	1,02	A
Mezcla	12,00	50	1,02	B
Pino	22,98	50	1,02	C

Obs. Alfa: 0,05. - Error: 51,9076 - G.L.:147

Tabla 7. Test de Tukey para comparación de medias de hinchamiento de 24 horas.

Tratamiento	Medias	Muestra	E.E	Comparación
Algarrobo	8,17	50	0,55	A
Mezcla	15,76	50	0,55	B
Pino	23,74	50	0,55	C

Obs. Alfa: 0,05. - Error: 14,8610 - G.L.:147

Tanto para el Hinchamiento en agua de 2 y 24 horas el valor medio del tablero de algarrobo puro resultó numéricamente menor al valor medio del tablero mezcla, y a su vez, el del tablero mezcla numéricamente menor al de pino puro. Esto es, estadísticamente el tablero más estable es el de algarrobo puro y el menos estable el de pino puro.

Entonces, teniendo en cuenta lo expresado por Zhou (1990), Kindle (1989) y Kajita (1987), la explicación del hinchamiento mayor del aglomerado de pino, respecto al aglomerado de algarrobo, se encuentra en el valor mayor de hinchamiento de la madera sólida de pino (11% vs 6,6%) y en el mayor grado de compresión de los aglomerados de pino (1,46 vs 0,92).

De este apartado se puede observar que, en las condiciones que fue conducido el experimento, el único aglomerado que reúne las condiciones exigidas por la Norma DIN, en valores de hinchamiento en agua, fue el de algarrobo puro.

3.3. Propiedades mecánicas: Flexión Estática

3.3.1. Módulo de resistencia a la rotura (MOR)

Los parámetros estadísticos del MOR correspondientes a la flexión estática se pueden ver en la Tabla 8.

Tabla 8. Parámetros estadísticos obtenidos en la determinación del MOR.

Tratamiento	MOR	
	Media(N/mm ²)	CV (%)
Algarrobo	5,56	25,80
Mezcla	6,51	29,93
Pino	7,06	30,05
Norma DIN	18	

En la Tabla 8 se puede ver que el valor medio de MOR para el tablero de pino puro resultó superior numéricamente al del tablero mezcla, y a su vez, el del tablero mezcla superior al de algarrobo puro. También se aprecia que ninguno de los aglomerados alcanza el valor exigido por la Norma DIN usada de control. Los valores de los Coeficientes de Variación son medianamente altos.

Del Análisis de Variancia del MOR se estableció que existen diferencias significativas entre los tres tratamientos con una certeza del 95 %.

A los fines de establecer entre qué medias de MOR de los tres tableros existen diferencias estadísticas se realizó un test de Tukey cuyo resultado se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9. Test de Tukey para comparación de medias de MOR.

Tratamiento	Medias	Muestra	E.E	Comparación	
Algarrobo	5,56	20	0,42	A	
Mezcla	6,51	20	0,42	A	B
Pino	7,06	20	0,42		B

Obs. Alfa: 0,05. - Error: 3,4529 - G.L.:57

La comparación de medias de MOR, para ver la diferencia estadística entre las mismas, se realizó a través del test de TUKEY. En virtud de ello se estableció que el aglomerado de pino puro resultó sólo superior estadísticamente al de algarrobo puro. Mientras que entre el aglomerado mezcla (50 % de pino y 50 % de algarrobo) y el de algarrobo puro no existió diferencia significativa. Con lo cual estadísticamente hablando, el tablero hecho con virutas de pino presenta valores más altos en esta propiedad.

Considerando que las condiciones de fabricación fueron constantes y teniendo en cuenta los tipos de maderas empleadas, era de esperar que la madera de pino, por su mayor longitud de fibra y su menor densidad, proporcione valores mayores de resistencia a la rotura por flexión. De por si la madera de pino sólida presenta un MOR superior al del algarrobo, esto es, 710 kg/cm² contra 630 kg/cm² respectivamente (MAGyP, 2011). Además, la madera de pino es de

menor peso específico que la de algarrobo (500 kg/cm^3 vs 760 kg/cm^3) hecho que favorece su compactación y por ende mejora su desempeño a la flexión (Poblete, 1979).

Según Contreras *et al.*, (1999) en la medida que las partículas sean irregulares en formas y tamaños se deben esperar que los tableros aglomerados elaborados a partir de ella resulten con baja resistencia a la flexión. En consonancia con esto las virutas utilizadas en este ensayo son de formas y tamaños variables por lo que esta razón explica, al menos en parte, los valores obtenidos.

3.3.2. Módulo de elasticidad (MOE)

Los parámetros estadísticos del MOE correspondientes a la flexión estática se pueden ver en la Tabla 10.

Tabla 10. Parámetros estadísticos obtenidos en la determinación del MOE.

Tratamiento	MOE	
	Media (N/mm^2)	CV (%)
Algarrobo	6442,90	12,48
Mezcla	4226,67	53,98
Pino	3699,55	31,33
Norma DIN	3400	

Los valores medios de MOE aumentan con el aumento de la cantidad de virutas de algarrobo; esto es, los aglomerados de algarrobo puro resultaron más rígidos que los aglomerados mezcla, y a su vez éstos, más rígidos que los de pino puro. Este resultado es totalmente contrario a lo ocurrido con el MOR, donde los de pino resultaron mejores a los de mezcla, y a su vez éstos mejores que los de algarrobo puro. En términos de MOE todos los aglomerados superan el mínimo exigido por la Norma DIN 52362; esto es, otra diferencia importante con el MOR, ya que ningún tablero alcanzó valores de MOR exigido por la misma Norma. Los valores de CV obtenidos fueron elevados, superiores al recomendado por la literatura consultada (10 %), esto se debió a las características y formas de las partículas utilizadas en este estudio.

Del Análisis de Variancia del MOE se estableció que existen diferencias significativas entre los tres tratamientos con una certeza del 95 %.

A los fines de establecer entre qué valores de medias de MOE existen diferencias estadísticas se realizó un test de Tukey cuyo resultado se presentan en la Tabla 11.

Tabla 11. Test de Tukey para comparación de medias de MOE.

Tratamiento	Medias	Muestra	E.E	Comparación
Algarrobo	6442,90	20	346,31	B
Mezcla	4226,67	20	346,31	A
Pino	3699,55	20	346,31	A

Obs. Alfa: 0,05. - Error: 2328673,2143 - G.L.:57

En la Tabla 11 se puede ver que el aglomerado de algarrobo puro resultó superior estadísticamente al de pino puro y al de mezcla. Mientras que entre el aglomerado mezcla (50 % de pino y 50 % de algarrobo) y el de pino puro no existió diferencia significativa. Con lo cual estadísticamente hablando se puede afirmar que el MOE del aglomerado de algarrobo puro es mejor que el de los restantes aglomerados.

Teniendo en cuenta que en la composición del aglomerado intervienen básicamente la madera y el adhesivo, las propiedades de estos materiales tendrán influencia sobre la fragilidad de los paneles. La fragilidad del adhesivo es mayor que la de la madera. La cantidad y forma de distribución depende en gran medida del espesor de las virutas.

El espesor medio de las virutas de pino resultan 3,59 veces mayor que el espesor medio de las virutas de algarrobo. Si consideramos que esta diferencia es sólo de 3 veces para compensar el efecto de la mayor compactación del aglomerado de pino, tendremos que, en el plano perpendicular a la superficie del mismo, por cada 2 líneas de cola en el aglomerado de pino se tendrán 4 líneas de cola en el aglomerado de algarrobo. Esto hace que el aglomerado de algarrobo tenga más líneas de fragilidad que el aglomerado de pino, y pudo ser el factor que influyó en el mayor MOE.

Ambas virutas presentaron valores de espesor distantes del valor recomendado que oscila entre 0,45 y 0,55 mm. O sea que el espesor del algarrobo resultó demasiado bajo y el de pino demasiado alto.

De esta experiencia se puede ver que en el mercado las de virutas de garlopa y cepilladora presentan una alta variabilidad tanto en forma como en dimensiones. Esta variabilidad depende indirectamente del tipo de producto que se elabora y directamente el mercado al que se destine el residuo.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Las virutas de una y otra especie resultaron muy diferentes en forma y dimensiones. En ninguna de las especies se alcanzó el mínimo recomendado de coeficiente de esbeltez. Se alejan de las formas dimensiones ideales por ser un residuo. Para mejorar esta propiedad recomiendo trabajar en sus dimensiones tratando de ajustarlas a los requerimientos de los aglomerados y tratarlas en el molino para homogeneizar las mezclas.
- Respecto al hinchamiento, los aglomerados de algarrobo puro fueron los únicos que en las 2 y 24 hs de inmersión en agua resultaron acordes a lo exigido por la Norma DIN 52364. La explicación se encuentra en el menor hinchamiento de la madera sólida de algarrobo (6,6 %) y en el menor grado de compresión del aglomerado de algarrobo (0,92). Para mejorar esta propiedad y permitir que los aglomerados de pino y mezcla se ajusten a lo exigido por la Norma, se debe reducir el espesor de la viruta de pino y aumentar el espesor de la viruta de algarrobo. Además se puede utilizar un agente hidrófugo.
- Los resultados del ensayo a la flexión estática demostraron que en relación al MOR ningún tablero alcanzó lo requerido por la Norma DIN. Esto ocurrió a causa de que las virutas utilizadas en este ensayo son de formas y tamaños variables. A los fines de mejorar esta propiedad, se deberían realizar una selección más precisa y/o trabajar en la reducción/homogeneización de las mismas mediante un molinado.
- Si bien en términos de Módulo de Elasticidad (MOE) todos los tableros resultaron ser superiores a lo exigido por Norma DIN, estos resultados no son suficientes si no se obtienen paralelamente valores aptos de MOR. Se deben mejorar las características de las partículas, reduciendo la diferencia de espesores de ambas especies para aumentar de esta forma el coeficiente de esbeltez.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asociación Española de Recuperadores de Madera. 2003. Recuperación de residuos de madera. VI Congreso Nacional del Medio Ambiente. Madrid, España. [en línea] Disponible en: <<http://www.conama.es/viconama/ct/pdfs/Resumenct94.pdf>>
- ANFTA (Asociación Nacional de Fabricantes de Tablero). 2002. Restos de madera: demasiado valiosos para ser quemados. Madrid. pp. 36

- Berterreche, A.; H. Poblete y P. Niemz. 1995. Propiedades de tableros de partículas de *Pinus radiata* D. Don con aserrín de la misma especie. Instituto Forestal (INFOR). *Ciencia e Investigación Forestal*. Chile. 9(1):73-90.
- Celano, J. A.; G. J. Jacobo y O. Pereyra. 2006. Desarrollo de paneles termoacústicos a base de residuos de madera para el mercado de la construcción. En actas de la XI Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad Nacional del Nordeste.
- Contreras, W. M.; M. E. Owe; J. D. A. Garay y Y. M. Contreras. 1999. Elaboración de tableros aglomerados de partículas de caña brava (*Gynerium sagittatum*) y adhesivo de urea-formaldehído. *Rev. Bosque* 43 (2): 129-135.
- Ginzel, W. y C. Peraza. 1966. Tecnología de los tableros de partículas. Ministerio de Agricultura, Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial, Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Madrid, España. pp187.
- Di Rienzo J. A.; F. Casanoves; M. G. Balzarini; L. Gonzalez; M. Tablada y C. W. Robledo. 2008. InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Instituto Galego de Promoción Económica. 2013. Gestión de residuos de la madera. [en línea]. [Fecha de consulta: 4 septiembre 2013]. Disponible en: http://www.bicgalicia.es/procedimientos/pdf/A-VII-01-a-1_Xesti%C3%B3n_de_residuos_da_madeira.
- Kajita, H. 1987. Oriented particleboard with Sugi thinnings (*Cryptomeria japonica*) I. *Mokuzai Gakkaishi*. Japon. 33 (11):865-871.
- Kindle, Ch. 1989. Herstellung von Spanplatten aus Quebracho Blanco und *Pinus Taeda*. Diplomarbeit zur Erlangung des akademischen Grades Diplom - Holzwirt. Universität Hamburg. Deutschland. 123 páginas.
- Maloney, T. M. 1986. Desarrollo de la industria de tableros de partículas en China. *Revista Unasylva*, 38 (151). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. [en línea]. [fecha de consulta: 23 marzo 2013]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/r6560s/r6560s00.htm#Contents>
- Medina, J. C. 2012. Guía de estudio cátedra Industrias Mecánicas de la Madera II. Carrera de Ingeniería en Industrias Forestales, Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Santiago del Estero, Argentina.
- MAGyP. 2011. Publicación: Industrias Forestales. Dirección de Producción Forestal, Subsecretaría de Agricultura, Secretaría de Agricultura Ganadería y Pesca, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. Buenos Aires, Argentina. p. 13-17.
- Normas DIN. 1988. Normen über Holz. Deutsches Institut für Normung e.v. Beuth – Verlag GMBH. Berlin, Köln, Frankfurt, Alemania.
- Pasetti, G.; L. Larosa y A. Ladrón González. 2010 Caracterización cuali y cuantitativa de residuos madereros y posibles aplicaciones por región. Instituto Nacional de Tecnología Industrial .INTI. Buenos Aires, Argentina. Encuentro de primavera 2010. p. 42-43
- Poblete, H. 1979. Inclusión de aserrín en tableros de partículas. *Rev. Bosque* 3 (1):39-46.
- Zhou, D. 1990. A study of oriented structural board made from hybrid poplar. Physical and mechanical properties of OSB. *Holz als Roh-und Werkstoff*. Germany. Volumen 48 p. 293:296.



NOTA TÉCNICA

Ajuste de un protocolo de injertación de *Corymbia citriodora* subespecie *variegata*

Improving a grafting protocol for Corymbia citriodora subsp. variegata

Vera Bravo C.¹ y J. A. López¹

Recibido en junio de 2015; aceptado en junio de 2016

RESUMEN

La propagación vegetativa por injerto, sobre todo en especies forestales de difícil capacidad de enraizamiento, es una herramienta que permite la clonación de árboles adultos selectos para el establecimiento de Huertos Semilleros Clonales (HSC), Huertos de Conservación *ex situ* y de genotipos selectos para la realización de cruzamientos controlados. Para el caso del género *Eucalyptus* el injerto de púa es el más utilizado. Los porcentajes de prendimiento son variables sobre todo si los materiales a ser injertados provienen de árboles adultos. El objetivo del presente trabajo fue identificar la mejor época para injertar ramas de copas de árboles seleccionados genéticamente de *Corymbia citriodora* subesp. *variegata* y con los rametos obtenidos, implantar un Huerto Semillero Clonal. Los resultados indicaron que la época más propicia para injertar es el otoño cuando las temperaturas durante el día, en promedio, son inferiores a 14 °C. De un total de 627 injertos realizados a partir de 16 árboles selectos de la población base de Mejoramiento que posee el INTA, el porcentaje de prendimiento varió entre 14 % y 54 % con un promedio de 34 %. Los rametos de los árboles injertados fueron implantados en la primavera de 2013 para conformar el primer Huerto Semillero Clonal.

Palabras clave: Injerto de púa; Eucalipto amarillo; Época de injertación.

ABSTRACT

Vegetative propagation of forest trees by grafting is a tool that enables to clone adult selected trees, particularly for those difficult to root species. Grafting in this case is used for the establishment of clonal seed orchards; *ex situ* conservation orchards and controlled breeding of selected trees. For the Genus *Eucalyptus*, cleft grafting is the most used. The percentage of graft arrest is variable, particularly if the graft scion derived from adult trees. The present work aim to identify the best time of the year to graft branches of the top of trees genetically selected of *Corymbia citriodora* subsp. *variegata* (CCV) and with the ramets obtained, to install a clonal seed orchard. The results show that the best time for grafting is fall, when the average temperatures during the day are less than 14° C. The percentage of grafting success varies from 14 to 54 % with an average of 34 % from a total of 627 grafts made with 16 selected trees of the base population of improve plants of INTA CCV. The ramets of the grafted trees were planted during the spring of 2013 to implement the clonal seed orchard.

Keywords: Cleft grafting; Spotted gum; Seasonal environmental conditions of graft.

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Bella Vista, CC N° 5. CP 3432, Bella Vista, Corrientes. E-mail: vera.bravo@inta.gob.ar

1. INTRODUCCIÓN

La propagación vegetativa por injerto, sobre todo en especies forestales de difícil capacidad de enraizamiento es una herramienta que permite la clonación de árboles adultos para el establecimiento de Huertos Semilleros Clonales (HSC), Huertos de Conservación *ex situ* y de genotipos selectos para utilizarlos en programas de cruzamientos controlados. De los tipos de injertos utilizados en especies forestales, la mayoría utiliza el injerto de púa, este tipo de injerto fue utilizado en varias especies de eucaliptos con diferentes porcentajes de prendimiento (Thulin y Faulds, 1962; Davidson, 1974; Van Wyk, 1977; Eldridge *et al.* 1993), así como para injertar diversas especies leñosas (Kalil Filho *et al.*, 2001). Los porcentajes de prendimiento son variables, sobre todo si los materiales a ser injertados provienen de árboles adultos. En especies del género *Eucalyptus* se recomienda la injertación en verano (CSIR, 2009). En general, los resultados dependen de factores genéticos y ambientales, así como el tipo de injerto utilizado (Eldridge *et al.* 1994). La injertación preferentemente debe realizarse en el menor lapso posible luego de ser cosechadas las ramas. El objetivo del presente trabajo fue identificar la mejor época para injertar ramas de copas de árboles adultos seleccionados genéticamente del eucalipto amarillo *Corymbia citriodora* subespecie *variegata* para la implantación de un Huerto Semillero Clonal.

2. MATERIALES Y METODOS

Durante los meses de mayo y junio de 2013 con temperaturas medias diarias de 14 °C se precedió a realizar el procedimiento de injertación en la EEA INTA Bella Vista (Latitud 28° 26' S y Longitud 58° 55' O). Para ello, se utilizaron ramas de copa de 16 árboles selectos de *Corymbia citriodora* subespecie *variegata* (CCV) de 12 años de edad. Dichos individuos fueron seleccionados en dos sitios del ensayo de orígenes ubicados en las localidades de Bella Vista (Latitud 28° 26' S y Longitud 58° 55' O y Paso de los Libres (Latitud 29° 32' S y Longitud 57° 02' O) en la provincia de Corrientes (sitios S1 y S2 respectivamente), los árboles selectos fueron identificados según su origen (Figura 2).

Las ramas que fueron extraídas se encontraban a 15-20 metros de altura. En general, las ramas no estaban en activo crecimiento al momento de ser extraídas. A su vez, se seleccionaron porciones de ramas secundarias con dos años de crecimiento donde las yemas axilares estaban en una fase latente.

A efectos de evitar dañar las yemas de los vástagos obtenidos de las ramas de la copa a ser injertados, primeramente, se eliminaron las hojas dejando solamente pequeños peciolos. Posteriormente fueron lavados y cepillados levemente en una solución de agua y unas gotas de detergente y enjuagadas con abundante agua corriente. Luego de un leve secado se sumergieron en una solución antifúngica de carbendazim al 0,2 % durante 5 minutos, dejándose escurrir hasta la eliminación del líquido de la superficie de los vástagos, luego se los colocó en bolsas plásticas para mantener la humedad de los vástagos hasta el momento de la injertación.

Como porta injertos o patrón se utilizaron plantas jóvenes (con vigoroso crecimiento) de 2 años de edad provenientes de semillas de la misma especie CVV y con un diámetro a la altura del cuello de 10 a 15 milímetros. Estas plantas crecieron en macetas de 12 cm de diámetro y 20 cm de altura, utilizando como sustrato corteza de pino compostada y con una fertilización de base de 2 g/l de osmocote 9M. Previo a la injertación se eliminaron las hojas basales y los brotes de los lignotubérculos de los porta injertos.

Se tomaron los vástagos y se hicieron cortes en forma de cuña (entre 1,25 a 2 cm de largo) en la parte proximal, los cortes fueron realizados con bisturí para lograr cortes limpios y

uniformes con el fin de facilitar un contacto perfecto entre los tejidos cambiales del vástago y del porta injerto.

Antes de realizar la unión, los porta injertos fueron descopados a una altura donde los diámetros del patrón y del vástago de la copa eran similares (entre 6 a 10 mm). Luego se realizó un corte longitudinal del tamaño de la púa del injerto para hacer coincidir los tejidos cambiales (como se observa en la Figura 1.a). Luego, se colocó una cinta de injertar alrededor de la unión y se cubrió con parafina las zonas cortadas del injerto y porta injerto para cerrar las heridas e impedir la deshidratación e ingreso de posibles contaminantes; inmediatamente después, se colocó una bolsa plástica transparente cubriendo el vástago y la zona de injerto formando una cámara húmeda para evitar la desecación del vástago injertado (Figura 1.b).

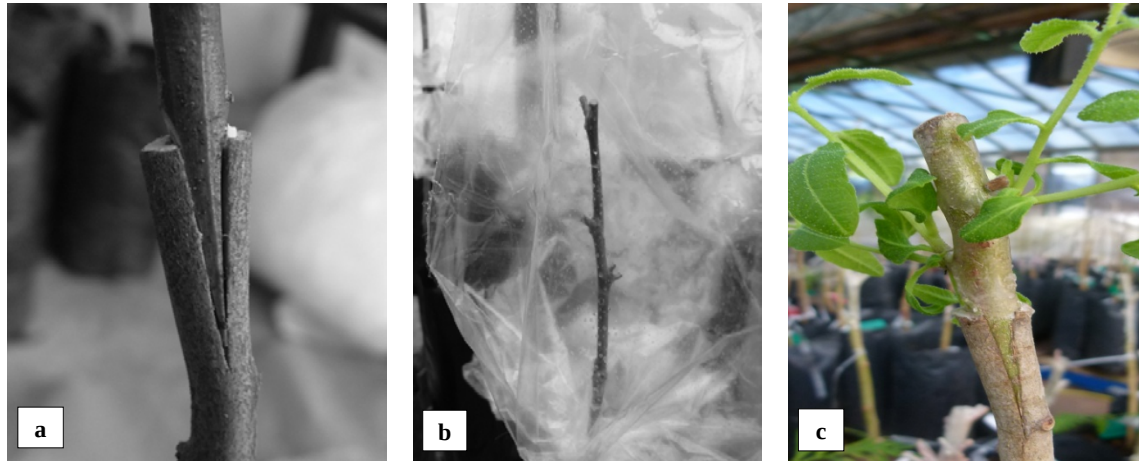


Figura 1. a) Unión de los tejidos entre el porta injerto y patrón donde previamente se había hecho un corte longitudinal **b)** para luego atar la unión y cubrirlo con bolsa plástica y **c)** injerto prendido en pleno crecimiento.

En total se realizaron 627 injertos, entre 28 y 48 injertos por árbol con un promedio de 39 injertos. Una vez realizados los injertos se ubicaron en un invernáculo de vidrio. Semanalmente los injertos fueron aireados quitando las bolsas plásticas durante aproximadamente un minuto. Los riegos se hicieron periódicamente y hasta capacidad de campo. En el periodo de injertación, que fue desde el 20 de junio al 20 julio (invierno) de 2013, la temperatura promedio diaria fue de 14 °C con valores mínimos y máximos de 6 y 22 °C respectivamente.

3. RESULTADOS

A los 20 días de realizado los injertos se comenzaron a visualizar los primeros brotes a partir de las yemas axilares. Cuando éstos alcanzaron un crecimiento de 1,5 cm de longitud se procedió al desatado durante las últimas horas del día, de todos aquellos injertos brotados; en general, este proceso fue realizado a partir de los 30 días posteriores a la injertación.

De los 625 injertos realizados, los resultados evidenciaron que el porcentaje de prendimiento fue variable entre los materiales injertados (Figura 2), el menor porcentaje registrado fue de 14 % y el mayor de 54 % para dos árboles procedentes del ensayo ubicado en Bella Vista. El porcentaje promedio fue de 34 %, duplicando al reportado anteriormente para esta misma subespecie (Vera Bravo y López, 2011). Dicho incremento se puede explicar por el reemplazo de la parafina como material protector por bolsas plásticas transparentes que minimizan la pérdida de humedad de los vástagos injertados.

En varias especies de eucaliptos se recomienda la injertación en verano (CSIR, 2009) o con temperaturas de 20-30 °C tal lo reportado por Venturini y López (2010) para *Eucalyptus camaldulensis*, no obstante en el Noreste Argentino las temperaturas del verano son extremas y no favorecen el prendimiento, obteniéndose resultados prácticamente nulos en primavera y principios del verano para CCV (datos no publicados). Por lo tanto, los resultados obtenidos indicarían que la injertación debe ser realizada durante finales de otoño e invierno, teniendo en cuenta que los inviernos en Bella Vista (Provincia de Corrientes) no son severos, registrándose sólo 4 a 6 días por año con temperaturas inferiores a 0 °C.

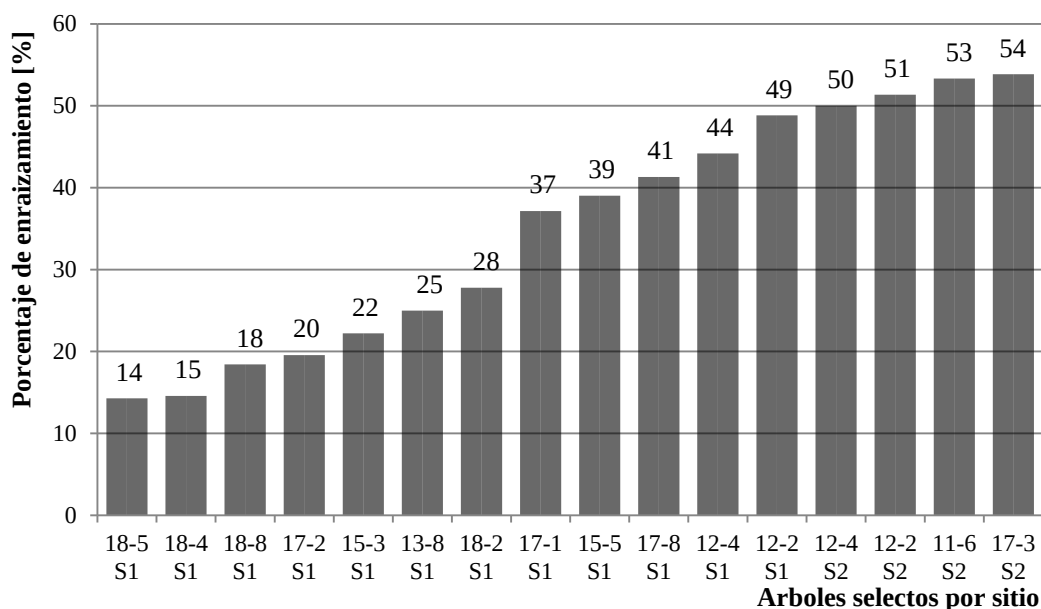


Figura 2. Porcentaje de prendimiento de los injertos de 16 árboles seleccionados de *Corymbia citriodora* subespecie *variegata*.

Los injertos prendidos (Figura 1.c) se trasplantaron a campo en el mes de noviembre (primavera) de 2013 en el lugar definitivo para la conformación de un HSC en la EEA del INTA Bella Vista. Luego de un año y medio de crecimiento a campo sólo se registró una anomalía de incompatibilidad sobre un total de 190 rametos plantados.

Los injertos logrados con púas obtenidas de brotes recolectados de ramas adultas, se espera que a los dos o tres años comiencen a florecer, ya que al injertar materiales adultos retoman un crecimiento vigoroso como indica Valdés *et al.* (2003) en *Pinus radiata*.

Los resultados obtenidos demuestran que este método de injertación sencillo y de bajo costo podría ser utilizado como una importante herramienta para movilizar genotipos selectos que consiste en la obtención de ramas de las copas de los árboles selectos desde el sitio del ensayo e injertarlas y que constituyen las primeras copias del clon (Ipinza y Vergara, 1988), en este caso, las copias se utilizaron para instalar HSC para la producción de semilla mejorada, para la obtención de abundante material vegetal en condiciones controladas para la posterior introducción *in vitro* (Perrin *et al.* 1997) así también para la conservación de material genético.

4. CONCLUSIONES

La injertación de esta especie por el método de injerto de púa se debe realizar durante fines de otoño e invierno en Corrientes, Argentina, cuando las temperaturas medias diarias son inferiores a los 14 °C dentro de un invernáculo.

La protección de los vástagos injertados debe ser realizada con bolsas plásticas transparentes hasta cuando los brotes tengan un centímetro y medio de longitud. En ese momento se debe proceder al desatado de las uniones y progresivamente ir eliminando las bolsas plásticas.

Se logró un método de injertación sencillo y de bajo costo que permitirá contribuir a la producción de semilla mejorada, conservación *ex situ* y propagación clonal de materiales selectos.

AGRADECIMIENTOS:

A los ayudantes Almirón Cristian y Sánchez Juan Ángel por la colaboración brindada para la cosecha de ramas de la copa utilizando un medio rápido, sencillo con bajo costo y riesgo de trabajo; a Rey Oscar, Aranda Adrián por la colaboración en la injertación.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CSIR. 2009. Tree Breeding Short Course, Vegetative propagation - Grafting. Chapter 17 p. 1-20.
- Davidson, J. 1974. Grafting *Eucalyptus deglupta*. N.Z. J. For. Sci. 4 (2): 204-10.
- Eldridge, K. G.; J. Davidson; C. E. Hardwood and G. van Wyk. 1994. *Eucalypt Domestication and Breeding*. Chapter 22 p. 232-240.
- Ipinza C. R.; R. Vergara. 1998. *Mejora Genética Forestal Operativa*. Eds.: Ipinza R.; Gutierrez B.; Emhart V. Valdivia, Chile. 153-165.
- Kalil Filho, A. N.; H. A. Hoffmann e F. Tavares Rodriguez. 2001. Mini-garfagem: Um novo Método para Enxertia do Mogno Sul-americano (*Swietenia macrophylla* King). EMBRAPA - Comunicado técnico 62. [Fecha de consulta: 14 Marzo 2013], p.1-4. Disponible en: <<http://core.ac.uk/download/pdf/15427915.pdf>>
- Perrin, Y.; Doumas, P.; Lardet, L. and Carron M.P. 1997. Endogenous cytokinins as biochemical markers of rubber-tree (*Hevea brasiliensis*) clone rejuvenation. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* 47:239-245.
- Thulin, I. J. and T. Faulds. 1962. Notes - *Grafting of Eucalypts*. NZJF 4, p.664-667.
- Valdés, A. E.; B. Fernández and M. L. Centeno. 2003. Alteration in endogenous levels of cytokinins following grafting of *Pinus radiata* support ratio of cytokinins as an index of ageing and vigour. *J. Plant Physiol.* 160:1407-1410.
- Van Wyk, G. 1977. Handling, Controlled Pollination and Grafting of *Eucalyptus grandis*. *Forestry Journal*. 101(1): 47-53.
- Venturini, M. y C. Lopez. 2010. "Propagación de árboles selectos por injerto de púas de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh". Quebracho Vol.18(1,2):101-105.
- Vera Bravo, C. D. y J. A. Lopez. 2011. Avances en la propagación vegetativa de *Corymbia citriodora* subesp. *variegata* (F. MUELL). V Reunión GEMFO, Buenos Aires, 15 -17 de Noviembre. p. 14.



NOTA TÉCNICA

Obtención de barbados de *Salix humboldtiana* Willd. (sauce criollo) destinados a su reintroducción en arroyos del centro de la provincia de Buenos Aires

*Breeding saplings of Salix humboldtiana Willd. (sauce criollo) for reintroduction into
riparian sites of the center of Buenos Aires province*

Bardi, J.¹; H. Borzone¹; C. D'Alfonso¹; R. Scaramuzzino¹; C. Villamil¹; J.
Laddaga¹ y G. Millione¹

Recibido en diciembre de 2014; aceptado en julio de 2016

RESUMEN

En Argentina la especie nativa *Salix humboldtiana* Willd. presenta un área extensa de distribución que abarca desde Salta, Jujuy y Formosa, hasta la Patagonia. En la actualidad, dentro de la cuenca del arroyo del Azul, en la provincia de Buenos Aires, su presencia es prácticamente nula. Como parte de un proyecto de investigación cuyo objeto es la conservación y difusión de la citada especie en los ambientes asociados a los cursos de agua ubicados en el centro y sur de la mencionada provincia, se evaluaron cuatro diferentes tratamientos para la obtención de barbados destinados a dicha finalidad. El material a propagar se obtuvo de una población espontánea de *Salix humboldtiana* establecida sobre las márgenes del río Sauce Grande (38°18'49.83" S; 61°43'35.38" O), próxima a la localidad de Saldungaray, provincia de Buenos Aires. Se realizó un ensayo factorial 2x2 en un DBCA con 4 repeticiones. Los tratamientos surgieron de la combinación de dos diámetros basales y de dos tiempos de hidratación de las estacas previamente a la plantación. La variable respuesta fue la altura total de la planta al final de una estación de crecimiento. El ANOVA permitió descartar la ausencia de interacción entre las variables, resultando significativa la variable diámetro basal de la estaca ($p=0,0265$). Se concluyó que las estacas mayores a 1 cm de diámetro en la base, son las más adecuadas para la obtención de barbados de esta especie.

Palabras claves: *Salix humboldtiana*; Especies nativas; Reintroducción; Multiplicación de Salicáceas.

ABSTRACT

Salix humboldtiana Willd. is a native tree species with a large distribution range from the Argentinian northernmost provinces of Jujuy, Salta and Formosa to the Patagonia. Its presence in the basin of the Azul stream is practically null nowadays. As part of a research project aimed at the conservation and propagation of the species in environments associated to the water courses of the area, four different treatments to obtain one year old breeding saplings were evaluated. The material was obtained from a wild population established on the banks of the Sauce Grande river (38°18'49.83" S; 61°43'35.38" W), near Saldungaray, province of Buenos Aires. A factorial test with four replications was carried out. The treatments resulted from combining two basal diameters (larger and smaller than 1 cm) and two humectation stages (with and without humidity) of the stalks previous to the plantation. The variable response was the length of the terminal shoot at the end of the growing season. The ANOVA demonstrated the absence of interaction between the variables, and significant differences to the stalk diameter variable ($p=0.0265$). We concluded that stalks larger than 1 cm diameter are the most suitable to obtain these plants.

Key words: *Salix humboldtiana*; Native species; Restoration; Propagation.

¹ Facultad de Agronomía. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Avda. Republica de Italia 780. (7300) Azul. CC. 47. Buenos Aires. Argentina. E-mail: fbardi@faa.unicen.edu.ar

1. INTRODUCCIÓN

El género *Salix*, de gran importancia forestal (Alonzo, 1989), comprende aproximadamente 300 especies, entre árboles, arbustos y plantas rastreras (Martini y Paiero, 1988). En Argentina, la única especie nativa es *Salix humboldtiana* Willd., que presenta una amplia área de dispersión desde Salta, Jujuy y Formosa, en el extremo norte, hasta la Patagonia (Ragonese y Rial Alberti, 1966).

Si bien la provincia de Buenos Aires cuenta con escasa presencia de formaciones leñosas nativas, a excepción de una franja al noreste y al sur de la misma, antecedentes bibliográficos dan cuenta de la existencia de *Salix humboldtiana* Willd., distribuida en ambientes del delta del Paraná (Burkart, 1957), la ribera platense y la isla Martín García (Lahitte y Hurrell, 1994), creciendo asociado con sauces exóticos. También aparece sobre márgenes de cursos de agua (Giaccio *et al.*, 2010), especialmente en las sierras australes (Dawson, 1967; Frangi y Bottino, 1995).

En el centro de la provincia de Buenos Aires su presencia se remonta a la época de plena ocupación de los pueblos originarios (Sarramone, 1997). Estudios paleobotánicos han evidenciado el uso de madera de *Salix* como combustible en el holoceno temprano hasta el tardío en el sector oriental del sistema de Tandilia (Brea *et al.*, 2001; Colobig, 2012). Si bien no es conocida la procedencia del material, se ha reportado además, la presencia de otras especies leñosas endémicas como *Baccharis tandilensis* Speg. y *Colletia paradoxa* (Spreng.) Escal., en restos de fogones establecidos en yacimientos arqueológicos ubicados en los actuales Partidos de Lobería y Balcarce, en el sudeste bonaerense. Estos hallazgos darían cuenta de los materiales leñosos disponibles en esa época, para ser usados como combustible (Prates, 2009).

Actualmente, dentro de la cuenca del arroyo del Azul, la existencia de la especie es prácticamente nula, reportándose la presencia de un par de ejemplares de origen desconocido, en las márgenes de dicho arroyo, en las cercanías de la ciudad homónima.

Diversos antecedentes en la bibliografía (Barrueto *et al.*, 2006; Feijoó y Giorgi, 2012; Carpanezzi *et al.*, 1999; Rodríguez García, 2002) dan cuenta de que la restauración de la vegetación nativa es objeto de estudios y acciones concretas en diferentes regiones del mundo.

En el mismo sentido los autores llevan adelante un proyecto de investigación (03/A198 - SECAT-UNCPBA) cuyo objetivo es la conservación y difusión de *S. humboldtiana* en los ambientes asociados a los cursos de agua ubicados en el centro y sur de la provincia de Buenos Aires.

La propagación asexual de especies del género *Salix*, incluida la especie de referencia, ha sido estudiada en nuestro país para obtener material de plantación con distintos propósitos: para el cultivo comercial, para restauración de la vegetación nativa degradada, y para ensayos de fitorremediación (Abedini *et al.*, 1999), entre otros. De los diferentes materiales que pueden obtenerse por macro propagación en vivero, el barbado asegura mayores porcentajes de prendimiento y un crecimiento inicial más vigoroso (Cozzo, 1976) principalmente cuando la plantación se realizará en condiciones en las cuales existe la posibilidad de enfrentar una situación de déficit hídrico. Como en la región de referencia esta situación suele presentarse frecuentemente durante el verano, se decidió escoger dicho material para la futura reintroducción.

En la obtención de barbados a partir de estacas existen antecedentes en la bibliografía sobre la influencia del grosor medio de las estacas como un factor que determina la calidad de las plantas obtenidas en vivero para un mismo clon (Malaspina, 1989), así como sobre el efecto negativo de la deshidratación, cuando luego de cortadas deben transportarse a grandes distancias (Ottone, 1993).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar los efectos causados en la altura de la planta, en barbados de una estación de crecimiento, destinados al proyecto de reintroducción antes

mencionado, a partir de la utilización de estacas de dos rangos de diámetro y sometidas a dos tiempos de hidratación, previamente a la plantación.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El material utilizado para la multiplicación de la especie *ex situ* provino de una población natural de *Salix humboldtiana* en estado de brinjal, establecida sobre un banco de sedimentos ubicado en el valle de inundación del Río Sauce Grande (38°18'49,83" S; 61°43'35,38" O) próximo a la localidad de Saldungaray, Provincia de Buenos Aires.

A partir de brotes de la última estación de crecimiento se obtuvieron estacas de 40 cm de largo seleccionándolas por su diámetro basal con la ayuda de un calibre manual. De esta manera se formaron dos grupos, uno con diámetro en la base menor a un (1) cm y el otro con un diámetro en la base mayor a un (1) centímetro, identificando y acondicionando las mismas para su posterior traslado a la ciudad de Azul. Al arribo al lugar de destino, se sometió a cada grupo por mitades, a dos (2) períodos de hidratación; doce (12) y setenta y dos (72) horas. Para ello, cada grupo de estacas se colocó verticalmente, con las yemas hacia arriba, en sendos recipientes plásticos abiertos, sumergidas en agua potable del grifo hasta dos tercios de su longitud, donde permanecieron durante el período de tiempo correspondiente.

Los tratamientos aplicados fueron:

- A. Estacas de menos de 1 cm de diámetro con hidratación de 12 h
- B. Estacas de menos de 1 cm de diámetro con hidratación de 72 h
- C. Estacas de más de 1 cm de diámetro con hidratación de 12 h
- D. Estacas de más de 1 cm de diámetro con hidratación de 72 h

El experimento se llevó a cabo en el vivero Didáctico – Experimental de Dasonomía de la Facultad de Agronomía (UNCPBA) ubicado en el Campus Azul (36°46'01,09" S; 59°52'58,63" O).

El ensayo ocupó una superficie total de 20,25 m². Para la preparación del sitio de plantación se efectuaron labores mecánicas con uso de cincel y posterior refinado con herramientas manuales. La distancia de plantación fue de 0,30 x 0,30 m y la profundidad de enterramiento de 0,20 m. Cada parcela incluyó 5 estacas y se utilizó una bordura simple de la misma especie en todo sentido. Con el fin de respetar los tiempos de hidratación del material, la plantación se llevó a cabo en dos fechas diferentes: 09/08/2013 y 12/08/2013. Posteriormente a la plantación se aplicó semanalmente una lámina de riego complementario de 1 milímetro durante los primeros cuatro (4) meses. El control de malezas se realizó de manera manual combinado con una (1) aplicación, a mitad del período evaluado, de un graminicida selectivo para latifoliadas. El producto utilizado fue una mezcla de Haloxifop-r-metil + aceite agrícola, a razón de 3 l/ha, pulverizándose con mochila en cobertura total. Al terminar la fase de caída de las hojas, el 26 de junio de 2014, se midió la altura total de cada individuo desde el cuello hasta el extremo de la guía, dándose con ello fin al ensayo.

El ensayo fue un factorial 2 x 2 en un diseño en bloques completos al azar (DBCA) con cuatro repeticiones (bloques), utilizándose como variable de respuesta la altura total del barbado al final de la estación de crecimiento. Se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) con el programa Infostat (Di Rienzo et al., 2011) y un test de Tukey para la comparación de medias. La prueba de Shapiro-Wilks (modificado) y el test de Levene permitieron validar los supuestos

de normalidad de los errores y la homogeneidad de las varianzas, no siendo necesario la transformación de los datos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos correspondientes a la variable de respuesta tomados a la finalización del ensayo se describen estadísticamente en la Tabla 1.

Tabla 1. Media, Desvío estándar, Coeficiente de variabilidad, Valores máximo y mínimo y mediana de la variable de respuesta, por cada tratamiento

Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx	Mediana
<1 con Humedad	20	1,38	0,27	19,88	0,56	1,75	1,38
<1 sin Humedad	18	1,28	0,21	16,41	0,99	1,75	1,24
>1 sin Humedad	20	1,49	0,23	15,62	1,08	1,93	1,52
>1 con Humedad	20	1,47	0,20	13,38	1,10	1,86	1,44

El ANOVA (Tabla 2) permitió descartar la ausencia de interacción entre las variables diámetro de estaca y tiempo de hidratación ($p=0,1237$). Esto permite analizar la significancia de los efectos principales (Tabla 3), resultando la hidratación no significativa ($p=0,5561$) y el diámetro de la estaca significativa ($p=0,0265$) a favor del diámetro mayor a 1 cm.

Tabla 2. Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Medición	16	0,65	0,41	8,65

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,09	6	0,01	2,74	0,0848
Diámetro	0,04	1	0,04	7,02	0,0265
Humedad	2,0E-03	1	2,0E-03	0,37	0,5561
Bloque	0,03	3	0,01	2,05	0,1774
Diámetro*Humedad	0,02	1	0,02	2,88	0,1237
Error	0,05	9	0,01		
Total	0,14	15			

Tabla 3. Test de comparación de medias

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,08327 Error: 0,0054 gl: 9

Diametro	Medias	n	E.E.
Mayor de 1 cm	0,90	8	0,03
Menos de 1 cm	0,80	8	0,03

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

Del análisis estadístico surge que la variable diámetro en la base de la estaca resultó significativa para explicar la altura total de la planta, ya que las de mayor longitud se obtuvieron a partir de diámetros mayores a 1 cm. Este resultado coincide con el obtenido por Carpanezzi *et al.* (1999) en Brasil en la multiplicación de sauces en envase, donde las estacas mayores a 1 cm de diámetro presentaron el mayor crecimiento.

La variable tiempo de hidratación, no arrojó significancia sobre la variable de respuesta evaluada.

4. CONCLUSIONES

El ensayo permitió determinar que en *Salix humboldtiana* es conveniente la utilización de estacas de diámetro en la base mayor a 1cm para la obtención de barbados de un año de raíz y uno de parte aérea. El experimento demostró, además, que prolongar el tiempo de hidratación de las estacas más allá de las 12 h no produce efectos significativos en la altura de la planta.

A partir de estos resultados, surge como interesante realizar un futuro ensayo que determine si existe un diámetro óptimo de estaca para lograr barbados de mayor altura. También debería incorporarse como variable de respuesta la relación peso seco del tallo sobre peso seco de la raíz, debido a su incidencia sobre la supervivencia en plantación en determinadas condiciones de sitio (Ruano Martínez, 2008).

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abedini, W.; S. Dessy; S. Sharry; C. Rivas; M. Traversaro; M. Romero; R. Torres y V. Mattia. 1999. Propagación vegetativa de especies forestales, frutales, aromáticas y medicinales. IV Simposio Nacional de Biotecnología Vegetal. REDBIO Argentina 99. Biblioteca Nacional, Auditorio Jorge L. Borges, Ciudad Autónoma de Buenos Aires. 12 p.
- Alonzo, A. 1989. Mejoramiento de los sauces. Disertación. En: Actas de Primeras Jornadas sobre Mejoramiento y Silvicultura del Género *Salix*. CIEF. Buenos Aires. p.13-26.
- Barrueto, P.; C. R. Moyano; E. N. Pérez y V. A. Zuñiga. 2006. Ficha suelos restauración ambiental en cuencas hidrográficas. Estabilización de riberas y control de inundaciones en cuencas hidrográficas de la zona central de Chile. *Chile Forestal* 3:17-18.
- Brea, M; A. Zucol y D. Mazzanti. 2001. Determinación de combustibles vegetales en cueva El Abra, provincia de Buenos Aires. XIV Congreso Nacional de Arqueología Argentina. Rosario. Cap. XXXI: p. 693-700.
- Burkart, A. 1957. Ojeada sinóptica sobre la vegetación del Delta del Río Paraná. *Darwiniana* 11:457-560
- Carpanezi, A. A; V. A. Souza y F. R. Tavares. 1999. Informacoes sobre estaquia do salseiro (*Salix humboldtiana* Willd). Embrapa Florestas. 15 p. (circular técnica N°3).
- Colobig, M. 2012. Estudios paleobotánicos del sitio 1, localidad arqueológica Lobería I, Buenos Aires, Argentina: aproximación al manejo de recursos vegetales. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 37 (1):137-158. ISSN 0325-2221
- Cozzo, D. 1976. Tecnología de la forestación en Argentina y América Latina. Ed. Hemisferio Sur. Bs. As. 610 p.
- Dawson, G. 1967. Salicaceae. En: Cabrera, A. *Flora de la Provincia de Buenos Aires*. Colección Científica INTA. Tomo IV. Parte 3. p. 4-7.
- Di Rienzo J. A.; F. Casanoves; M. G. Balzarini; L. Gonzalez; M. Tablada y C. W. Robledo. InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Feijoó, C. S. y A. Giorgi. 2012. Restauración de Arroyos Pampeanos: ¿Una Misión Imposible?. XXV Reunión Argentina de Ecología. Libro de resúmenes. 554 p.
- Frangi, J. L. y O. J. Bottino. 1995. Comunidades vegetales de la Sierra de la Ventana, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía de La Plata* 71 (1): 93-133.
- Giacchio, G.; P. Lateral y F. Cabria. 2010. Caracterización de parámetros biofísicos en ambientes ribereños de arroyos del sur y sudeste bonaerense que intervienen en la retención de sedimentos y nutrientes transportados por escorrentía superficial. I Congreso Internacional de Hidrología de Llanuras Azul, Buenos Aires, Argentina. 21 al 24/09/2010. Actas. CD. p. 647- 653.

- Lahitte, H. y J. Hurrell. 1994. Flora arbórea y arborescente de la Isla Martín García. Nativas y Naturalizadas. Serie Informe N° 47 CIC 229 p.
- Malaspina, E. H. 1989. Avances realizados en la Patagonia sobre Salicáceas por el centro de investigaciones forestales. *Revista de AFOA* año XLIII N°1/89: 54-63.
- Martini, F. y P. Paiero, 1988. I Salici D'Italia. Guida al riconoscimento e all'utilizzazione Pratica. Edizioni LINT Trieste. Italia.
- Prates, L. 2009. El uso de recursos por los cazadores - recolectores posthispánicos de Patagonia Continental y su importancia Arqueológica. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 34: 201-229.
- Ottone, J. R. 1993. Árboles forestales, prácticas de cultivo. Ed. Agro Vet . Bs. As. 565 p.
- Ragonese, A y F. Rial Alberti. 1966. Cultivo, utilización y fitotecnica de sauces en la República Argentina. IDIA- Suplemento Forestal 1966. p. 21-37.
- Rodriguez Garcia, C. 2002. Contribución al estudio de los *Salix* spp. en México. Tesis Profesional. Universidad de Chapingo. 143 p.
- Ruano Martínez, J. R. 2008. Viveros Forestales. Ediciones Mundi - Prensa. Madrid. España. 285 p.
- Sarramone, A. 1997. Historia del antiguo pago del Azul. Ed. Biblos Azul. 408 p.



TRABAJO CIENTÍFICO

Influencia de la densidad de plantación y la posición sociológica en el rendimiento y la calidad de madera aserrada de *Grevillea Robusta* A.

Influence of plantation density and sociological position on the yield and quality of Grevillea robusta A. sawn wood

Barth, S. R.¹; A. M. Gimenez²; M. J. Joseau³; M. E. Gauchat⁴ y D. Videla⁵

Recibido en agosto de 2015; aceptado en noviembre de 2016

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar la influencia de la densidad inicial de plantación y la posición sociológica de *Grevillea robusta* en el rendimiento y calidad de la madera aserrada. Se analizaron 6 individuos por cada tratamiento (densidad inicial de plantación) y dentro de ellos, por posición sociológica, se consideraron 2 ejemplares suprimidos (diámetros menores), 2 codominantes (diámetros medios) y 2 dominantes (diámetros mayores). La madera aserrada se tipificó según su calidad por grados apariencia, se consideraron cuatro calidades, según presencia o ausencia de defectos y dimensiones. A nivel de árboles individuales, a una menor densidad de plantación se obtuvieron mayores volúmenes en maderas de las calidades superiores. Realizado el análisis a nivel de rodal, influenciado por el efecto del número de árboles, las mayores densidades de plantación presentaron el mayor volumen de madera aserrada y de tablas de la mejor calidad, aunque en tablas de anchos en general por debajo de los requeridos por el mercado. En la medida que se requieran tablas de anchos mayores, éstas sólo podrán obtenerse de los tratamientos de menor densidad de plantación. El rendimiento fue también afectado por la posición sociológica del individuo dentro de cada tratamiento. Los árboles dominantes presentaron un mayor rendimiento en madera de la mejor calidad que los árboles codominantes y suprimidos.

Palabras clave: Manejo forestal; Apariencia; Tablas; Tipificación; Usos a la vista.

ABSTRACT

The goal of this work was to assess the influence of initial plantation density and sociological position on the yield and quality of *Grevillea robusta* sawn wood. Six individuals were analyzed for each treatment: two suppressed individuals (lower diameters), two co-dominant specimens (average diameters), and two dominant specimens (larger diameters). Saw wood was classified in terms of quality based on appearance, considering four qualities according to the presence or absence of defects and according to dimensions. At individual tree level, higher volumes were obtained at lower planting density in woods of the higher qualities. Analysis at the stand-level, greater plantation densities yielded the highest volume of sawn wood and best-quality boards, though the boards were in general narrower than those required by the market. If wider boards are needed, they will have to be produced from treatments with a lower plantation density. Yield was also affected by the sociological position of each individual in each treatment: dominant trees had a higher yield of best-quality timber than co-dominant and suppressed individuals.

Keywords: Forest management; Appearance; Boards; Classification; Visible applications.

¹ INTA EEA Montecarlo. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. E-mail: barth.sara@inta.gob.ar

² Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano (s) 1912. 4200 Santiago del Estero. Argentina. E-mail: amig@unse.edu.ar

³ FCA. universidad Nacional de Córdoba. E-mail: jajoseau@agro.unc.edu.ar

⁴ INTA EEA Montecarlo. E-mail: gauchat.maria@inta.gob.ar

⁵ Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. E-mail: dangalaret@hotmail.com

1. INTRODUCCIÓN

En la Provincia de Misiones, Argentina, la extracción de productos maderables originarios del bosque nativo viene siendo reemplazada por madera de plantaciones forestales. A pesar de que la industria forestal basada en productos de madera sólida en Misiones y en el noreste de Corrientes es, en cierta forma, muy diversificada (aserrados, compensados, tableros reconstituidos, impregnación, remanufacturas, etc.), el avance hacia una mayor industrialización se mantuvo limitado. Si bien a partir de 1990 se dio auge a la industria remanufacturera de madera este avance no fue muy notorio en lo que respecta a la industria del mueble (SPE-MEFPN, 2010). Un 56 % de las empresas, especialmente PyMES, no lleva una contabilidad sistematizada, el 67 % de las empresas no realiza costeos y el 68 % de las empresas no realiza mediciones de productividad (Naselli y Leibas, 2008). Por estos antecedentes se recomienda profundizar la concientización del sector en la importancia de trabajar estos aspectos. *Grevillea robusta* es una de las especies implantadas en la región para empleo como madera sólida. En el presente trabajo se realizó un análisis del rendimiento en volumen y por calidad de madera aserrada de esta especie. Más allá del mero conocimiento del aprovechamiento, interesa analizar el grado de calidad de la madera obtenida del aserrado según una tipificación por apariencia. Se considera como rendimiento en madera aserrada (porcentaje de aprovechamiento) a la relación entre el volumen de madera aserrada obtenido y el volumen de la troza antes del aserrío (Valerio *et al.*, 2007). Dicho rendimiento es afectado por factores como: especie, esquema de corte, tecnología de la maquinaria empleada para la realización del corte, dimensiones de las trozas aserradas, ahusamiento o conicidad, calidad interna de la troza (Steele, 1984; Rocha, 2000; Murara *et al.*, 2005; Valerio *et al.*, 2007; Vital, 2008). Estos últimos factores se ven afectados por el manejo silvícola, en nuestro caso, por la densidad de plantación (Mäkelä *et al.*, 2010; Fassola *et al.*, 2012). Las características de las trozas del rodal, que se ve influenciada por las distintas posiciones sociológicas de los individuos (árboles dominantes, codominantes y suprimidos), afectan el rendimiento y la calidad de la madera obtenida dado a factores dimensionales como presencia o ausencia de nudos muertos o vivos (Serrano, 1991). Investigaciones realizadas por Fahey y Ayer-Sachet (1993) indican que el diámetro de la troza es uno de los factores de mayor incidencia en el aserrío; demostrándose que en la medida que el diámetro aumenta también se incrementa el rendimiento de las trozas en el aserrío; por lo tanto el procedimiento de trozas de pequeñas dimensiones implica bajos niveles de rendimiento y menor ganancia en los aserraderos. Estudios realizados en Argentina consideraron las propiedades internas de rollizos podados de *Pinus taeda* (Fassola *et al.*, 2002), aunque la generación de una base de datos para predecir valores brutos y por grados de calidad de madera aserrada se encuentra en proceso de construcción (Fassola *et al.*, 2012). Es posible mencionar algunos estudios iniciales sobre los rendimientos en el aserrado de coníferas sometidas a distintos regímenes silvícolas, analizados bajo normas Factory y de apariencia (Fassola *et al.*, 2010; Winck *et al.*, 2015). En este contexto, el objetivo de este trabajo fue evaluar la influencia de la densidad inicial de plantación y la posición sociológica de *Grevillea robusta* en el rendimiento en el aserrado y la calidad de la madera según grados de apariencia. Ante la complejidad del planeamiento de la producción forestal este conocimiento puede considerarse como una herramienta fundamental para la toma de decisiones. Conocer las consecuencias productivas de distintas estructuras de la masa permitirá decidir el manejo silvícola más adecuado para optimizar el rendimiento de la producción de un rodal, atendiendo a los requerimientos de calidad del mercado.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La madera aserrada provino de un ensayo de *Grevillea robusta* bajo distintas densidades iniciales. El mismo fue instalado por INTA en vinculación con la empresa privada Danzer forestaciones S.A., actualmente Garruchos Forestal S.A. en el año 1995 (18 años de edad al momento del apeo) en Posadas, zona Sur de la Provincia de Misiones. Los tratamientos aplicados en el ensayo fueron 1500, 750, 375 y 162 árboles por hectárea. A todos los tratamientos se aplicaron 4 podas, con remoción de 30 % de copa verde por realce.

De cada tratamiento se cortaron 6 árboles aprovechando de cada uno de ellos 2 trozas de largo variable entre 2,4 y 4 m, según factibilidad dimensional y ausencia de defectos que disminuyeran el aprovechamiento o inutilizaran parte de la madera. El análisis de rendimiento presentado se efectuó en base a trozas de 2,4 m de longitud. En la selección de individuos a cortar, se adaptó la metodología propuesta por Kolln *et al.*, 2006. Los autores hacen referencia a considerar 2 individuos por cada posición social, dominantes, codominantes y suprimidos. En este estudio se trabajó con 2 árboles por clase diamétrica: Clase superior (D: diámetros superiores a 30 cm), media (CD: diámetros entre 20 y 30 cm) e inferior suprimidos (S: diámetros de hasta 20 cm). Esto se debió a que en el tratamiento de 162 a/ha se estimó que hubo escasa o nula competencia por recursos por lo que se consideró inapropiado hablar de árboles suprimidos.

Luego del apeo, se pintaron los extremos de las trozas a fin de mantener su trazabilidad en el proceso de aserrado y se llevaron a un aserradero. Para la determinación del rendimiento se realizó la cubicación de las trozas a partir de medidas de longitud y diámetro con corteza tomados en los extremos de las mismas. El volumen fue calculado a través de la fórmula de Smalian según la expresión: $V = (((\pi \cdot d_1^2)/40000) + ((\pi \cdot d_2^2)/40000))/2 \cdot L$, donde: V es el volumen de la troza (m³); d₁, el diámetro con corteza (cm) en punta gruesa de la troza (cm); d₂, el diámetro con corteza (cm) en punta fina de la troza; L, la longitud de la troza (m).

Las trozas fueron descortezadas y aserradas, extrayéndose dos costeros y un semibloque. El semibloque siguió su procesamiento obteniéndose un bloque central y dos costeros más. El bloque central fue aserrado mediante sierras circulares múltiples en piezas de 2,54 cm (1 pulgada) de espesor. Los costeros fueron reaserrados para la obtención de una pieza utilizable de una pulgada de espesor y un mínimo de 7,62 cm (3 pulgadas de ancho). Cada tabla fue cubicada a partir de sus dimensiones reales. Finalmente se obtuvo el rendimiento por tratamiento (densidad de plantación), por árbol (rendimiento general) y por troza, a partir de la expresión matemática: $R = ((\sum v_i) / v_1) \cdot 100$. Donde, R es el rendimiento en madera aserrada (%); $\sum v_i$ = sumatoria de los volúmenes de las tablas provenientes de la troza i (m³); v₁, el volumen total sin corteza de la troza que originó las tablas (m³).

La madera aserrada se clasificó según el grado de apariencia. Se priorizó la obtención de piezas de mayor valor económico en carpintería, empleándose para ello una adaptación de la norma de tipificación desarrollada para maderas duras por National Hardwood Lumber Association (NHLA, 2002). Se tomó en cuenta la proporción de madera libre de defectos para cada grado, adaptando las dimensiones establecidas por ella a las dimensiones de uso regional. Se consideraron cuatro calidades: FAS (tablas selectas adecuadas para molduras de mayor longitud con destino a carpinterías para elaboración de marcos de puertas, revestimientos interiores y muebles). N1 (tablas aptas para partes de muebles como armarios de cocina o bibliotecas, son piezas sin defectos visuales pero de menor longitud). N2 (tablas sin defectos de dimensión no superior a 60 cm). N2 nc son tablas que no clasifican por ancho menor a tres pulgadas. No se realizó reaprovechamiento de piezas cortas (menores a 2,4 m de longitud).

Para el procesamiento estadístico de los datos se empleó el software InfoStat (2014). Se trabajó con ajuste de funciones para la evaluación de tendencias. Las variables de rendimiento analizadas, a nivel individual y de rodal, según densidad de plantación, fueron: rendimiento general del individuo, rendimiento de la troza 1, rendimiento de la troza 2 y rendimiento por

hectárea. En relación a la influencia de la posición sociológica del individuo, se evaluó el rendimiento general del individuo sin diferenciar en cuanto a número de troza. El análisis de variancia se realizó a través de modelos mixtos, considerando efectos fijos (tratamiento, posición sociológica dada por la clase diamétrica considerada) y un efecto aleatorio (árbol). En todos los casos se trabajó con una probabilidad de 0,05.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de madera aserrada en función a densidad inicial de plantación

El análisis estadístico para el rendimiento en el aserrado individual arrojó diferencias significativas entre densidades iniciales de plantación (Figura 1).

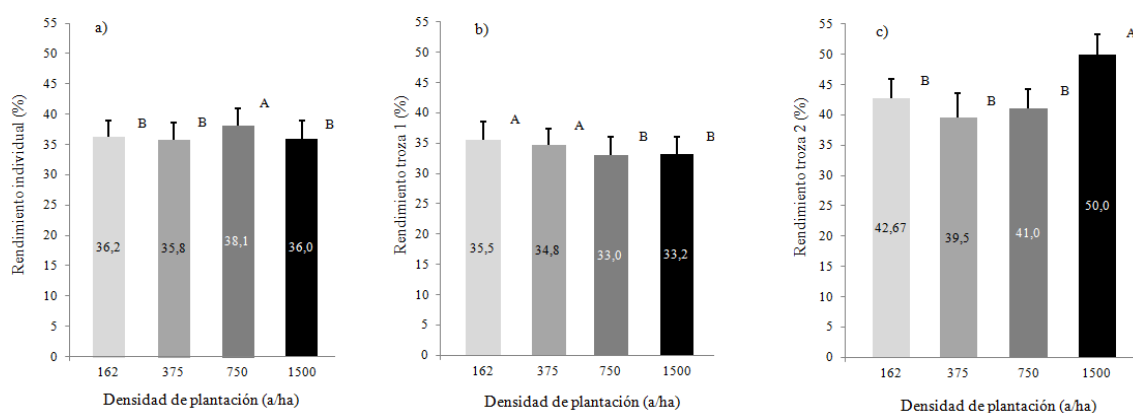


Figura 1. Rendimiento de aserrado según densidad de plantación. **a)** rendimiento general por árbol, **b)** rendimiento de la troza 1 (basal), **c)** rendimiento de la troza 2

El rendimiento por árbol fue mayor a 35 % en todos los tratamientos. Sólo presentó diferencias significativas el tratamiento de 750 a/ha, tratamiento que, dada su acumulación de biomasa puede ser el punto de inflexión que indique un aprovechamiento óptimo de los recursos (Barth *et al.*, 2016).

El rendimiento en el aserrado de la primer troza presentó mayor rendimiento a densidades de plantación de 162 y 375 a/ha, tratamientos donde los diámetros son mayores (Barth *et al.*, 2015). El rendimiento disminuyó en los tratamientos de las mayores densidades de plantación, se obtuvieron valores inferiores a 34 %. En la segunda troza el rendimiento es mayor en el tratamiento de mayor densidad de plantación, alcanzó un 50 %, esto se debe a una menor conicidad en las trozas (Tabla 1). En espaciamientos mayores el rendimiento decreció, presentó valores entre 39 y 43 %, no existiendo diferencias significativas entre ellos.

Tabla 1. Ahusamiento de la troza (cm/m)

Tratamiento	Dap medio (cm)	Altura de poda (m)	Ahusamiento			
			Troza 1		Troza 2	
162	32,99	4,50	3,86 A	(0,37)	1,57 A	(0,40)
375	29,02	4,50	4,05 A	(0,39)	1,46 A	(0,42)
750	25,44	5,20	3,27 B	(0,50)	1,82 A	(0,58)
1500	20,15	5,20	3,10 B	(0,27)	0,87 B	(0,31)

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($P > 0,05$). Valores entre paréntesis corresponden al error estándar del modelo.

Analizando lo sucedido a nivel de árboles individuales y clasificadas las tablas por grado de apariencia, (Tabla 2), la mayor proporción de las tablas de la mejor calidad de madera, se logró con el tratamiento de menor densidad de plantación.

Tabla 2. Rendimiento individual por grado de calidad según densidad de plantación.
Valores expresados en porcentaje

Calidades de madera	Densidad de plantación (a/ha)			
	162	375	750	1500
FAS	32	15	15	22
N1	12	25	19	15
N2	17	10	2	14
N2 nc	40	50	64	49
FAS + N1	43 A	40 A	34 B	37 B
N2 + nc	57 B	60 B	66 A	63 A

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

Observando el rendimiento de la troza 1 (Tabla 3), expresada por grado de apariencia, se puede observar que los rendimientos en calidad FAS se alcanzaron en los tratamientos de 1.500 y 162 plantas por hectárea, con un valor de 25 y 36 % respectivamente. La no diferenciación entre las densidades extremas puede deberse a que, cuando aumenta la densidad, la conicidad de las trozas es menor (Tabla 1). No se observó un patrón de comportamiento en los rendimientos de la calidad de la madera de la 1º troza según grados de apariencia de acuerdo a la densidad de plantación.

Tabla 3. Rendimiento de aserrado en troza 1 por grado de calidad, según densidad de plantación.
Valores expresados en porcentaje

Calidad de madera	Densidad de plantación (a/ha)			
	162	375	750	1500
FAS	36 A	16 B	15 B	25 A
N1	5 B	25 A	18 A	15 A
N2	14 A	9 B	0 B	20 A
N2 nc	45 B	50 B	67 A	40 B

FAS: madera sin defecto visual con destino a revestimientos interiores, marcos de puerta y muebles, N1: piezas sin defecto visual pero de menor longitud empleadas para partes de muebles, N2: tablas sin defecto con longitud de 60 cm o menos, N2 nc: tablas que no clasifican por tener un ancho menor a tres pulgadas (7,62 cm). Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($P>0,05$)

Al analizar los rendimientos de la segunda troza aserrable (Tabla 4), en el tratamiento de 162 a/ha se obtuvo la mayor proporción de madera de la mejor calidad (FAS). En las 3 menores densidades de plantación, se alcanzaron mayores rendimientos según grados de apariencia para N1, también con mayor incidencia de tablas N2 en los tratamientos de 162 y 375 a/ha. Las tablas N2 nc predominan en los tratamientos más densos.

Respecto al volumen absoluto, las menores densidades de plantación presentaron un mayor volumen individual y por ende, un mayor volumen en tablas obtenidas por troza (Figura 2). También, el mayor volumen de madera de las mejores calidades se encontró en el tratamiento de menor densidad de plantación (Figura 3).

Tabla 4. Rendimiento de aserrado en troza 2 según densidad de plantación.
Valores expresados en porcentaje según grado de calidad

Calidad de madera	Densidad de plantación (a/ha)			
	162	375	750	1500
FAS	22 A	12 B	14 B	15 B
N1	25 A	19 A	22 A	15 B
N2	23 A	17 A	6 B	1 B
N2 nc	30 B	52 A	58 A	69 A

FAS: madera sin defecto visual con destino a revestimientos interiores, marcos de puerta y muebles, N1: piezas sin defecto visual pero de menor longitud empleadas para partes de muebles, N2: tablas sin defecto con longitud de 60 cm o menos, N2 nc: tablas que no clasifican por tener un ancho menor a tres pulgadas (7,62 cm). Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($P>0,05$)

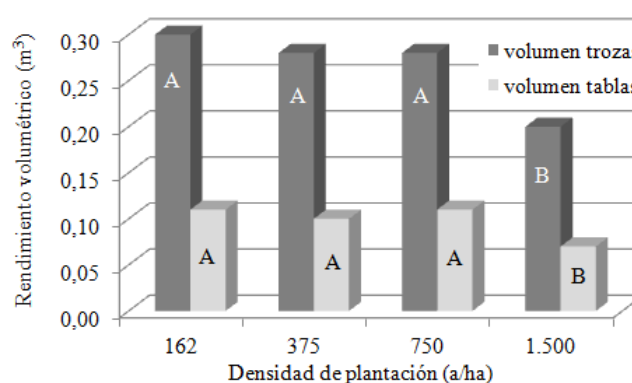


Figura 2. Rendimiento volumétrico medio de árboles individuales según densidad de plantación. Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($P>0,05$)

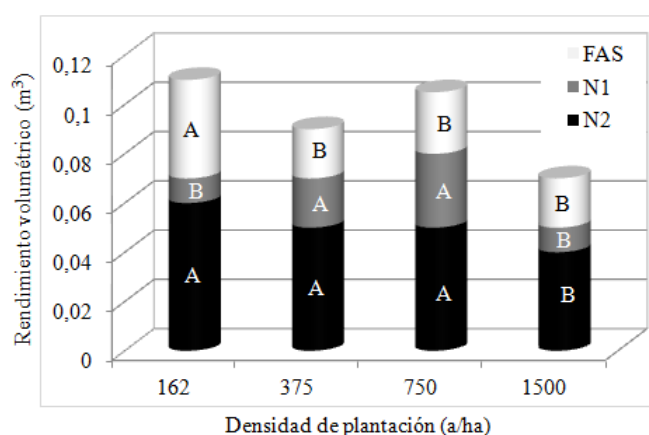


Figura 3. Rendimiento volumétrico medio de madera aserrada de árboles individuales según calidad y densidad de plantación. Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($P>0,05$)

Es importante considerar el mayor número de individuos por hectárea en las densidades mayores, ya que esto tiene influencia en el volumen total de madera producida (Barth *et. al.*, 2016). Por este motivo se presenta en la figura 4 un análisis comparativo de rendimiento en función a grado de calidad por tratamiento, considerando lo sucedido a nivel de rodal.

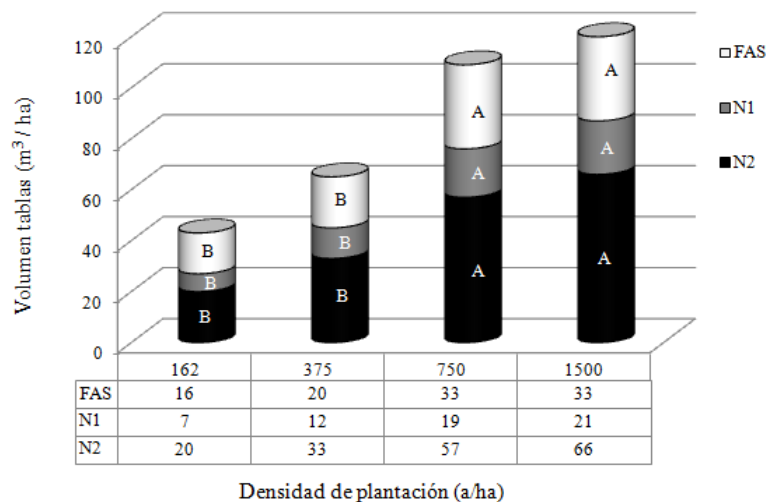


Figura 4. Rendimiento volumétrico medio de madera aserrada del rodal según calidad y densidad de plantación. Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($P>0,05$)

Una mayor densidad de plantación generó un mayor volumen de madera de calidad FAS. No obstante es indispensable tomar en cuenta no solo el volumen de producto sino también el requerimiento del mercado en cuanto a dimensiones mínimas de las tablas según uso. Para piezas de carpintería de mayores dimensiones se prefiere tablas con ancho mayor a 141 mm (6 pulgadas). Este producto se logró en los 2 tratamientos de menores densidades de plantación, más del 60 % de las tablas presentaron anchos superiores a 180 mm (Tabla 5).

Tabla 5. Proporción de tablas a obtener según ancho y densidad de plantación

Proporción de tablas (%)	Densidad de plantación (a/ha)			
	162	375	750	1500
≥ 240 mm	28 A	20 C	24 B	2 D
≥ 180 mm y < 240 mm	39 A	42 A	21 C	34 B
< 180 mm	33 C	38 C	55 B	64 A

Un análisis del ancho medio de tablas a obtenidas por densidad de plantación indicó que con 1500 a/ha se obtiene un valor de 143 mm, este valor se incrementa a 164 mm a 750 a/ha, no existiendo entre ambas opciones diferencias estadísticamente significativas. Estas diferencias sí surgen entre estos tratamientos y los de menor densidad de plantación, el tratamiento de 375 a/ha proporcionó tablas de ancho medio de 185 mm y en el tratamiento de 162 a/ha dicho valor fue de 187 mm, sin diferencia entre ellos.

Rendimiento de madera aserrada en función a la posición sociológica del individuo

Como el rendimiento de madera aserrada es influenciado por variables como diámetro de las trozas, su longitud y conicidad, entre otras, se evaluó el efecto que tuvo en él la posición sociológica de los individuos presentes en los distintos tratamientos (Tabla 6).

Tabla 6. Distribución diamétrica porcentual según densidad de plantación

Densidad de plantación a/ha	% árboles		
	dominantes	codominantes	suprimidos
162	72	24	4
375	52	38	10
750	46	30	24
1500	30	24	46

A mayores densidades de plantación se encontró un mayor número de individuos suprimidos y viceversa, a menores densidades de plantación se comprobó una mayor presencia de individuos dominantes y codominantes.

Analizando el rendimiento general del individuo en aserrado por posición sociológica, la diferencia entre estratos no supera el 2 %. El rendimiento de madera aserrada en los árboles dominantes alcanza 35,09 %, en los individuos codominantes el valor llega a 33,78 % y en los ejemplares suprimidos, el valor se reduce a 33,61 %, sin diferencias estadísticamente significativas entre ellos. Es además importante analizar el rendimiento en aserrado por grados de calidad, para cada estrato (Figura 5).

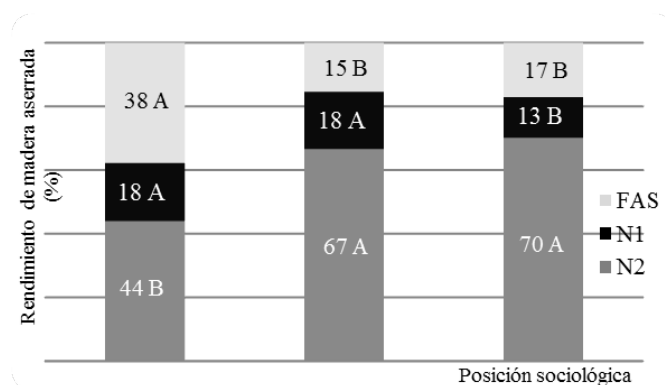


Figura 5. Rendimiento en aserrado por su grado de apariencia según posición sociológica. Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($P > 0,05$). D: árbol dominante, CD: árbol codominante, S: árbol suprimido

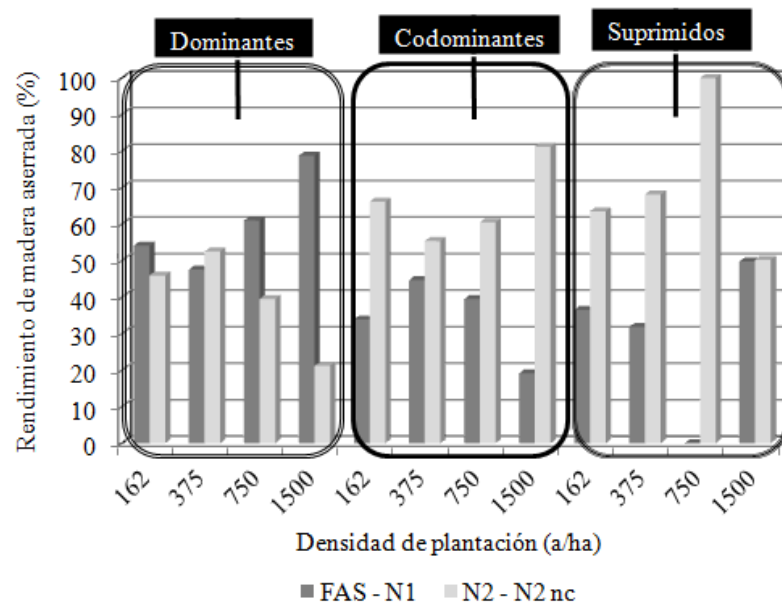
Las tablas de primera calidad (FAS) predominan en los individuos de la mayor clase diamétrica siendo de menor presencia en individuos de la clase diamétrica inferior. Los árboles de las clases diamétricas superior, dominantes y media evidenciaron una mayor proporción de madera de calidad N1 que los de la clase diamétrica inferior. El mayor volumen de madera de segunda calidad se encontró en los árboles que crecieron con mayor competencia entre individuos.

Considerando finalmente lo sucedido con los grados de calidad de la madera aserrada en los distintos tratamientos y posición sociológica (Figura 6), los árboles de la clase diamétrica superior, si bien en distinta proporción, mantienen un mayor volumen de madera de la mejor calidad en todas las densidades de plantación. Una excepción a lo aquí expresado fue el tratamiento de 375 a/ha. En todos los casos en los individuos de las clases diamétricas media e inferior tuvieron mayor proporción de madera de calidad inferior.

En este estudio, el volumen del árbol codominante y el suprimido representaron el 63 y 40 % del volumen del árbol dominante respectivamente.

La industria de la primera transformación de la madera en la zona se caracteriza por ser poco eficiente en el proceso de aserrado, solo en aserraderos de alta producción se alcanza un rendimiento medio de 50 %. Las industrias de menor tamaño, de menor tecnología y escasa formación del personal alcanzan un rendimiento cercano a 40 % (Martínez Pastur *et al.*, 2004; Baccon, 2010; Videla, 2015, com. pers.). El material restante de la troza se desperdicia, queda en forma de costeros, recortes y testas, virutas y aserrín. Hernández *et al.* (2014) mencionan para *Eucalyptus dunni* un rendimiento de 44,2 %. Olandoski *et al.* (1997) cita para *Pinus* sp un rendimiento de aserrado de 51 % y Cademaretori (2010) encontró para *Pinus elliottii* un rendimiento medio de aserrado de 38,6 %. *Grevillea robusta* arrojó un rendimiento general de trozas aserradas de entre 36 y 38 %. Distintos investigadores concuerdan con Fahey y Sachet (1993) en que la dimensión de las trozas es uno de los factores que más influyen en el rendimiento del aserrado. Esta afirmación pudo ser comprobada en forma contundente en

Grevillea robusta. Rocha (2000) menciona que trozas de menor diámetro presentan menores rendimientos, en *Grevillea robusta* esto se dio solo en la primera troza aserrada. No obstante, se debe tener en cuenta la disminución en la variedad de productos a obtener de trozas de menor dimensión, al no ser estas adecuadas para tablas de determinadas dimensiones y características de calidad según las normas empleadas para su tipificación (Murara Júnior, 2005).



FAS: madera sin defecto visual con destino a revestimientos interiores, marcos de puerta y muebles, N1: piezas sin defecto visual pero de menor longitud empleadas para partes de muebles, N2: tablas sin defecto con longitud de 60 cm o menos, N2 nc: tablas que no clasifican por tener un ancho menor a tres pulgadas (7,62 cm)

Figura 6. Rendimiento en madera aserrada según posición sociológica y densidad de plantación

Otros factores que influyen en el rendimiento son la longitud y diámetro de las trozas, su ahusamiento y el diagrama de corte empleado en el aserrado. Por este motivo la segunda troza de *Grevillea robusta*, y en especial en el tratamiento de menor ahusamiento, presentó un mayor rendimiento (Figura 1 c). En nuestro caso no se produjo un reaprovechamiento de las piezas de menor longitud. No se implementó el mejor diagrama de corte para *Grevillea robusta*, esto se debió a que, si bien, a mayores diámetros de trozas se dio mayores rendimientos, no todos los tratamientos permitieron su implementación dada las dimensiones alcanzadas. Un esquema de corte radial en cuartos optimizaría el veteado característico de la especie.

La decisión de la densidad de plantación estará vinculada a requerimientos dimensionales del mercado y precio diferencial dado por el grado apariencia del producto y su dimensión. No es suficiente considerar tan solo la maximización del volumen del rodal. Por ende, es probable que densidades de 1500 a/ha no sean adecuadas, sí un rango de entre 162 y 750 a/ha según el producto buscado.

4. CONCLUSIONES

La densidad de plantación y la distribución diamétrica de los árboles de *Grevillea robusta* afectaron la calidad y rendimiento de la madera.

El rendimiento en el aserrado de la primera troza fue mayor a menores densidades de plantación.

En la segunda troza aserrable la mayor densidad de plantación presentó mayor rendimiento debido a su menor conicidad.

Considerando el rendimiento general por árbol, sin diferenciar por troza aserrable, no existe evidencia de diferencia en rendimiento de aserrado según densidad de plantación, con excepción del tratamiento de 750 a/ha.

A nivel de árbol individual, las menores densidades de plantación presentaron una mayor proporción de madera de las mejores calidades.

Diferenciando la madera por troza de acuerdo a su calidad, las mayores densidades de plantación tuvieron en la primer troza mayor cantidad de madera de las mejores calidades. En la segunda troza la representación de las tablas de estas características fue mayor en el tratamiento de menor densidad de plantación.

Sin diferenciar calidades, el rendimiento en madera aserrada fue similar en las tres clases diamétricas consideradas.

La distribución diamétrica de cada densidad de plantación mostró que a menores densidades de plantación existió una mayor presencia de árboles de la clase diamétrica superior con un mayor rendimiento individual en madera de las mejores calidades. Los individuos de las clases diamétricas media e inferior generaron mayor proporción de tablas de calidades inferiores.

A nivel de rodal, el número de individuos propició que las mayores densidades de plantación concentraran el mayor volumen de madera de calidad FAS pero de menores dimensiones.

Los tratamientos con 375 y 162 a/ha fueron los únicos que permitieron obtener tablas con un ancho promedio superior a 185 mm ($\cong$ 6 pulgadas) en más del 50 % de las piezas.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración en tareas de campo y aserradero del personal de INTA EEA Montecarlo en la persona de los señores Otto Eduardo Knebel, Diego Aquino, Roberto Oscar Kobs y Lucas Giménez. El proyecto fue financiado por INTA y la Unidad para el Cambio Rural del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca a través del PIA 10051.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bacon, M. H. 2010. *Determinación del incremento de rendimiento de madera de calidad en aserrado de Eucaliptus grandis Hill ex Maiden, proveniente de plantaciones con manejo forestal*. Tesis de grado. Ingeniería en Industria de la Madera. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. 50 p.
- Barth, S. R.; A. M. Giménez; M. J. Joseau; M. E. Gauchat y H. E. Fassola. 2016. Compartimentalización de la biomasa aérea de *Grevillea robusta* A. en función a la densidad inicial de plantación. *Revista Scientia Florestalis* 44 (111). [en línea] Disponible en: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/leitura.asp?Article=11&Number=111>>

- Barth, S. R.; A. M. Giménez; M. J. Joseau; M. E. Gauchat; H. E. Fassola y E. H. Crechi. 2015. Comportamiento dendrométrico de *Grevillea robusta* A. implantada en Misiones, Argentina, a distintas densidades iniciales de plantación. *Revista Yvyrareta* 22: 11-23.
- Cademartori, P. H. G. de. 2010. *Qualidade da madeira serrada de Pinus elliottii Engelm procedente de florestas resinadas da região Sul do Rio Grande do Sul*. Trabalho de Conclusão de Curso - Faculdade de Engenharia Industrial Madeireira. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. Brasil. 82 p.
- Fahey, T. D. and J. K. Sachet. 1993. Lumber recovery of ponderosa pine in Arizona and New Mexico. USDA Forest Service Paper PNW-RP-467. Portland, Oregon, US, *Pacific Northwest Research Station*. 18 p.
- Fassola H.; E. Crechi; D. Videla y A. Keller. 2010. Estudio preliminar del rendimiento del aserrado de rollizos de rodales de *Pinus taeda* L. con distintos regímenes silvícolas. *Yvyrareta* 17:20-27.
- Fassola H.; J. Fahler; P. Ferrere; D. Alegranza y J. Bernio. 2002. Determinación del cilindro con defectos en rollizos podados de *Pinus taeda* L. y su relación con el rendimiento en madera libre de nudos. *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 31(1):121-137.
- Fassola, H. E.; D. Videla; A. E. Keller; E. H. Crechi; R. A. Winck; S. R. Barth y E. De Coulon. 2012. Rendimiento y valor bruto en el aserrado de árboles *Pinus taeda* L. bajo manejo silvopastoril: estudio de caso. [CD] Actas 15as. Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales - UNaM / EEA Montecarlo - INTA. - Eldorado, Misiones, Argentina. 8 p.
- Hernández, M.; C. Zaderenko y S. Monteoliva. 2014. Efecto de las tensiones de crecimiento en el rendimiento y calidad del aserrado de *Eucalyptus dunnii*. *Maderas. Ciencia y tecnología* 16(4):403-412.
- InfoStat. 2014. Software desarrollado por: Di Rienzo, J. A.; F. Casanoves; M. G. Balzarini; L. González; M. Tablada y C. W. Robledo. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- Köhl M.; S. Magnussen and M. Marchetti. 2006. *Sampling Methods, Remote Sensing and GIS. Multiresource Forest Inventory*. Ed. Springer. Berlin. Heidelberg. Serie Tropical Forestry, p. 17-69.
- Mäkelä, J. C.; G. Grace; K. Deckmyn and M. Campioli. 2010. Simulating wood quality in forest management models. *Forest A. Systems* 19:48-68.
- Martinez Pastur, G; J. M. Cellini; R. Vukasovic. 2004. *Aplicación de sistemas de regeneración con retención dispersa y agregada en bosques de Nothofagus pumilio de Tierra del Fuego. Aplicación a gran escala en un aserradero mediano*. Módulo Lenga. Subproyecto Aserradero. PIARFON BAP. 26 p.
- Murara Junior, M. I. 2005. Desdobro de toras de *Pinus* utilizando diagramas de corte para classes diamétricas. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. Brasil. 67 p.
- Murara Junior, M. I.; M. Pereira Da Rocha; R. Timofeiczky Junior. 2005. Rendimento em madeira serrada de *Pinus taeda* para duas metodologias de desdobro. *Floresta*, 35(3): 473-483.
- Naselli I. y L. Leibas. 2008. Informe Industrial. Industria maderera y sector muebles. FAIMA-INTI. Editorial Melipal. N° 215. [en línea] [fecha de consulta: Julio 2015]. Disponible en <http://www.informeindustrial.com.ar/verNota.aspx?nota=Industria%20maderera%20y%20sector%20muebles__90>.
- NHLA. 2002. *The illustrated guide to American Hardwood lumber grades*. National Hardwood Lumber Association. United States. 24 p.
- Olandoski, D. P.; M. A. Brand e E. Gorniak. 1997. Avaliação do rendimento, quantidade, qualidade e aproveitamento de resíduos no desdobro de *Pinus* spp. 5º EVINCI - Evento de Iniciação Científica da UFPR. Curitiba. Brasil. P. 379.

- Rocha, M. P. 2000. *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus dunnii* Maiden como fontes de matéria prima para serrarias. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil. 185 p.
- Serrano, R. 1991. Tecnología para el aserrío de trozas de diámetros menores. *Tecnología en marcha*. 12(1):89-98.
- SPE-MEFPN (Secretaría de Política Económica del Ministerio de Economía y Finanzas Públicas de la Nación). 2010. Plan de Competitividad Conglomerado Muebles de Madera de la provincia de Misiones. Programa de Competitividad del Norte Grande, préstamo BID 2005 OC/AR. Argentina. [en línea] [fecha de consulta: Marzo 2015]. 43 p. Disponible en: <http://www.mecon.gov.ar/programanortegrande/docs/misiones_muebles_pc_resumen.pdf>
- Steele, P. H. 1984. *Factors determining lumber recovery in sawmilling*. Gen. Tech. Rep. FPL-39. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 8 p.
- Valério, Á. F.; L. F. Watzlawick; R. T. Dos Santos; C. Brandelero e H. S. Koehler. 2007. Quantificação de resíduos e rendimento no desdobro de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze. *Floresta*, 37(3): 387-398.
- Videla, D. 2015. Rendimiento en aserraderos de coníferas y latifoliadas de la provincia de Misiones. Argentina. Cátedra Industrias Forestales I. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. (Comunicación personal).
- Vital, B. R. 2008. *Planejamento e Operações de Serrarias*. Viçosa: UFV, Brasil. 211 p.
- Winck, R. A.; H. E. Fassola; D. Videla; T. M. Suirezs; M. C. Area. y R. V. Pezzutti. 2015. Calidad de madera de *Pinus taeda* de 20 años de edad proveniente de rodales con diferente manejo silvícola. Acta 3° Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles - VIII Congreso Internacional de Sistemas Agroforestales. Iguazú. Misiones. Argentina. p 372-376.



TRABAJO CIENTÍFICO

Calidad física y fisiológica de semillas de *Baccharis crisper* Sprengel y *Baccharis salicifolia* Ruiz & Pav. para su domesticación

Physical and Physiological Quality of Baccharis crisper Sprengel. and Baccharis salicifolia Ruiz & Pav. seeds for their domestication

Aráoz S.¹; M. J. Joseau²; A. Meehan³ y R. Hernández⁴

Recibido en junio de 2015; aceptado en diciembre de 2016

RESUMEN

El objetivo fue determinar la calidad física y fisiológica de las semillas de *B. crisper* ("carqueja") y *B. salicifolia* ("chilca"). El material de *B. crisper* es procedente de Calamuchita y *B. salicifolia* de Capilla de los Remedios y La Estancita, localidades de Córdoba, Argentina. Se determinó el porcentaje de semillas vacías; se evaluó el porcentaje de germinación (PG); se caracterizaron las plántulas según categorías de ISTA (2006) y de acuerdo a ello se tipificó el género *Baccharis*. Se categorizó la calidad de las semillas según lo sugerido por De La Fuente. Se efectuaron cuatro repeticiones de 25 semillas sin seleccionar en *B. crisper*, mientras que en *B. salicifolia* fueron seleccionadas al tacto y consideradas semillas llenas. Se sembraron en bandejas plásticas sobre papel húmedo y se ubicaron en cámara de germinación a 20<=>30 °C y fotoperiodo de 16 h (oscuridad)-8 h (luz). Carqueja presentó un 70 % de semillas vacías y chilca 75 % (Capilla de los Remedios) y 45 % (La Estancita). Los porcentajes de germinación en carqueja fueron: escarificación (28 %), AG3 (27 %), calor (26 %), testigo (20 %) y nitrato de potasio (16 %) en tanto que en chilca en Capilla de los Remedios: testigo (36 %), frío (45 %) y calor (39 %) y en La Estancita: testigo (73 %), frío (68 %) y calor (66 %). Se tipificó el género *Baccharis* en el Grupo B.2.1.1.1. La calidad en *B. crisper* fue medianamente baja y en *B. salicifolia* media y medianamente alta, varía según su procedencia.

Palabras clave: *Baccharis* sp.; Carqueja; Chilca; Calidad de semillas; Tratamientos pregerminativos; Semillas vacías.

ABSTRACT

The objective was to determine the physical and physiological quality of *B. crisper* ("carqueja") and *B. salicifolia* ("chilca") seeds. *B. crisper* from Calamuchita and *B. salicifolia* from Capilla de los Remedios and La Estancita, places located in Córdoba, Argentina. The percentage of empty seeds was determined, germination potential was evaluated (GP), seedlings were characterized by ISTA categories and typified as genus *Baccharis*. Seed quality was categorized as suggested by De La Fuente. Four replications of 25 seeds were made. In *B. crisper* using unselected seeds while in *B. salicifolia* the seeds were selected through touch and only full seeds were considered. The seeds were sown in plastic trays on moist paper and placed in a germination chamber 20<=>30° C and photoperiod of 16 hours darkness -8 hours light. In carqueja 70 % of empty seeds were observed, while in chilca from Capilla de los Remedios 75 % and 45 % for those from La Estancita. The GP of carqueja were: control (20 %), GA3 (27 %), scarification (28 %), heat (26 %) and potassium nitrate (16 %) while in chilca from Capilla de los Remedios: control (36 %), cold (45 %) and heat (39 %) and from La Estancita: control (73 %), cold (68 %) and heat (66 %). The genus *Baccharis* was typified in Group B.2.1.1.1. Physiological quality of *B. crisper* was moderately low, while in *B. salicifolia* was intermediate and moderately high, these varying depending on the provenance.

Key words: *Baccharis* sp.; Carqueja; Chilca; Quality seed; Pregerminative treatment; Empty seeds.

¹ Laboratorio de Análisis de Semillas. Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba (FCA-UNC). C.C. 509. 5000. Córdoba, Argentina. E-mail: susaraoz@agro.unc.edu.ar

² Silvicultura. FCA-UNC

³ Espacios Verdes. FCA-UNC

⁴ Botánica Taxonómica FCA-UNC

1. INTRODUCCIÓN

El género *Baccharis*, perteneciente a la familia Asteraceae, está representado por más de 500 especies (Dupont, 1966; Malagarriga Heras (1976), cit. por Gonzaga Verdi, 2005). En Argentina se estima que existen 98 especies nativas entre las que se encuentran *B. crispa* y *B. salicifolia*, (Ariza Espinar, 2006; Zuloaga *et al.*, 2008).

Baccharis crispa (“carqueja”) es un subarbusto bajo dioico, glabro, ramoso de 15-45 cm de altura, posee cipselas con 10-costados, glabras, de 1,5-2 mm de longitud, ligeramente comprimidas y provistas de papus biseriado, blanco o rosado (Cabrera, 1963; Barboza *et al.*, 2001; Davies *et al.*, 2004; Pensiero *et al.*, 2012). Se distribuye geográficamente en Buenos Aires, Catamarca, Chubut, Córdoba, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Misiones, Río Negro, Salta, Santa Fe, San Juan, San Luis, Tucumán y en los países limítrofes: Brasil, Paraguay y Uruguay (Barboza *et al.*, 2001; Ariza Espinar, 2005; Zuloaga *et al.*, 2008). Frecuentemente es considerada maleza (Cabrera, 1963), aunque está listada como “presionada” debido a la abundante y descontrolada recolección por sus múltiples usos tales como medicinal, tintóreo, aromática y artesanal (Barboza *et al.*, 2001; Pensiero *et al.*, 2012).

Baccharis salicifolia (“chilca, chilca blanca, chilca amarga, suncho”, entre otros), es un arbusto dioico de 1,5 a 2,5 m de altura, posee cipselas glabras, rojizas, con 5 costillas blancas de 1 mm long. y papus blanco (Cabrera, 1963). Se lo encuentra desde la Patagonia hasta Jujuy y crece en toda la provincia de Córdoba. Presenta usos múltiples, medicinal, tintóreo, ornamental y melífera (Marzzoca, 1997; Nuñez y Cantero, 2000; Gonzaga Verdi *et al.*, 2005; Ariza Espinar, 2006; Pensiero *et al.*, 2012).

Ambas especies se reproducen por semillas (Davies *et al.*, 2004; Ferri *et al.*, 2009; De La Fuente *et al.*, 2011), siendo su calidad un aspecto importante para la domesticación. Popinigis (1974) señala que la calidad de la semilla es la sumatoria de los atributos físicos, fisiológicos, genéticos y sanitarios.

La calidad física comprende entre otros aspectos la proporción de semillas llenas y bien desarrolladas, no infestadas por insectos o no afectadas por otro tipo de daño (Gold *et al.*, 2004). Por otra parte se encuentran las semillas vacías, definidas por ISTA (2012) como aquellas que están completamente vacías o que contienen solamente algo de tejido residual. Las semillas y frutos de la mayoría de las especies silvestres muestran heterogeneidad en el período de maduración, característico en la familia Asteraceae (ENSCONET, 2009). Así, en *Centaurea pumilio* se observa que la maduración de los aquenios de cada capítulo no es simultánea, presentando aproximadamente un 30 % de aquenios vacíos o inmaduros, de igual modo que en *Ptilostemon niveus* y *Senecio candidus* (Red GENMEDOC, 2006). Aráoz *et al.* (2012), en *Eupatorium tweedianum* informan 35 y 80 % de semillas vacías durante la cosecha en los años 2010 y 2011, respectivamente. Tardáguila (2004) afirma que los bajos porcentajes de germinación en *B. crispa*, *B. notoserigila* y *Solidago chilensis* se deben a la elevada proporción de semillas vacías.

El porcentaje de germinación o poder germinativo (% plántulas normales) evaluado a través del ensayo de germinación estándar, es un buen estimador de la calidad fisiológica (ISTA 2012). Siguiendo la categorización establecida por De La Fuente *et al.* (2011) para especies nativas en cuanto a la calidad de semillas según su porcentaje de germinación (PG), puede decirse que la familia Asteraceae tiene una gran variabilidad como lo demuestra la literatura consultada. Desde especies con calidad alta (superior a 80 %) a medianamente alta (60-80 %) como ocurre en *Bidens pilosa* y *Zinnia peruvianum* (Funes *et al.*, 2009), *Stevia lucida* (Velandia Quintero y Fajardo Gómez, 2004), *Vernonia flexuosa* (Alonso y Peretti, 2008), *Vernonia echinoides* (Echeverría y Alonso, 2012), a aquellas de calidad media (40-60 %) a medianamente baja (20-40 %) como: *Eupatorium hookerianum* (Funes *et al.*, 2009), *Senecio* sp. (Velandia Quintero y Fajardo Gómez, 2004), *Eupatorium squarulosum* y *E. subhastatum* (Echeverría y Alonso, 2012), mientras que hay especies que presentan una amplia variación como en *Achyrocline satureioides* (50 y 82 %) (Davies *et al.*, 2004). Esta variación puede estar relacionada a la

dormición de las semillas que produce un retardo o ausencia en la germinación, por ende, metodologías para superar la dormición son necesarias. Si bien el género *Baccharis* no está incluido en las Reglas ISTA (2012), para algunas Asteráceas, se prescriben tratamientos pregerminativos como la estratificación fría-húmeda (*Bellis perennis*, *Sylibum marianum*, *Aster* spp, *Lactuca sativa*, *Helianthus annus*, *Helianthus debilis*, *Zinnia* spp., *Chrysantemum indicum*, *Echinacea purpurea*); el calor (*Heliantus annus*) y el nitrato de potasio (*Calendula officinalis*, *Tanacetum coccineum*).

En estudios donde no se aplicaron tratamientos pregerminativos para *B. crispa*, De La Fuente et al. (2011) obtuvieron un PG=52 % mientras que Ferreira et al. (2001) informaron 32 %. En la misma especie, se logró un PG=47 % (Sosa y Fernández, 2000), sin embargo, Sosa (2006) observó nulo y bajo porcentaje de germinación. Castañeda et al. (2007) obtuvieron en *B. latifolia* un PG=32 % y Velandia Quintero y Fajardo Gómez (2004) en *Baccharis* sp. un PG=85 %. El origen de la semilla es un factor incidente en la dormición y el tiempo en que permanecen dormidas varía entre especies (Joseau et al., 2013).

Para superar dormición fisiológica Carvalho et al. (2005) recomendaron aplicar estratificación fría- húmeda (2-7 °C) a semillas de *B. crispa* durante 14 a 21 días para mejorar la velocidad y el porcentaje de germinación (PG=57,6 %) cuando la temperatura de germinación fue de 20 °C. La estratificación fría-húmeda fue beneficiosa en *Solidago chilensis* (Tardáguila, 2004) cuando la temperatura de germinación fue alternada de 20<=>30 °C. Figueroa et al. (1996) no observaron grandes cambios en los PG en *Baccharis magellanica* aplicando estratificación fría- húmeda (4 °C) por 40 días.

Tardáguila (2004) observó que el nitrato de potasio mejora en gran medida la germinación en *B. crispa* (62 %) y *Eupatorium buniifolium* (82 %), en tanto Muncharaz Rodríguez (2011) encontró que la velocidad de germinación incrementó en *Conyza bonariensis*

Mediante la aplicación de ácido giberélico en *Parthenium argentatum* se obtuvo porcentajes de germinación entre 90-96 % (CONABIO, 2012).

La acción del calor (35 °C) aplicada durante 7 días (ISTA 2012) en semillas de *Eupatorium tweedianum* promovió la germinación, presentando valores de 41 y 13 % respectivamente para cosechas de dos años consecutivos (2010-2011) (Aráoz et al., 2012). Así también, el escarificado mecánico (corte con navaja) estimuló la germinación en *Dyssodia porophyllum*, *Eupatorium odoratum*, *Porophyllum* sp., *Zinnia* sp. y *Dyssodia tagetiflora* (Godinez Alvarez y Flores Martínez, 1999).

La domesticación ha sido definida como una manipulación activa en el ciclo de vida de las plantas por parte de los humanos de forma tal que las generaciones siguientes de plantas sean de mayor utilidad para el hombre. El desarrollo de un producto (tintes y pigmentos) a partir de especies nativas implica un proceso de domesticación. Este proceso comprende una cadena de actividades de investigación que van desde la colecta del germoplasma, la propagación de la especie, el manejo de su cultivo, la extracción del producto y su caracterización química, la evaluación económica de la cadena agroindustrial y su presentación a potenciales compradores como lo sugiere Davies et al. (2004) en relación a los aceites esenciales. El objetivo de este trabajo fue determinar la calidad física y fisiológica de las semillas de *B. crispa* y *B. salicifolia* para su domesticación.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Las unidades de dispersión de *B. crispa* (Fig. 1.a) y *B. salicifolia* (Fig. 1.b) son cipselas y en el presente trabajo son consideradas semillas (ISTA, 2012). Este trabajo se realizó en el marco del Proyecto SECYT-UNC: “Diseño de Tecnología e Instalación de Jardines con Especies

Tintóreas del Bosque Serrano, que la Cátedra de Silvicultura de la FCA-UNC lleva adelante desde el año 2006, de allí que los materiales en estudio difieran en sus fechas de cosecha y tratamientos seleccionados para la ruptura de dormición. Entre los objetivos de este proyecto figura la domesticación de especies tintóreas en jardines. El conocimiento de los procesos germinativos es necesario para lograrla. Durante los años de estudio fue difícil encontrar material reproductivo de estas especies en las diferentes fechas de colecta establecidas, principalmente por problemas de sequía. Así, *B. crisper* se colectó en mayo de 2011 en Calamuchita (32° 06' 24,10" de lat. S. y 64° 28'11,11" long. O.). Para *B. salicifolia* se utilizaron dos procedencias: Capilla de los Remedios (Campo Escuela-FCA-UNC- 31° 60' de lat. S. y 63 ° 55' long. O.) cosechadas en marzo 2012 y en La Estancita (31° 06'42,8" lat. S. y 64° 21' 32" long. O.) en abril de 2012. Las fotografías se obtuvieron con Cámara Axio Cam ERc 5s Carl Zeiss, unida a una Lupa Carl Zeiss - Stemi. 2.000 C.

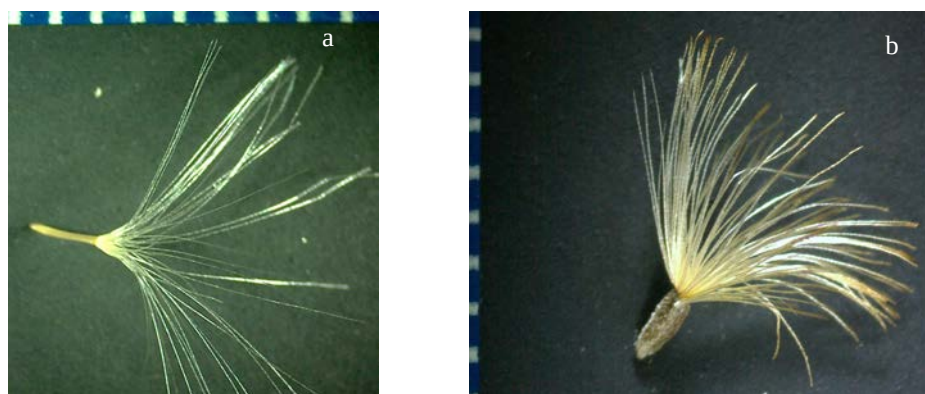


Figura 1. a) Cipsela con papus de *B. crisper*. **b)** Cipsela con papus de *B. salicifolia*. 0,20 X

Determinación del porcentaje de semillas vacías

En ambas especies, el porcentaje de semillas vacías (ISTA, 2012) se determinó mediante cortes longitudinales con bisturí a 100 cipselas por repetición y se realizaron 4 repeticiones.

Evaluación del comportamiento germinativo y el efecto de tratamientos pregerminativos

Se efectuaron cuatro repeticiones de 25 semillas sin seleccionar en *B. crisper*, mientras que en *B. salicifolia* fueron seleccionadas al tacto y consideradas semillas llenas. Se sembraron en bandejas plásticas sobre papel húmedo y se ubicaron en cámara de germinación con alternancia de temperatura 20<=>30 °C y con un fotoperiodo de 16 h (oscuridad)-8 h (luz). El tiempo de exposición en cámara de los ensayos fue hasta que no se observó más germinación: en *B. crisper* el material se mantuvo en cámara durante 63 días y en *B. salicifolia* durante 50 días.

Para superar una eventual dormición física y/o fisiológica se efectuaron diversos tratamientos pregerminativos siguiendo las especificaciones de ISTA (2012) para otras Asteráceas. En *B. crisper*, los tratamientos aplicados fueron AG₃ (500 ppm), nitrato de potasio (NO₃K) al 0,2 %, calor 35 °C durante 7 días y escarificación mecánica (corte transversal por debajo de la inserción del vilano), en tanto que, en *B. salicifolia* se aplicó calor a 35 °C durante 7 días y se agregó frío (5 °C) durante 7 días.

Tipificación del género Baccharis según su germinación y caracterización de plántulas normales

Mediante el seguimiento del proceso germinativo y criterios aplicados en ISTA (2006) para especies con comportamiento de germinación semejantes a *B. crisper* y *B. salicifolia* se tipificó

la germinación presentada por estas especies del género *Baccharis*. Las plántulas normales se caracterizaron morfológicamente de acuerdo a criterios y definiciones de ISTA (2006; 2012).

Categorización de la calidad de las semillas según su porcentaje de germinación

En ambas especies las semillas se categorizaron según su porcentaje de germinación de acuerdo a la clasificación establecida en especies nativas por De La Fuente *et al.* (2011).

El análisis estadístico se efectuó mediante un análisis de varianza no paramétrico de Kruskal-Wallis para la variable porcentaje de plántulas normales. Se trazó una curva de germinación en función del tiempo y se estableció la duración del ensayo observando el momento en que la curva se estabiliza. El programa utilizado fue Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2008).

3. RESULTADOS

Determinación del porcentaje de semillas vacías

La Tabla 1 muestra los porcentajes de semillas vacías por especie y procedencia.

Tabla 1. Semillas vacías (%) por especie y procedencia.

Especie	Semillas vacías (%)		
	Calamuchita	Capilla de los Remedios (Campo Escuela)	La Estancita
<i>Baccharis crispa</i>	70 (+/- 2,549)	---	---
<i>Baccharis salicifolia</i>	---	75(+/- 3,391)	45(+/- 1,581)

Germinación de semillas de B. crispa y B. salicifolia

La Figura 2 muestra la evolución de la germinación durante los 63 días de la duración del ensayo de *B. crispa* según tratamientos pregerminativos. Los tratamientos de AG₃, nitrato de potasio y escarificado mecánico se diferenciaron ($P < 0,0275$) del resto a los 21 desde la siembra. Este comportamiento no se observó al final del ensayo (63 días), puesto que los mayores valores ($P < 0,08$) se observaron en el escarificado mecánico (28 %), en el AG₃ (27 %) y en calor (26 %) frente al testigo (20 %) y al nitrato de potasio (16 %). La presencia de plántulas normales se observaron en todos los tratamientos a partir del día 21 desde la siembra. Las semillas tratadas con escarificado mecánico alcanzaron el máximo valor a los 49 días desde la siembra y fue el tratamiento que más rápidamente alcanzó ese valor (Figura 2).

Con respecto a la germinación de *B. salicifolia*, si bien se continuó el ensayo durante 50 días, la germinación se concentró en los primeros 5 días desde la siembra en relación a lo observado en *B. crispa*. Si bien no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, sí se encontraron entre procedencias siendo superior ($P < 0,05$) el material procedente de La Estancita (Tabla 2). En la procedencia de Capilla de los Remedios (Campo Escuela) los tratamientos de calor y frío mejoraron escasamente ($P > 0,05$) la germinación, caso contrario ocurrió en La Estancita donde tales tratamientos no superaron al testigo. Es notable que la procedencia de las semillas influyera en su calidad fisiológica.

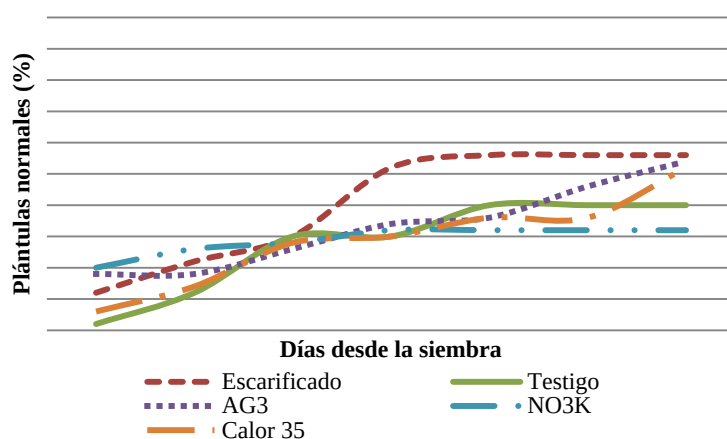


Figura 2. Evolución de la germinación de *B. crispera* según tratamientos pregerminativos

Tabla 2. Plántulas normales (%) de *B. salicifolia* de distinta procedencia a los 5 días de evaluación

Tratamiento	Plántulas normales (%)	
	Capilla de los Remedios	La Estancita
Testigo	36 a	73 b
Frío	45 a	68 b
Calor	39 a	66 b

Letras distintas denotan diferencias significativas ($P < 0,05$)

Caracterización de plántulas normales en *B. crispera* y *B. salicifolia* y tipificación del género *Baccharis*

En la categoría de **plántulas normales intactas** (ISTA, 2006) de *B. crispera* y *B. salicifolia*, el eje de la raíz primaria y el hipocótilo juntos excedieron cuatro veces la longitud de la semilla y que sus estructuras esenciales (raíz primaria, hipocótilo y cotiledones) se observaron completas, bien equilibradas y sanas (Figs. 3 y 4). Asimismo, la raíz primaria se presentó bien desarrollada, generalmente provista de pelos radicales y ausencia de raíces secundarias. El sistema caulinar presentó un hipocótilo alargado y dos cotiledones, con una gémula inconspicua situada entre ellos. Durante el período de ensayo no se desarrolló el epicótilo.

Para la categoría **plántulas normales con ligeros defectos** se caracterizaron por presentar en raíz primaria e hipocótilo manchas necróticas superficiales y grietas o hendiduras cicatrizadas de poca profundidad sin afectar el sistema vascular así como ligeros retorcimientos. Con respecto a los cotiledones se observó un solo cotiledón presente intacto debido al desprendimiento de uno de ellos. No se observó evidencia de daño o infección en la gémula y tejidos circundantes. En este caso se cumplió la regla del 50 % (ISTA, 2006). Al finalizar el ensayo, algunos pericarpos se mantuvieron adheridos a los cotiledones, en tales casos, se evaluó como plántula normal a aquella que, además de reunir por definición las condiciones de plántula normal (ISTA, 2006; ISTA, 2012), presentaron al menos la base de los cotiledones visible, y dichos cotiledones sanos.



Figura 3. Proceso germinativo en *B. crisper*



Figura 4. Proceso germinativo en *B. salicifolia*

En la categoría **infección secundaria** observada en las distintas estructuras esenciales de las plántulas se detectó por contaminación de fuentes no relacionadas con las semillas de la cual procedieron.

Dado el proceso germinativo y el desarrollo de las plántulas en el tiempo se incluye al género *Baccharis* en el Grupo B.2.1.1.1 que significa B: Arbusto, 2: Dicotiledónea, 1: Germinación epígea, 1: Sin elongación del epicótilo durante el período de ensayo, 1: Raíz primaria esencial.

Categorización de la calidad de las semillas según su porcentaje de germinación. El porcentaje de germinación obtenido en *B. crisper* no superó el 30 %, por ende, se categorizó la especie de calidad medianamente baja y a los 49 días es la fecha en la que se estabiliza la germinación, por lo que se puede considerar como fecha final del ensayo. En *B. salicifolia* procedente de Capilla de los Remedios donde el valor más alto fue de 45 % se categorizó de calidad media y los valores de La Estancita entre 66 y 73 % de calidad medianamente alta. Para esta última especie la germinación no varió luego del día 5, por lo que se puede considerar 5 días como la fecha final de conteo.

4. DISCUSIÓN

La diferencia entre los porcentajes de semillas vacías obtenidos para *B. salicifolia*, siendo del mismo año de cosecha, puede estar relacionada a que las semillas eran de distinta procedencia con condiciones ambientales diversas. Todos los porcentajes hallados para ambas especies son

superiores al de *Centaurea pumilio* (Red GENMEDOC, 2006) y al de *Eupatorium tweedianum* del año 2010, no así la cosechada en el 2011 que superó tales valores (Aráoz *et al.*, 2012).

Tardáguila (2004), Red GENMEDOC (2006) y ENSCONET (2009) coinciden en que la heterogeneidad en la maduración de las semillas de las Asteráceas da como resultado una elevada frecuencia de semillas vacías. Coincidentemente las especies de *Baccharis* estudiadas presentaron a campo una alta heterogeneidad en la floración y fructificación.

En cuanto a la aplicación de tratamientos pregerminativos, los resultados obtenidos difieren de los observados por De La Fuente *et al.* (2011) quienes establecieron que la mayoría de las plantas nativas de la familia Asteraceae, entre ellas *Baccharis* spp. no necesitan tratamientos pregerminativos. La aplicación de los tratamientos en *B. crispa*, produjeron diferencias con respecto a otras especies del género *Baccharis* y a otros géneros donde se informaron valores superiores (entre 32 y 100 %) al testigo (20 %) (Ferreira *et al.*, 2001; Velandia Quintero y Fajardo Gómez 2004; Davies *et al.*, 2004; Castañeda *et al.*, 2007; Alonso y Peretti, 2008; Funes *et al.*, 2009; Echeverría y Alonso, 2012).

De La Fuente *et al.* (2011) sostienen que las Asteráceas nativas no necesitan tratamientos pregerminativos como se observó para *B. salicifolia* en este trabajo, así como lo afirman otros autores que trabajaron con especies de esta familia tales como Sosa y Fernández (2000), Ferreira *et al.* (2001), Davies *et al.* (2004), Velandia Quintero y Fajardo Gómez (2004), Castañeda *et al.* (2007), Alonso y Peretti (2008), Funes *et al.* (2009) y Echeverría y Alonso (2012).

La acción promotora de la germinación mediante el escarificado mecánico en *B. crispa*, coincide con los resultados observados por Godinez Alvarez y Flores Martinez (1999) que señalaron que es el método más efectivo.

La aplicación del AG3 en *B. crispa* para una supuesta dormición fisiológica presentó el valor más alto (27 %), coincidiendo su efectividad con CONABIO (2012) en *Parthenium argentatum* y con Aráoz *et al.* (2012) en *Eupatorium tweedianum*.

La aplicación de calor incrementó la germinación al igual que lo observado por Aráoz *et al.* (2012) en *Eupatorium tweedianum*, asimismo, ISTA (2012) lo prescribe como método adecuado para romper dormición de especies de la familia Asteraceae.

El nitrato de potasio no estimuló la germinación acordando con Aráoz *et al.* (2012) en *Eupatorium tweedianum*, sin embargo, Tardáguila (2004) informa que la incrementa en *B. crispa* y *Eupatorium buniifolium*, así como a la velocidad de germinación en *Conyza bonariensis* (Muncharaz Rodríguez, 2011).

Los bajos porcentajes de germinación encontrados en *B. crispa* puede deberse al alto porcentaje de semillas vacías coincidiendo con Tardáguila (2004) que en *B. crispa*, *B. notoserigila* y *Solidago chilensis* afirma que el alto porcentaje de semillas vacías es responsable de bajos porcentajes de germinación. A la hora de aplicar algún tratamiento pregerminativo se sugiere usar el corte transversal y el calor, ya que el AG₃ tiene costo elevado.

En cuanto a la caracterización de las plántulas normales, la raíz se presentó bien desarrollada con pelos radicales y ausencia de raíces secundarias, si bien la mayoría de las especies del Grupo B. 2.1.1.1 (ISTA, 2006), normalmente no presentan raíces secundarias durante el período del ensayo de germinación.

5. CONCLUSIONES

- La presencia de altos porcentajes de semillas vacías en *B. crispa* y *B. salicifolia* disminuyen su calidad física.
- La calidad física influye en la calidad fisiológica de *B. crispa*.
- Las semillas de *B. crispa* poseen dormición, caso contrario ocurre con las semillas de *B. salicifolia*.
- Según el comportamiento germinativo se incluye el género *Baccharis* en el Grupo B.2.1.1.1.
- La calidad fisiológica en *B. crispa* es medianamente baja y en *B. salicifolia* es media y medianamente alta, varía según su procedencia.

AGRADECIMIENTOS:

Se agradece el apoyo financiero de la Secretaria de Ciencia y Tecnología de la UNC, el Vivero Forestal Educativo y el Laboratorio de Análisis de Semillas, como así también a la colaboración brindada por alumnos del Programa de Iniciación Profesional.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, A. y A. Peretti. 2008. Germinación y emergencia en poblaciones de *Vernonia flexuosa*, especie nativa de valor ornamental. *Revista Análisis de semillas* 2 (1) 5: 96-100.
- Aráoz, S.; M. J. Joseau; A. Meehan; R. Hernández; M. E. Rodríguez; E. Lamas; A. Pomares; N. Bustos y C. Agüero. 2012. *Determinación de la calidad de semillas de Eupatorium tweedianum Hook. & Arn. (Asteraceae) de plantas cultivadas en Pampa de Olaen*. V Jornadas Integradas de Investigación y Extensión, FCA-UNC, Córdoba, Argentina. [en línea]. Fecha de consulta: 20 de julio de 2014. Disponible en: <<http://www.agro.unc.edu.ar/~paginafacu/archivos/00-V%20Jornadas%20Integradas%20de%20Investigacion%20y%20Extension%20.pdf>>
- Ariza Espinar, L. 2005. *Pródromo de la flora fanerogámica de Argentina central. Familia Asteraceae Tribu Asterae*. Museo Botánico. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, 139 p.
- Ariza Espinar, L. 2006. Pteridofitas y Antofitas silvestres o naturalizadas 33. ASTERACEAE. En: Barboza G., Cantero J., Nuñez C. y Ariza Espina L. (eds.), p. 291-493. *Flora Medicinal de la Provincia de Córdoba (Argentina)*. Museo Botánico. Córdoba, Argentina.
- Barboza, G. E.; N. Bonzani ; E. M. Filippa, M. C. Luján; R. Morero; M. Bugatti; N. Decolatti y L. Ariza Espinar. 2001. *Atlas histo-morfológico de plantas de interés medicinal de uso corriente en Argentina*. Museo Botánico Córdoba. Serie Especial 1. UNC-FCEfyN-Museo Botánico, Argentina. 212 p.
- Cabrera, A. L. 1963. Compositae En: A. L. Cabrera (ed.), *Flora de la Provincia de Buenos Aires*. Colecc. Ci. Inst. Nac. Tecnol. Agropecu. 4 (6a): 443 p.
- Carvalho, R.; L. Giublin; M. Ripka; C. Wachowicz; M. Nolasco; M. Scheffer e M. Radomski. 2005. Pré-esfriamento e temperatura para germinação de sementes de carqueja. *Scientia Agraria* 6 (1-2): 79-84.
- Castañeda, S.; A. Garzón; M. A. Cantillo; M. Torres y L. Silva. 2007. *Colombia Forestal* 10(20):79-90.
- CONABIO. 2012. *Partenium argentatum*. [en línea]. Fecha de consulta: 12 de marzo de 2015. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/8-aster2m.pdf>

- De La Fuente; L. M.; P. L. Lobos y R. Ginocchio. 2011. *Fitoestabilización de depósitos de Relaves en Chile*. Guía N° 5. Propagación de especies vegetales nativas y endémicas. Tratamientos pregerminativos para guía de propagación de especies vegetales nativas y endémicas. CIMM, INIA, INTIHUASI. CHILE. 92 p.
- Davies, P.; J. J. Villamil y R. Ashfield. 2004. *Estudios en domesticación y cultivo de especies medicinales y aromáticas nativas*. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. 6. Fichas técnicas de cultivo. Serie 11. Uruguay. 227 p.
- Di Rienzo, J. A.; F. Casanoves; M. G. Balzarini; L. González; M. Tablada y C.W. Robledo. 2008. Versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Dupont P. 1966. L'extension de *Baccharis halimifolia* entre Loire et Gironde. *Bulletin de la Société des Sciences de Bretagne*. 41: 141-144.
- ENSCONET. 2009. *European Native Seed Conservation Network. Protocolos de conservación y recomendaciones*. Royal Botanic Gardens (ed), Kew, England.
- Echeverría, M. L. y S. I. Alonso. 2012. *Germinación y supervivencia de plántulas en Asteráceas silvestres: Eupatorium squarulosum, E. subhastatum y Vernonia echinoides en condiciones de cultivo*. [en línea]. Fecha de consulta: 12 de setiembre de 2012. Disponible en: <www.maa.gba.gov.ar/agricultura_ganaderia/.../CULTIVO/83.doc>.
- Ferreira, A. G.; B. Cassol; S. Taylor Da Rosa; T. Sales Da Silveira; A. Stival e A. Silva. 2001. Germinação de sementes de asteraceae nativas no Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Botânica Brasilica* 15(2).
- Ferri, R.; M. Ceballos; N. Vischi; E. Heredia y A. Oggero. 2009. Banco de semillas de un relicto de Espinal (Córdoba, Argentina). *IHERINGIA, Série Botânica*. 64(1): 93-100.
- Figueroa, J.; J. Armesto y J. Hernández. 1996. Estrategias de germinación y latencia de semillas en especies del bosque templado de Chiloé, Chile. *Revista chilena de historia natural* 69:243-251.
- Funes, G.; S. Díaz y P. Venier. 2009. La temperatura como principal determinante de la germinación en especies del Chaco seco de Argentina. *Ecología Austral* 19:129-138.
- Godínez Álvarez, H. y A. Flores Martínez. 1999. Germinación de semillas de plantas de Guerrero: su utilidad para la restauración ecológica. *POLIBOTÁNICA* 11:1-19.
- Gold, K.; P. León Lobos y M. Way. 2004. *Manual de recolección de semillas de plantas silvestres para conservación a largo plazo y restauración ecológica*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Intihuasi. La Serena. Chile. Boletín INIA 110: 62.
- Gonzaga Verdi, L.; I. Costa Brighente y M. Pizzolatti . 2005. Género *Baccharis* (Asteraceae): Aspectos químicos, económicos e biológicos. *Química Nova* 28 (1).
- ISTA. 2006. *Handbook on Seedling Evaluation*. Third Edition. Ed. Ronnie Don. Zürich. Switzerland.
- ISTA. 2012. *International Rules for seed testing*. Edition 2012/1. Zürichstr. Switzerland.
- Joseau M. J.; S. D. Aráoz y R. Hernández. 2013. La semilla. En: *Conservación de recursos forestales nativos de Argentina. El cultivo de plantas leñosas en vivero y a campo*. Editores: Joseau M. J., Conles M. Y. y Verzino G. E. Editorial Brujas. III: 53-90.
- Gonzaga Verdi, L.; I. M. Costa Brighente; M. G. Pizzolatti. 2005. Género *Baccharis* (Asteraceae): aspectos químicos, econômicos e biológicos. *Quím. Nova* 28 (1) 85:94.
- Marzocca, A. 1997. *Vademecum de malezas medicinales de la Argentina indígenas y exóticas*. Orientación gráfica (ed), Argentina. 363 p.
- Muncharaz Rodríguez, L. 2011. *Efecto de la luz, temperatura, tipo de sustrato y desarrollo de la inflorescencia sobre la germinación de rama negra (Conyza bonariensis [L.] Cronquist)*. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. [en línea]. Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2012. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio /tesis/efecto-luztemperatura-tipo-sustrato.pdf.>

- Núñez, C. y J. Cantero. 2000. *Las plantas medicinales del sur de la provincia de Córdoba*, Fundación Universidad Nacional Río Cuarto, Argentina. 144 p.
- Pensiero, J.; D. Muñoz; V. Martínez. 2004. Proyecto de Investigación Aplicado a los Recursos Forestales Nativos. *Revista 4085*. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina, 24 pp
- Popinigis, F. 1974. Qualidades de Sementes. Lavoura Arrozeira, Porto Alegre. Instituto Rio. *Grandese do Arroz*, 282: 14-8.
- RED GENMEDOC. 2006. *Prácticas de germinación en los bancos de semillas de la red GENMEDOC*. Programme Interreg IIIB. MEDOCC. Pour la cohesion des territoires de l' Europe du sud. Feder. [en linea]. Fecha de consulta: 7 de febrero de 2013. Disponible en: <www.semclimed.org/allegati/74.pdf>
- Sosa, L. R. y E. A. Fernández. 2000. Germinación y desarrollo de plántulas de *B. crispa* Spreng. (Asteraceae) en la Provincia de San Luis (Argentina). *PHYTON, Revista Internacional de Botánica Experimental* 66:149-154.
- Sosa, L. 2006. Carqueja (*B. crispa* Sprengel). *Cultivemos plantas nativas*. Experiencias realizadas en San Luis. (Argentina), p 69.
- Tardáguila, A. 2004. *Estudios en domesticación y cultivo de especies medicinales y aromáticas nativas*. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. 6. Fichas técnicas de cultivo. Serie 11. 227 p. Uruguay.
- Velandia Quintero, D. y A. Fajardo Gómez. 2004. Reproducción y adaptación en vivero de algunas especies representativas en las áreas rurales del Distrito Capital de la Región de Sumapaz. *Colombia Forestal* 8 (17):22-42.
- Zuloaga F.; O. Morrone y M. J. Belgrano. 2008. *Catálogo de Las Plantas Vasculares del Cono Sur: (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay)*. Monographs in Systematic Botany Missouri Botanical Garden Vol. 107. Ed. Missouri Botanical Garden Press. 3.348 pp.



TRABAJO CIENTIFICO

Determinación de la eficacia de métodos de evaluación de calidad de semillas de especies forestales nativas de la Selva Atlántica

Determination of the effectiveness of methods for evaluating seed quality in native forest species in the Atlantic Forest

Barone, J.¹; E. Duarte¹ y C. Luna^{1,2}

Recibido en junio de 2015; aceptado en diciembre de 2016

RESUMEN

Se evaluaron distintos métodos de determinación de viabilidad en semillas de *Myrocarpus frondosus* y *Cedrela fissilis*; las metodologías empleadas fueron: prueba de la conductividad eléctrica individual, test topográfico de tetrazolio, prueba del índigo carmín y de cloruro férrico, separación del embrión, prueba colorimétrica del pH del exudado y ensayos de germinación estandarizados. Se trabajó con dos tipos de semillas, una recalcitrante y una ortodoxa; si bien son necesarios más detalles en los protocolos de ejecución, se logró determinar que las pruebas de conductividad eléctrica individual y separación de los embriones resultaron ser las mejores para evaluar la viabilidad de *C. fissilis*, especie de comportamiento ortodoxo, mientras que Índigo Carmín y Cloruro férrico lo fueron para *M. frondosus*, especie de comportamiento recalcitrante.

Palabras clave: Cedro misionero; Incienso; Calidad de semillas.

ABSTRACT

Several methods for the determination of viability of *Myrocarpus frondosus* and *Cedrela fissilis* seeds were evaluated; the methodologies used in this study were: individual electrical conductivity test, topographical tetrazolium test, indigo carmine and ferric chloride tests, separation of the embryo, colorimetric pH test of exudates and standardized germination tests. While the study was done using two kinds of seeds, a recalcitrant seed and an orthodox seed, it can be concluded that even though it is necessary to specify the details of the implementation protocol, it was determined that the electrical conductivity test and the separation of the embryo were the best methods for analyzing *Cedrela fissilis*, a specie with orthodox behaviour, while the indigo carmine and ferric chloride tests were the most appropriate for *Myrocarpus frondosus*, which has a recalcitrant behaviour.

Keywords: Cedro misionero; Incienso; Seed quality.

1. INTRODUCCIÓN

La Selva Atlántica es una de las regiones del planeta con mayor biodiversidad y riesgo de desaparecer. Ésta es considerada el cuarto “punto caliente de biodiversidad” (*hotspot*) en cuanto a necesidades de conservación por la excepcional concentración de especies endémicas que presenta y la elevada tasa de desaparición de sus ambientes naturales. En ella existen alrededor de 20.000 especies de plantas vasculares de las cuales 8.000 son endémicas (Myers, 1988). Se estima que sólo queda entre el 7 y el 8 % de su superficie original (Galindo-Leal y Gusmao Câmara, 2003). La superficie de selva remanente en Argentina es de aproximadamente

¹ Instituto de Botánica del Nordeste-CONICET. CC N° 209. Corrientes, Argentina. Tel.: +54 379 4427589 Int.: 121-146. E-mail: cluna@agr.unne.edu.ar

² Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Nordeste. Sgto. Cabral 2131 W3402BKG, Corrientes, Argentina.

11.300 km², constituyéndose en el fragmento continuo más grande de Selva Atlántica. Su estado de conservación es variable según los sitios (Holz y Placci, 2003).

Según Viana *et al.* (1992) los fragmentos forestales tienden a asumir una importancia creciente en la conservación de la diversidad biológica de los bosques. Debido a la acción antropogénica con el uso intensivo del suelo las áreas de conservación representan un papel fundamental en este sentido.

En el Bosque Atlántico podrían citarse como especies de gran importancia económica, y por lo tanto sometidas a una fuerte presión de corte a *Myrocarpus frondosus* Allemão y *Cedrela fissilis* Vellozo entre otras. Debido a sus características xilotecnológicas (color, vetado, densidad y facilidad para ser trabajada en aserraje y carpintería), han despertado el interés del sector maderero generando una intensa explotación (Del Castillo *et al.*, 2003). *Cedrela fissilis* (cedro misionero) si bien es una especie autóctona característica de esta Selva, muy abundante en la provincia de Misiones; se encuentra incluida en el Libro Rojo de la *Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza* en la categoría de “especie en peligro” (Americas Regional Workshop, 1998), debido a la sobreexplotación de los ejemplares silvestres en su hábitat natural. Se conoce que esta especie posee semillas ortodoxas mientras que de *M. frondosus* (incienso), existen pocos antecedentes registrados en relación a los problemas de manejo y germinación de las semillas; su comportamiento ante distintas formas de almacenamiento no es bueno, ya que posee semillas recalcitrantes (Salazar *et al.*, 2000) o de comportamiento intermedio, que pierden vigor y viabilidad con el correr del tiempo (Eibl *et al.*, 2009).

La forma más segura de determinar la calidad de una muestra de semillas es a través de ensayos de germinación, los que requieren un ambiente con condiciones controladas, ajustadas para cada especie y un lapso de tiempo para la observación de los resultados (Benito-Matías *et al.*, 2004). A pesar de existir la estandarización de estas técnicas por la ISTA (*International Seed Testing Association*), muchas especies de árboles y arbustos nativos de nuestros bosques no se encuentran bien reflejadas en estas normas, o incluso ni aparecen (Moreno-Álvarez *et al.*, 2001).

Se entiende por viabilidad de un lote de semillas, no durmientes, a su capacidad de germinar y de originar plántulas normales en condiciones ambientales favorables; el vigor de un lote de semillas por su parte, se define como el conjunto de propiedades que determinan el nivel de actividad y capacidad de las semillas durante la germinación y posterior emergencia de las plántulas (Pérez García, y Pita Villamil, 2001); mientras que la capacidad germinativa es el porcentaje de semillas germinadas de una muestra (ISTA, 2003). La evaluación de la viabilidad de semillas permite la sustitución de los ensayos de germinación (Benito-Matías *et al.*, 2004). En este campo se desarrollan técnicas más o menos complejas, como la evaluación mediante el pH, las técnicas basadas en rayos X, que incluso se complementan con la evaluación mediante el test del tetrazolio, o técnicas basadas en la liberación de compuestos por parte de las semillas, como aminoácidos, proteínas, potasio (Custodio y Marcos-Filho, 1997), y otras técnicas que se englobarían bajo un grupo de metodologías que podemos definir como test de electroconductividad (Wang *et al.*, 1994).

El objetivo del presente trabajo es adaptar las distintas metodologías para evaluar la calidad fisiológica de lotes semillas de *M. frondosus* y *C. fissilis*.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio es la Reserva de Uso Múltiple Guaraní (G) que se localiza en el Depto. Guaraní, provincia de Misiones, Argentina (26°54'-59'S y 54°12'-18' W). El predio forma parte de la Reserva de Biosfera Yabotí; pertenece a la provincia biogeográfica Paranaense y casi toda

su superficie está ocupada por selva primaria con algunas pequeñas áreas de selva secundaria; perteneciente a la Universidad Nacional de Misiones (UNaM) y administrada por la Facultad de Ciencias Forestales (Tressens *et al.*, 2008) es un lugar dedicado a la investigación y que está protegida y custodiada por guardaparques. Los frutos fueron colectados manualmente y conservados en bolsas plásticas y en heladera a 4 °C durante 3 meses aproximadamente; al momento de realizar los distintos ensayos han sido desaladas para favorecer el contacto con las soluciones. Las experiencias, fueron llevadas a cabo en la Cátedra de “Silvicultura” de la Facultad de Ciencias Agrarias-UNNE, Corrientes.

Las semillas de *M. frondosus* y *C. fissilis* se recolectaron durante el mes de junio y diciembre de 2012 respectivamente; las muestras analizadas provinieron de una mezcla de árboles seleccionados por su porte, sanidad, accesibilidad y producción de semillas.

2.1. Evaluación de la calidad fisiológica de las semillas de *M. frondosus* y *C. fissilis*

2.1.1. Pruebas de vigor

2.1.1 a. *Prueba de la conductividad eléctrica individual*

Para estimar el vigor, mediante la conductividad eléctrica de los exudados lixiviados por semillas individuales, se establecieron valores de tolerancia denominados valores de corte. Estos valores permiten diferenciar, según la conductividad eléctrica, a aquellas semillas que están en condiciones fisiológicas saludables de las que no lo están. El valor de corte para estimar el Potencial de Germinación fue 240 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y para estimar el vigor se fijó un valor de corte de 180 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Por encima de este valor, se encuentran representadas todas aquellas semillas que no son capaces de germinar y/o producir plántulas normales (Craviotto, 1998).

El acondicionamiento de las semillas consistió en pesarlas en balanza de precisión (0,0001 g) y posteriormente fueron colocadas para embeber en 30 mL de agua desionizada con una conductividad eléctrica menor a 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (valor de conductividad del agua deionizada recomendado en las Reglas ISTA-2003 para la Prueba de Conductividad Masal para la especie *Pisum sativum*) por 48 horas, a 25 °C. Luego de este período de imbibición, se tomaron los valores de la conductividad eléctrica empleándose un conductímetro. Se realizaron las lecturas de cada una de las semillas y ese valor fue dividido por el respectivo peso de la muestra y los resultados han sido expresados en $\mu\text{S cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ de semilla (AOSA, 2014).

2.1.1. b. *Prueba Colorimétrica del pH del exudado*

Se emplearon 100 semillas para cada especie, distribuidas en gradillas con 100 tubos de ensayo conteniendo 30 mL de agua deionizada a fin de asegurar la correcta inmersión de cada una de las semillas. Luego de sumergir las semillas en los tubos, las gradillas se incubaron en cámara climatizada a 27 ± 2 °C durante 48 h. Finalizado el período de lixiviación de electrolitos desde las semillas hacia el medio de inmersión, se retiraron las gradillas de la cámara y se colocaron en cada tubo 2 gotas (0,03 mg/gota) de la solución indicadora de fenolftaleína al 0,5 % y solución de carbonato de sodio (Na_2CO_3) al 0,25 % en una relación 1:1 (Peretti, 1994). Inmediatamente después del contacto con las gotas de solución indicadora, se produjo el viraje de color en el agua de inmersión de las semillas en función de la calidad fisiológica de las mismas. Las coloraciones de la solución de inmersión de semillas luego del agregado de la solución indicadora fueron clasificadas como: a) Incolora (semilla no viable); b) rosa pálido (semilla no viable); c) rosa intenso (semilla viable). Posteriormente se cuantificó la cantidad de celdas con color rosa oscuro, expresando dicho resultado como Porcentaje de Exudado Rosa Intenso (Aguirre y Peske, 1988).

2.1.2. Pruebas de viabilidad

2.1.2. a. *Prueba Topográfica por Tetrazolio*

La evaluación de la viabilidad de las semillas a través de esta prueba se basa en un cambio de coloración de los tejidos vivos en presencia de una solución de la sal de cloruro de 2, 3,5-trifeniltetrazolio. Esta prueba también puede ser utilizada para evaluar el vigor sobre la base de la identificación, localización, y observación de los tejidos de la semilla (Hampton y Tekrony, 1995). Se trabajó con 4 repeticiones de 25 semillas que se acondicionaron realizando una imbibición durante 48 h. Para realizar la tinción, se utilizaron frascos de vidrio de 100 ml con tapa hermética, dónde se colocaron las semillas totalmente sumergidas en la solución de Tetrazolio. Estos frascos se incubaron en estufa a 28 °C y en oscuridad durante 24 h. Una vez concluida la tinción, las semillas se enjuagaron con abundante agua corriente y se realizaron las observaciones sobre cada semilla individualmente. Los resultados se expresaron en % de semillas viables (semillas mayormente teñidas) y semillas no viables (embrión sin tinción).

2.1.2. b. *Prueba del índigo carmín*

De forma contraria al test de tetrazolio, se produce una coloración de las partes no viables del grano. Se ha reportado como una técnica útil para especies de pináceas y no hay constancias de su utilización en otras especies (Benito-Matias *et al.*, 2004). Se tomaron 4 repeticiones de 25 semillas, y el índigo carmín se preparó añadiendo 0,15 g de índigo carmín en 100 mL de agua. Se sumergieron las semillas 18 h en agua destilada para reblandecer el endospermo. Posteriormente se incubaron en la preparación durante 3 h a temperatura ambiente. Se lavaron y se clasificaron en viables (embriones blancos o con manchas azules nunca localizadas en la radícula), de vitalidad limitada (embriones con dudas), y no viables (embrión completamente teñido).

2.1.2. c. *Prueba de Cloruro férrico*

Se preparó una solución al 20 % de cloruro férrico (FeCl_3), añadiendo cuatro partes de agua a una parte de cloruro férrico por peso; se tomaron 4 repeticiones de 25 semillas y se las colocaron en cajas de Petri, vertiendo suficiente solución para cubrir la totalidad de las semillas. Pasados 5 min se comenzaron a separar las semillas que se colorearon de negro, aunque la mancha sea muy pequeña y se continuó separando las semillas negras hasta pasados un máximo de 15 min de añadida la solución. Se contó el número de semillas que adquirieron coloración negra en cada repetición y se calculó el promedio para todas las repeticiones; ya que generalmente todas las semillas teñidas están muertas o se convierten en plántulas anormales cuando germinan (Aguirre y Peske, 1988).

2.1.3 Pruebas de germinación

2.1.3. a. *Prueba de separación del embrión*

El objetivo de esta prueba es acelerar la germinación de ciertas semillas que germinan lentamente o muestran latencia en una prueba de germinación. Para semillas con una latencia muy profunda impuesta por las envolturas del embrión, esta prueba ofrece un rápido estimado sobre su viabilidad. La prueba se realizó sobre 100 semillas de cada especie. Se embebieron las semillas para luego extraer fácilmente los embriones en condiciones asépticas. Los embriones se colocaron en cajas de Petri sobre papel de filtro humedecido con agua destilada y se incubaron a 27 ± 2 °C hasta 14 días con al menos 8 h luz por día y se evaluó en forma regular. Los resultados se expresaron en % de embriones germinados (Poulsen, 2000).

2.1.3. b. Pruebas de germinación estándar

Se realizó de acuerdo a las normas ISTA (2003), sobre 4 réplicas de 25 semillas cada una, con arena esterilizada como sustrato, colocadas en cámaras de germinación, con alternancia de temperatura y luz (8 h a 30 °C con luz y 16 h a 20 °C en oscuridad). El conteo de semillas germinadas se realizó diariamente hasta que la germinación se detuvo. Las semillas se consideraron germinadas cuando la radícula alcanzó 2 mm de largo. Se registró:

Porcentaje de germinación (PG) se determinó según Ec.1 teniendo en cuenta las plántulas las plántulas normales, cada 7 días a partir de iniciada la prueba y hasta estabilizarse la germinación. Se calculó mediante la Ecuación 1.

$$PG (\%) = (\text{semillas germinadas} / \text{semillas puestas a germinar}) * 100. [\text{Ec. 1}]$$

Día de inicio de la germinación (IG) o *Energía germinativa (EG)*, corresponde al tiempo transcurrido desde la siembra de las semillas hasta la germinación del 5 % de las semillas sembradas.

Tiempo medio de germinación máxima (TMG) según lo propuesto por Silva y Nakagawa (1995) según Ecuación 2:

$$TMG = \sum (T_i.N_i) / N [\text{Ec.2}].$$

Donde:

Ti es el número de días transcurridos desde el inicio del ensayo, Ni es el número de semillas germinadas en el día y N el número total de semillas germinadas.

Valor de germinación (VG), mediante el método de Czabator (1962) según la Ecuación 3.

$$VG = VM * GDM [\text{Ec. 3}].$$

Donde:

VM corresponde al valor máximo o pico que se presenta entre los valores producto de la división del porcentaje acumulado de germinación y la cantidad de días que se tardó en obtenerse; y GDM es la germinación media diaria, calculada como la razón entre el porcentaje final de germinación (PG) y el número de días transcurridos hasta llegar a ese valor. Dicho índice se expresa sin unidades.

2.1.4. Análisis estadístico

Los datos obtenidos por tratarse de datos porcentuales, se les aplicó primeramente una transformación arcoseno ($\bar{X}\%$) (Zar, 1996). Posteriormente, en todos los casos se analizaron mediante el análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de comparación de medias de Tukey para determinar diferencias entre tratamientos; empleándose el programa Infostat® (Di Rienzo *et al.*, 2009).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pruebas de vigor

Prueba de la conductividad eléctrica individual

El 75±7,91 % de semillas de *C. fissilis* se encontraron por debajo del valor de corte (Tabla 1) que es el equivalente a porcentaje de semillas viables; mientras que ninguno de los lotes de semillas de *M. frondosus* logró ubicarse por debajo del este valor; es decir que con este método no se registraron semillas viables.

Tabla 1. Viabilidad de semillas de *Cedrela fissilis* y *Myrocarpus frondosus* por diferentes métodos de determinación.

Métodos: CE: Conductividad eléctrica; pH: pH del exudado; Tz: Tetrazolio; IC: índigo carmín; FeCl₃: Cloruro férrico; embriones: separación de embriones; GE: germinación estandarizada.

Especie	Pruebas	Método	Viabilidad (%)
<i>Cedrela fissilis</i>	de vigor	CE	75,00±7,91b
		pH	41,67± 4,52a
	de viabilidad	Tz	70,00± 12,44ab
		IC	73,33± 6,67ab
		FeCl ₃	70,00± 5,00ab
	de germinación	Embriones	88,00± 3,27b
		GE	70,00± 18,62ab
<i>Myrocarpus frondosus</i>	de vigor	CE	0,00±0,00a
		pH	0,00±0,00a
	de viabilidad	Tz	8,00±5,66a
		IC	20,00±6,67b
		FeCl ₃	25,00±8,33b
	de germinación	Embriones	0,00±0,00a
		GE	0,00±0,00a

Los valores expresan el promedio de 4 réplicas de 25 semillas ± SD (n= 100). Valores seguidos por la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas entre sí (Tukey 5 %).

Esta prueba considera que semillas con bajo vigor presentan menor velocidad de restaurar la integridad de las membranas celulares y presenta como ventajas la rapidez, objetividad, bajo costo y posee una base teórica consistente, siendo capaz de identificar el deterioro de las semillas en su estado inicial (AOSA, 2014; Hampton y Tekrony, 1995).

Los resultados obtenidos sugieren que la electroconductividad no sería la técnica apropiada para las semillas de *M. frondosus*, ya que indican una gran pérdida de vigor a menos de un año de almacenamiento, en condiciones óptimas. Bonner (1998) indicó que esta técnica es muy sensible a la variación que existe entre lotes que provienen de diferentes poblaciones y no la recomienda para el análisis de semillas recalcitrantes como las de *M. frondosus*. Si bien son escasos los antecedentes del uso de esta prueba para otras muchas forestales, Soto Gonzales y ValiengoValeri (2011) utilizaron esta técnica en semillas de *Zeyheria tuberculosa* y Marrero et al. (2007) en *Rubia fruticosa*; demostrando que es adecuada para la selección de lotes de simientes con diferente potencial fisiológico.

Prueba Colorimétrica del pH del exudado

En esta prueba se observó que en *C. fissilis* el $41,67 \pm 4,52$ % de las soluciones presentaron una tonalidad rosa demostrando su viabilidad, en cuanto a *M. frondosus* ninguna de las soluciones presentó coloración (Tabla 1).

Una coloración rosa fuerte corresponderá a semillas con alta capacidad germinativa, que producirán probablemente plántulas normales; una coloración rosa tenue provendrá de semillas que originarán plántulas anormales y si existe ausencia de tinción, simplemente las semillas no tienen capacidad germinativa. Los resultados de esta prueba coinciden con los observados en la prueba de conductividad eléctrica individual aunque demuestra un porcentaje de semillas viables menor para el lote de semillas de *C. fissilis*.

Pruebas de viabilidad

Prueba Topográfica por Tetrazolio

Los resultados obtenidos arrojaron que en el $70,00 \pm 12,44$ % de las semillas de *C. fissilis* (Figura 1.d) hubo tinción, lo que demuestra que se encuentran vivas; mientras que las de *M. frondosus*, (Figura 2.d) solo registró un $8,00 \pm 5,66$ % de semillas viables (Tabla 1). Si bien la lectura de la viabilidad del embrión con tetrazolio es rápida, posiblemente la mayor dificultad es encontrar un protocolo adaptado, de forma que las tinciones sean lo suficientemente homogéneas para asegurar una buena interpretación de los resultados. Estos en ocasiones se ven afectados por la cantidad de lípidos, tiempo de tinción, condiciones de temperatura en las que se lleva a cabo la reacción, o incluso experiencia del analizador en dicha especie y en el método (Benito-Matías *et al.*, 2004). Si bien esta prueba ha sido utilizada en numerosas especies forestales como ser *Bombacopsis quinata* y *Tabebuia rosea* (Cordero, 1994); *Enterolobium cyclocarpum*, *Gliricidia sepium* y *Delonix regia* (Pivaral Leiva, 1999), *Pinus pinea* (Benito-Matías, 2004); *Schinopsis balansae* (Alzugaray *et al.*, 2005); *Acacia melanoxylon* (Velásquez, 2006); *Aspidosperma quebracho-blanco* (Alzugaray *et al.*, 2006); *Rubia fruticosa* (Marrero *et al.*, 2007); *Maytenus vitis-idaea* (Bueno *et al.*, 2009) entre otras; para las especies en estudio no existen reportes acerca de su uso. Los resultados obtenidos con esta técnica sobre la viabilidad de semillas, coinciden en líneas generales con las anteriores y representa un avance significativo hacia la elaboración de mapas de tetrazolio para especies de leñosas nativas de Argentina.

Prueba del índigo carmín

En los ensayos realizados se observó que el $73,33 \pm 6,67$ % de las semillas de *C. fissilis* (Figura 1-C) permanecían viables ya que no mostraron tinción; mientras que en *M. frondosus* (Figura 2-C) sólo el $20,00 \pm 6,67$ % de las mismas estaban viables (Tabla 1). La tinción de las zonas muertas define claramente cómo se encuentra la semilla, y a pesar de que también pueden aparecer indefiniciones éstas ofrecen menos dudas en la interpretación (Moreno Álvarez *et al.*, 2001).

Prueba de Cloruro férrico

En *C. fissilis* (Figura 1.a) el $70,00 \pm 5,00$ % de las semillas no evidenciaron daño mientras que *M. frondosus* (Figura 2.a) que solo el $25,00 \pm 8,33$ % de semillas no mostraron reacción al reactivo (Tabla 1). Esta prueba estima la integridad del lote de semillas, que puede estar vinculada a aspectos relacionados a la cosecha y pos cosecha. Se trata de un método práctico que permite hacer una estimación rápida del porcentaje de anormalidades que se puede esperar al cultivar posteriormente un determinado lote de semillas, se puede realizar en el sitio y permite ajustar la cosecha en beneficio de reducir el daño al resto del lote (Aguirre y Pesque, 1988). Los daños mecánicos también pueden ser evaluados y cuantificados mediante técnicas de laboratorio

que utilizan principios activos específicos para revelar su presencia en el exterior e interior de la semilla (Craviotto *et al.*, 2003).

Pruebas de germinación

Prueba de separación del embrión

El $88,00 \pm 3,266$ % de los embriones de *C. fissilis* (Figura 1.b) germinaron en esta prueba, mientras que en *M. frondosus* (Figura 2.b) no germinó ningún embrión (0 %) (Tabla 1). Recordando que el objetivo de esta prueba es acelerar la germinación de ciertas semillas que germinan lentamente o muestran latencia en una prueba de germinación (CATIE, 2000); estos resultados sugieren ausencia de latencia en *C. fissilis* y dado los resultados de las otras técnicas probadas en *M. frondosus*, tampoco podría atribuirse a una latencia, en ésta última especie.

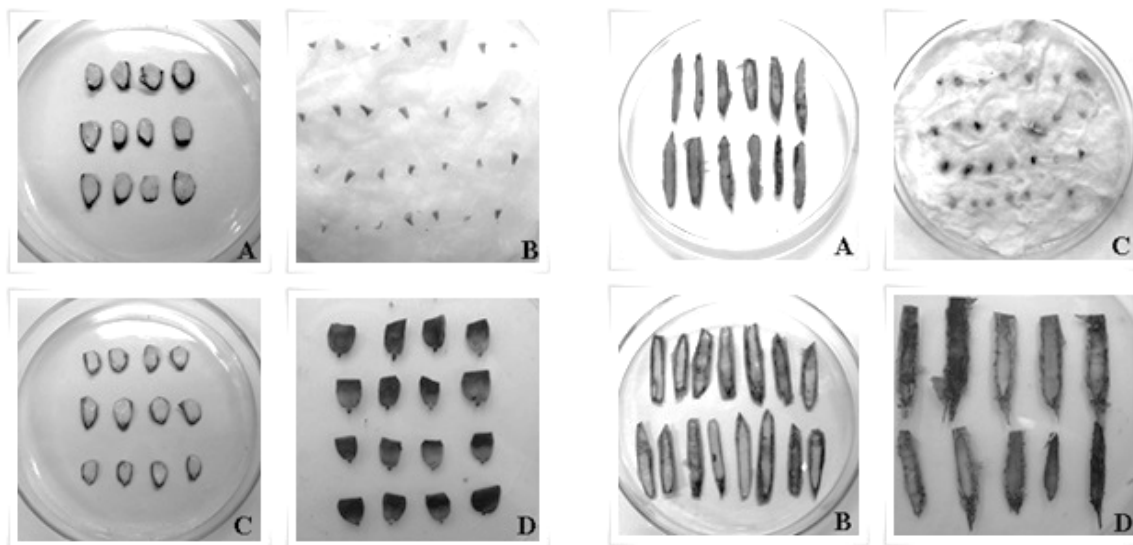


Figura 1. Pruebas de viabilidad en semillas de *Cedrela fissilis*: a) Cloruro férrico, b) separación del embrión, c) del índigo carmín y d) Tetrazolio.

Figura 2. Pruebas de viabilidad en semillas de *Myrocarpus frondosus*: a) Cloruro férrico, b) separación del embrión, c) del índigo carmín y d) Tetrazolio.

Los embriones no viables se tornan suaves, de color pardo y se pudren en un plazo de dos a diez días, como en el caso de *M. frondosus*. Los embriones viables permanecen macizos y muestran alguna indicación de viabilidad, dependiendo de la especie.

El ensayo de escisión del embrión se asemeja a los ensayos de germinación en que se basa en la germinación real de la semilla para medir su calidad. Para que el ensayo se realice satisfactoriamente es necesario que el operario posea un nivel considerable de aptitud y experiencia, y además, las Reglas de la ISTA lo limitan únicamente a unas cuantas especies (Willan, 1991).

Prueba de germinación estándar

Las semillas de *C. fissilis* demostraron un PG (Poder germinativo) del $70,00 \pm 18,62$ %; si bien Salazar *et al.* (2000) informan acerca de 86-97 % de PG para semillas frescas, el porcentaje obtenido en el ensayo es aceptable teniendo en cuenta que lleva aproximadamente un año almacenado. El TMG (Tiempo medio de germinación máxima) de $11,31 \pm 1,55$ días se encuentra dentro del rango descripto para la especie por Salazar *et al.* (2000). En este ensayo transcurrieron $6,75 \pm 0,5$ días para IG (Día de inicio de la germinación), y presentaron un valor pico de germinación VG (Czabator, 1962) de $1,71 \pm 0,33$ como una variable que refleja la velocidad de germinación y (Tabla 2).

Tabla 2. Plántulas normales (PG %), Tiempo medio de Germinación (TMG), Valor de Germinación (VG) y Día de Inicio de la Germinación (IG) de semillas de *Cedrela fissilis*.

PG (%)	TMG (días)	VG	IG (días)
70,00±18,62	11,32±1,55	1,72±0,33	6,75±0,50

Los valores expresan el promedio de 4 réplicas de 25 semillas $\pm$ SD (n= 100)

El valor pico de germinación VG (Czabator, 1962) es la variable de laboratorio más cercana a lo que realmente ocurrirá en la siembra, por lo cual se lo considera como un indicador de las semillas que darán origen a nuevas plantas (Buamscha *et al.*, 2012).

Para *M. frondosus* donde no se logró registrar ningún dato de germinación; en congruencia con los resultados obtenidos en las pruebas de vigor y viabilidad. Existen datos de que sus semillas son recalcitrantes a intermedias (Salazar *et al.*, 2000; Eibl *et al.*, 2009) y que germinan entre los 7 a 10 días de la siembra demostrando un 74 % de PG y que pierden su viabilidad antes de los 60 días si son almacenadas en condiciones subóptimas (Eibl *et al.*, 2009). Las semillas de esta especie ensayadas en el presente trabajo fueron almacenadas en condiciones óptimas, y los resultados reafirman la pérdida de viabilidad comunicada por Eibl *et al.* (2009).

Los resultados de las pruebas de vigor, viabilidad y germinación realizadas en este trabajo han sido útiles para relacionar el PG con la viabilidad de las semillas determinadas con la aplicación de las pruebas rápidas de tinción. El manejo de la relación viabilidad, germinación y vigor, es determinante para precisar si las semillas analizadas requieren o no de tratamientos previos a la siembra y de ser necesario, la intensidad con que se deben realizar (Buamscha *et al.*, 2012).

4. CONCLUSIONES

En este trabajo se demostraron la utilidad de técnicas rápidas, objetivas, sencillas, económicas, reproducibles e interpretativas. Son necesarios precisar detalles en los protocolos de ejecución, para especies en particular. Se determinó que las pruebas de conductividad eléctrica individual y separación de los embriones resultaron ser las mejores para evaluar a *C. fissilis*, especie de comportamiento ortodoxo debido a que tolera la desecación para su almacenamiento sin mostrar pérdida de viabilidad, mientras que Índigo Carmín y Cloruro férrico lo fueron para *M. frondosus*, especie de comportamiento intermedio. Se corroboró la pérdida de viabilidad de ésta última especie, dentro del año desde la cosecha, aún en condiciones óptimas de almacenamiento.

AGRADECIMIENTOS

La ejecución de este trabajo fue posible gracias al apoyo de los siguientes proyectos PICTO-2011-0213 (ANPCyT-UNNE), PI A005/12 (SGCyT-UNNE) y PI A001/14 (SGCyT-UNNE).

5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguirre, R. y S. Peske. 1988. *Manual para el beneficio de semillas*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 277p.
- Alzugaray, C.; N. Carnevale; A. Salinas, y R. Pioli. 2005. Observations on Seed Quality of *Schinopsis balansae* Engl, a Tree Species Endemic to South America. *Seed Technology* 27 (1): 49-58.

- Alzugaray, C.; N. Carnevale; A. Salinas, y R. Pioli. 2006. Calidad de semillas de *Aspidosperma quebracho-blanco* Schlecht. *Quebracho* (13): 26-35.
- Americas Regional Workshop (Conservation & Sustainable Management of Trees, Costa Rica) 1998. *Cedrela fissilis*. In: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.1. <www.iucnredlist.org>.
- AOSA (Association Official Seed Analysis). 2014. *Seed vigour-testing hand book*. Lincoln, USA. AOSA.88 pp.
- Benito-Matías, L.; N. Herrero Sierra; I. Jiménez y J. Peñuelas Rubira. 2004. Aplicación de métodos colorimétricos para la determinación de la viabilidad en semillas de *Pinus pinea*: test de tetrazolio e índigo carmín. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, ISSN 1575-2410, N° 17, págs. 23-28
- Bonner, F. 1998. Testing tree seeds for vigor: a review. *Seed Technology*, vol. 20, pp. 5-17.
- Buamscha, M.; L. Contardi; R. Kasten Dumroese; J. Enricci; R. Escobar; H. Gonda; D. Jacobs; T. Landis; T. Luna; J. Mexal y K. Wilkinson. 2012. *Producción de plantas en viveros forestales*. Ed: Consejo Federal de Inversiones; Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco UNPSJB; Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico, Argentina. 220 p.
- Bueno, M.; C. Alzugaray; G. Giubileo; C. Severina, y N. Carnevale. 2009. Evaluación de la calidad fisiológica de semillas de *Maytenus vitis-idaea* cultivadas *in vitro*. *Bosque* 30(3): 146-150.
- CATIE, 2000. *Técnicas para la escarificación de semillas forestales*. Proyecto Semillas Forestales DANIDA.57 p.
- Cordero, C. 1994. *Determinación de la viabilidad en semillas de Bombacopsis quinata y Tabebuia rosea y comparación con resultados de viveros*. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Tesis de especialidad. 64 p.
- Craviotto, R. 1998. SAD 2007. *Analizador Automático de Semillas. Manual de Procedimientos Biológicos*. Edición Convenio de Asistencia Técnica INTA – Consultar. Argentina. 22 pp.
- Craviotto, R.; M. Arango Perearnau; C. Gallo y M. Montero. 2003. *La Calidad contada por la propia semilla*. Informe Técnico. Instituto Nacional Técnico Agropecuario. Córdoba, Argentina. 12p.
- Custodio, C. C. y J. Marcos-Filho. 1997. Potassium leachate test for the evaluation of soybean seed physiological quality. *Seed Science and Technology* 25: 549-564.
- Czabator, F. 1962. Germination value: an index combining speed and completeness of pine seed germination. *Forest Science* (8), 386-396.
- Del Castillo, E.; M. Zapater; M. Gil y N. Del Castillo. 2003. *Investigaciones Botánicas y Silvícolas sobre Cedrela (Meliaceae) en Argentina*. XII Congreso Forestal Mundial, Quebec, Canadá. 0367-B4.
- Di Rienzo, J. A.; F. Casanoves, M. G. Balzarini; L. Gonzalez; M. Tablada y C. W. Robledo. 2009. *InfoStat, versión 2009*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Eibl, B.; M. Otegui; C. González y L. Mattes, 2009. Viabilidad durante el almacén en semillas de *Myrocarpus frondosus* Freire Allemão, para diferentes envases y ambientes. *Revista Análisis de Semillas* 3 (9). ISSN 185 1-1678.
- Galindo-Leal, C. y I. Gusmão Câmara. 2003. *The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats and outlook*. Center for Applied Biodiversity Science at Conservation International, Island Press, Washington D.C. 488 pp.
- Hampton, J. y D. Tekrony. 1995. *Handbook of vigour test methods*. International Seed Testing Association. Zürich, 117 pp.
- Holz, S. y G. Placci. 2003. Socioeconomic roots of biodiversity loss in Misiones. En: Galindo Leal, C. e I. De Gusmão Camara (eds.), *The Atlantic Forest of South America: Biodiversity Status, Threats and Outlook* (State of the Hotspots, 1), Washington DC, Center for Applied Biodiversity Science at Conservation International, Island Press pp. 207-226.

- ISTA. 2003. *International Rules for Seed Testing*. Zürich, 500 pp.
- Marrero, P.; D. Padilla; F. Valdés y M. Nogales. 2007. Comparison of three chemical tests to assess seed viability: the seed dispersal system of the Macaronesian endemic plant *Rubia fruticosa* (Rubiaceae) as an example. *Chemoecology* 17 (1): 47-50.
- Moreno-Álvarez, M.; L. Benito-Matías; N. Herrero; S. Domínguez y J. Peñuelas. 2001. *Estudio de nuevos métodos de determinación de la viabilidad de las semillas forestales: Test de electroconductividad e índigo carmín. Comparación con el test del tetrazolio y su aplicación a Pinus pinaster y Pinus halepensis*. Actas del III Congreso Forestal Español, Mesa 3, pp. 653-658.
- Myers, N. 1988. Threatened biotas: "Hot spots" in tropical forests. *The Environmentalist* 8: 1-20.
- Peretti, A. 1994. *Manual para Análisis de Semillas*. 1era ed. Buenos Aires; Hemisferio Sur. 282 pp.
- Pérez García, F. y J. Pita Villamil, 2001. *Viabilidad, vigor, longevidad y conservación de semillas*. Eds: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. España. ISBN: 84-491-0503-X. 16 p.
- Pivaral Leiva, L. 1999. *Desarrollo de patrones de tinción de tetrazolio e índigo carmín, para determinar viabilidad en semilla de Enterolobium cyclocarpum, (Jacq) Griseb. (Conacaste), Gliricida sepium (jacquin) Kunth ex Walper (Madrecacao) y Delonix regia (Bojer) Raf. Fl. Tellur. (Flamboyán)*. Tesis para optar al grado de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola. Universidad de San Carlos de Guatemala. 92 p.
- Poulsen, K. 2000. Análisis de semillas. En: *Técnicas para la escarificación de semillas forestales*. Programa de Investigación. Proyecto de semillas forestales (PROSEFOR) – Danida Forest Seed Centre. Costa Rica. p. 2
- Salazar, R.; C. Soihet y J. Méndez. 2000. *Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina*. Turrialba, Costa Rica: CATIE. Proyecto de Semillas forestales: Danida Forest Seed Centre. Vol: 1, 204 págs. ISBN: 9977-57-349-2.
- Silva, J. y J. Nakagawa. 1995. Estudo de Fórmulas para cálculo da velocidade de germinação. *Informativo Abrates* (5): 62-73.
- Soto Gonzales, J. y S. Valiengo Valeri. 2011. Prueba de la conductividad eléctrica en la evaluación fisiológica de la calidad de semillas en *Zeyheria tuberculosa*". *Bosque* 32(2): 197-202.
- Tressens, S.; H. Keller y V. Revilla. 2008. Las plantas vasculares de la reserva de uso múltiple Guaraní, Misiones (Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 43 (3-4): 273-293.
- Velásquez, L. 2006. *Caracterización del banco edáfico de semillas de Acacia melanoxylon R. Brown en dos sitios de la provincia de Concepción*. Tesis (IngFor). Universidad de Concepción. Fac. de Ciencias Forestales. Chile. 34 p.
- Viana, V.; A. Tabanez y J. Martínez. 1992. *Restauração e manejo de fragmentos florestais*. In: Congresso Nacional sobre Essências Nativas, 2. 1992, São Paulo. Anais. São Paulo: Instituto Florestal, v. 4, p. 400-406.
- Wang, Y. R.; J. G. Hampton y M. J. Hill. 1994. Red clover vigour testing – Effects of three test variables. *Seed Science and Technology* 22: 99-105.
- Willan, R. L. 1991. *Guía de Manipulación de Semillas Forestales con especial referencia a los Trópicos*. Centro de Semillas Forestales de Danida. Estudio FAO Montes 20/2. 510 pp.
- Zar, J. A. 1996. *Biostatistical analysis*. Third edition. Prentice Hall, Inc. New Jersey. 943.



NOTA TÉCNICA

Mapa forestal del valle de inundación e islas del Río Paraná y sur de la Provincia de Santa Fe

Distribution of forested areas in the floodplain and islands of the Parana River and southern Santa Fe Province, Argentina

Alzugaray C.¹; N. Di Leo¹ y N. J. Carnevale²

Recibido en junio de 2015; aceptado en noviembre de 2016

RESUMEN

Como consecuencia del modelo productivo predominante, los bosques nativos en la provincia de Santa Fe, han sido gravemente afectados. Se usaron imágenes Landsat para determinar la superficie arbórea remanente sobre 6.304.156,7 ha en el valle de inundación e islas del Río Paraná y al sur de la ruta nacional N° 19, y se realizaron censos georreferenciados a campo, que cubrieron los tipos de comunidades arbóreas existentes. Se encontraron los siguientes tipos de bosques: alisales de *Tessaria integrifolia*, sauzales de *Salix humboldtiana*, bosque insular, bosque mixto, sabanas arbóreas con predominancia de *Acacia caven* y sabanas arbustivas. Del total relevado, 361.195 ha corresponden a comunidades boscosas que se encuentran en distinto grado de conservación, acorde con la geomorfología y el manejo productivo. La distribución de estos bosques no es homogénea. La superficie ocupada y el número de especies relevadas disminuyen, siguiendo un gradiente N-S en correspondencia con la densidad poblacional, accesibilidad y explotación agropecuaria tradicional. Los escasos parches de bosques al sur de la ruta 19 se asemejan a sabanas arboladas con predominio de *Acacia caven* y presencia de *Parkinsonia aculeata*, *Sapium haematospermum*, *Schinus molle* y especies exóticas como *Gleditsia triacanthos*, *Acer negundo* y *Fraxinus sp.* Esta información se utilizó para el ordenamiento territorial del bosque nativo en la provincia de Santa Fe, previsto por la Ley Nacional N° 26.331 y conforme a las facultades otorgadas por la Ley Provincial N° 12.336.

Palabras clave: Bosques insulares; Bosques fragmentados; Número de especies; Río Paraná; Sur de Santa Fe; Valle de inundación.

ABSTRACT

As a result of the predominant production model, native forests in the province of Santa Fe have been seriously affected. Landsat images were used to determine the residual forested land area over 6.304.156,7 ha in the flood plain and islands of the Parana River, south of National Route 19, and georeferenced field census data were collected covering the existing tree communities. The following forest types were found: alder forests of *Tessaria integrifolia*, willow forests of *Salix humboldtiana*, insular forests, mixed forests, tree savannas with predominance of *Acacia caven*, and shrub savannas. From the total land area, 361.195 ha are covered by forest communities that remain in different degrees of conservation, based on geomorphology and productive management. The distribution of these forests is not homogeneous. The occupied areas and the number of species decrease following a N-S gradient, in correspondence with population density, accessibility, and traditional agricultural activities. The scarce forest patches South of Route 19 resemble savanna woodlands with *Acacia caven* as the dominant species and with the presence of *Parkinsonia aculeata*, *Sapium haematospermum*, *Schinus molle*, as well as some exotic species such as *Gleditsia triacanthos*, *Acer negundo* and *Fraxinus sp.* This information was used for mapping the land used of the native forests in the Province of Santa Fe, as stated by National Law 26.331 and Provincial Law 12.336.

Keywords: Floodplain; Fragmented forests; insular forests; Río Paraná; Southern Santa Fe; Number of species.

¹ Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario. Argentina. E-mail: calzugarmail.com

² Consejo de Investigaciones. Universidad Nacional de Rosario. Argentina.

1. INTRODUCCIÓN

La historia de la humanidad está ligada al uso de los bosques. El desarrollo de las distintas sociedades ha dependido de los mismos para la obtención del combustible, la alimentación y la construcción de viviendas. Como contrapartida, el crecimiento de las ciudades y su economía han implicado el avance inexorable de la deforestación (FAO, 2012). La República Argentina no está exenta de este problema. En el caso de la provincia de Santa Fe, la existencia de áreas boscosas está registrada tanto en el mapa fitogeográfico de Cabrera (1976) como en el de Ecorregiones (Brown y Pacheco, 2006), basado en el anterior. El norte de la provincia, en la zona llamada Cuña Boscosa, durante el período 2000-2008, ha experimentado una significativa tasa de deforestación, superior a la tasa mundial (-2, 3 %), como resultado del corrimiento de la frontera agrícola, (Carnevale *et al.*, 2009). La nación cuenta con la ley 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos, que en su Art. N° 12, inciso “e”, exige mantener actualizada la información sobre la superficie cubierta por bosques nativos y su estado de conservación. Para su reglamentación y la elaboración de mapas de ordenamiento territorial, ha sido necesario conocer la superficie actual existente de los bosques y masas arbóreas remanentes, a fin de poder establecer las diferentes categorías para la recomendación de su manejo. A tal fin se realizó un estudio combinado, a partir de imágenes satelitales disponibles y relevamientos de campo, para establecer la superficie actual existente de bosques. Hasta el presente no existían datos concretos sobre ellos en las ecorregiones del valle de inundación e islas del Río Paraná, y en la Ecorregión Pampeana en esta provincia. Para la Ecorregión del Espinal existe un informe regional perteneciente al Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2004). De sus resultados generales se desprende que las tierras forestales representan sólo un 7,5 % de la superficie total de la región, concentradas en los extremo sur y suroeste de la formación, correspondientes a la provincia de La Pampa, al centro de San Luis y, en una muy pequeña porción, al suroeste de Córdoba. Las formaciones boscosas casi han desaparecido en los otros sectores de la región, al nivel de percepción adoptado por dicho inventario. El mapa actual de ecorregiones en Argentina se generó sobre la base del mapa de regiones fitogeográficas de Cabrera (1976), con algunos límites redefinidos para el Espinal luego de la realización del Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos. Sin embargo, es un mapa potencial ya que no consideraba los drásticos cambios en el uso del suelo, acaecidos en algunas de las ecorregiones (Brown y Pacheco, 2006). Las provincias más afectadas por la transformación son Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe, y, a modo global, la Ecorregión del Chaco, seco y húmedo, por el proceso de sojización y la aplicación de un único modelo productivo (Pengue, 2009). Este modelo en la Región Pampeana ha arrasado hasta con los relictos de vegetación nativa en banquinas, costados de caminos y sectores aledaños a alambradas, vías férreas y bordes de lagunas y cursos de agua (Franceschi y Bocanelli, 2013). En la provincia de Santa Fe existen estudios de vegetación que atestiguan como áreas históricamente dedicadas a la ganadería, que conservaban en cierta medida algunas de las características de la vegetación original como, por ejemplo, algunas especies, cobertura similar, y otras características (Lewis *et al.*, 1985a, Carnevale *et al.*, 1987), han ido retrocediendo en pos de ganar terrenos para la agricultura. Ejemplo de ello son las ecorregiones del Chaco Húmedo (Carnevale *et al.*, 2007) y del Espinal (Arturi, 2005; Lewis *et al.*, 2006). Estas ecorregiones son las que más captan la atención en el momento de elaborar proyectos de manejo sustentable y que involucran organizaciones como la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), la Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ), Hábitat y Desarrollo, Fundapaz, y Fundación Vida Silvestre, entre otras.

Tanto las islas como el delta del río Paraná y el sur de Santa Fe, incluyendo el Espinal y la Región Pampeana, recién en la última década han sido motivo de preocupación ambiental.

Esto se debe, por un lado, a la intensa presión ganadera que han sufrido las islas, actividad que se desarrollaba antes en tierra firme (Combin *et al.*, 2010), sumada a la práctica anual de quema de biomasa muerta y vegetación en pie con el fin de acelerar el rebrote de las comunidades herbáceas para consumo del ganado. Por otro lado, también se debe a la escasa

representatividad de áreas protegidas, tanto en la Ecorregión Pampeana (1,02 %) como en el Espinal (0,57 %), cuando lo aceptable sería un porcentaje superior al 11 % (APN, 2007). En cambio, en la Ecorregión del delta e islas del Paraná existen diferentes tipos de áreas protegidas, desde el sitio Ramsar Jaaukanigás (gente de río), que abarca unas 500.000 ha, hasta parques nacionales, provinciales y reservas municipales y de uso múltiple.

La provincia de Santa Fe promulgó en 2003 la Ley 12.175 que regula las áreas protegidas (Ministerio de Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente, 2003), y en 2010 se creó el Parque Nacional Delta e Islas del Paraná, primer Parque Nacional de Santa Fe, de acuerdo con la Ley N° 12.901. El Parque Nacional Islas de Santa Fe comprende las islas de la anterior reserva provincial El Rico y suma algunas más, ocupando una superficie actual total de 2.900 ha. Esta ecorregión representa el 27,44 % de las áreas protegidas.

Breve descripción de las ecorregiones del Delta e islas del Paraná, del Espinal y de la Ecorregión Pampeana

El valle de inundación del Río Paraná en la provincia de Santa Fe está inscripto dentro de una gran ecorregión denominada Delta e islas del Paraná, que comprende los valles de inundación de los trayectos medios e inferiores de los ríos Paraná y Uruguay que recorren la llanura Chaco-Pampeana. Según Iriondo (1987) la actual llanura aluvial del Paraná ocupa una amplia faja recorrida por el cauce principal del río, brazos menores permanentes, riachos temporarios y gran cantidad de lagunas, pantanos y bañados. El río Paraná fluye a lo largo de por lo menos cuatro fracturas mayores y atraviesa también elementos menores.

La Ecorregión Delta e Islas de los ríos Paraná y Uruguay es una zona muy dinámica de modelado fluvial actual, compuesta por un conjunto de macrosistemas de humedales. Se la considera azonal, ya que sus rasgos son cambiantes y dependientes de una dinámica de pulsos, y no responde a factores operativos a gran escala, como el clima o la geología. (Mateucci, 2012). En esta ecorregión predominan los suelos del orden de los Molisoles, que son ricos en materia orgánica, bien estructurados y en general bien drenados.

La particular vegetación del valle de inundación del río Paraná está ubicada sobre una llanura de inundación compuesta y viva (Franceschi *et al.*, 1985), formada por deposición de sedimentos y erosión constante, a lo que se suma una dinámica muy rápida de las comunidades vegetales. Esto hace que el paisaje varíe de acuerdo con esos factores. De todos modos, “la distribución relativa de las comunidades probablemente subsista, ya que las comunidades boscosas son y serán periféricas” y se instalan sobre las llanuras de bancos y tal vez también sobre los meandros, y las herbáceas sobre las llanuras de avenamiento impedido (Franceschi *et al.*, 1985).

La fisonomía de la vegetación del valle de inundación del río Paraná se puede clasificar de la siguiente manera: en las zonas periféricas es donde se ubican generalmente diferentes clases de bosques fluviales (Morello, 1949; Burkart, 1957; Franceschi and Lewis, 1979; Franceschi *et al.*, 1985), que incluyen a los alisales, sauzales y al bosque insular. El ensamble de las especies de estos bosques tiene características particulares, ya que responde a la presión selectiva de pulsos alternados de inundación y sequía (Casco y Neiff, 2006). Estos pulsos varían de acuerdo con las variables que los modulan, condicionando los diferentes tipos de bosques en la región (Casco y Neiff, 2006). El régimen del Río Paraná presenta inundaciones anuales que, en períodos irregulares, son más intensas y, con una frecuencia aproximada de dos por siglo, son extraordinarias, con carácter catastrófico, ya que destruyen la vegetación herbácea y aún la leñosa, debido principalmente a la duración de la inundación, y, en menor medida, por erosión, sedimentación y remoción (Franceschi *et al.*, 2010).

Las otras formaciones son: sabanas y arbustales, que incluyen a los espinillares, y chilcales y las comunidades herbáceas de camalotales, canutillares, juncales, cataisales, verdolagales y pajonales (Franceschi *et al.*, 1985).

También pueden existir otras comunidades vegetales, pero en toda la región son las que aquí se mencionan, aunque pueden variar en su extensión y riqueza, principalmente como consecuencia del manejo de la ganadería y del fuego (Franceschi *et al.*, 1985).

En el interior se distribuyen cubetas de diverso tamaño, regularmente inundables, dependiendo de la época del año, cubiertas por vegetación higrófila; y en las planicies inundables hay pastizales y pajonales (Franceschi *et al.*, 2005) alternando con comunidades acuáticas en canales y lagunas. La riqueza florística de la vegetación en general va disminuyendo hacia el sur, particularmente la vegetación leñosa, que pasa de comunidades altamente diversas a comunidades dominadas por *Salix humboldtiana* (Franceschi *et al.*, 1985).

La fauna es particularmente rica comparada con la Ecorregión Pampeana. Existe una importante riqueza ictícola, y la diversidad de vertebrados está ampliamente representada por anfibios y reptiles (Bó, 2005). Los mamíferos presentan importantes poblaciones de nutrias, carpinchos (*Hydrochoerus hydrochaeris*), coipo (*Myocastor coipus*), pequeñas poblaciones de ciervo de los pantanos (*Blastocerus dichotomus*), lobito de río (*Lontra longicaulis*) y monos aulladores (*Alouatta sp.*). Entre las aves acuáticas predominan las garzas (*Egretta alba*), patos (*Anas sp.*) y gallaretas (*Gallinula chloropus*). Entre los anfibios se encuentra una subespecie endémica, la ranita trepadora (*Ololygon x signata* = *Scinax eryngyophila*). Otras especies son el lagarto overo, (*Tupinambis teguixin*) y el yacaré ñato (*Caiman latirostris*) (Mateucci, 2012).

La Ecorregión Pampeana, que en este estudio es incluida en una pequeña porción, presentaba originalmente vegetación herbácea, tal como fue descripta por Lewis *et al.* (1985b; 1985c); Carnevale *et al.* (1987), y la vegetación arbórea estaba presente en la desembocadura de arroyos sobre el Río Paraná, y sobre la misma barranca del Paraná. Pasotti y Canoba (1979), en un estudio con imágenes satelitales de la llanura pampeana santafesina, destacan los bosques de la llanura aluvial del Paraná y la formación de bosques implantados de la empresa Celulosa Argentina, y consideran que otros sitios no son relevantes en términos de superficie ocupada.

En 1985(a), Lewis *et al.* describieron algunas comunidades de bosques de *Celtis tala* y otras leñosas, consideradas misceláneas. En ese trabajo se afirma que la presencia de bosques era muy escasa en la región y que, posiblemente en el pasado, los bosques hayan cubierto áreas mayores, formando una faja a lo largo de las barrancas del río Paraná, en el extremo oriental. Se describen pequeños grupos de árboles o árboles aislados, a lo largo de toda la costa, y tres relictos un poco más grandes, dos de ellos ubicados a más de 20 km al oeste de la costa del Paraná. También se afirma que, si estuviesen bien conservados, el estrato arbóreo de 5-8 metros, sería continuo, y estaría compuesto por especies como *Celtis tala*, *Prosopis sp.*, *Acacia caven*, *Schinus polygamus*, *Geoffroea decorticans*, *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Phytolacca dioica* y *Jodina rhombifolia*. También se menciona que *Celtis tala* era la especie más frecuente y la más abundante en los relictos, y la última, la más rara. Asimismo se hace referencia a la existencia de sabanas de *Acacia caven*, *Prosopis spp.*, *Parkinsonia aculeata* y *Geoffroea decorticans*, con un estrato herbáceo de pradera salada. La última especie leñosa mencionada, suele formar pequeños grupos, en especial sobre el valle del río Carcarañá. A lo largo del curso inferior del arroyo Pavón y en ciertas partes del río Carcarañá, se menciona la existencia de una galería de *Salix humboldtiana*, aunque formada por una fila discontinua de árboles (Lewis *et al.*, 1985a).

La Ecorregión Pampeana, es un área casi totalmente transformada, con excepción de algunos relictos en bajos salinos, cañadas y algunos sectores de márgenes de ríos y arroyos. Actualmente, la vegetación arbórea nativa está extremadamente restringida y en muchos sitios crece junto a especies exóticas implantadas o invasoras (Franceschi y Bocanelli, 2013). Esta ecorregión, está rodeada por un área cubierta por bosques y sabanas, cuyas dominantes fisonómicas corresponden a una o varias especies arbóreas de los géneros *Prosopis*, *Acacia*, *Celtis*, *Geoffroea* y otros. Esta área fue denominada por Lewis y Collantes (1973) como Espinal Periestépico, y es considerada actualmente como la Ecorregión del Espinal (Administración de Parques Nacionales APA, 2007).

En este estudio se incluye un sector del área al sur de la ruta nacional N° 19, correspondiente al Espinal. En él se han descripto pequeños bosquечitos o isletas de especies leñosas,

monoespecíficas de *Geoffrea decorticans* o *Parkinsonia aculeata*. En algunas ocasiones estas especies están acompañadas de *Prosopis* sp. y *Celtis* sp. (Franceschi y Alzugaray, 2001). En un estudio posterior sobre un sector más amplio del espinal (Lewis et al., 2006), se registró mayor diversidad, correspondiente a especies arbóreas y arbustivas tales como *Grabowskia duplicata*, *Tessaria dodonefolia*, *Acacia caven*, *Prosopis alba*, *Schinus longifolia*, *Sapium haematospermum* y otras.

Dada la importancia que poseen estas ecorregiones en función del mantenimiento de la biodiversidad, de los servicios ambientales que ofrecen y acorde con la implementación de la Ley Nacional de Bosques Nativos 26.331, se propuso como objetivo determinar la superficie de las masas arbóreas remanentes y las principales especies que las componen, en las ecorregiones del Delta e Islas del Paraná, Pampeana y Espinal en la provincia de Santa Fe, con la intención última de contribuir a la zonificación propuesta por dicha ley.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El área de trabajo estuvo limitada por la ruta nacional N° 11, hacia el norte por el límite provincial y hacia el este por el río Paraná. El sector sur, a partir de la ruta nacional N° 19 hasta los límites provinciales al oeste y el sur. Las coordenadas de los límites extremos del área de trabajo (Figura 1) son: Límite norte: 28° 00' 00'' S; Límite sur: 34° 24' 00'' S; Límite este: 58° 52' 24,34'' W; Límite oeste: 62° 54' 26,48'' W.

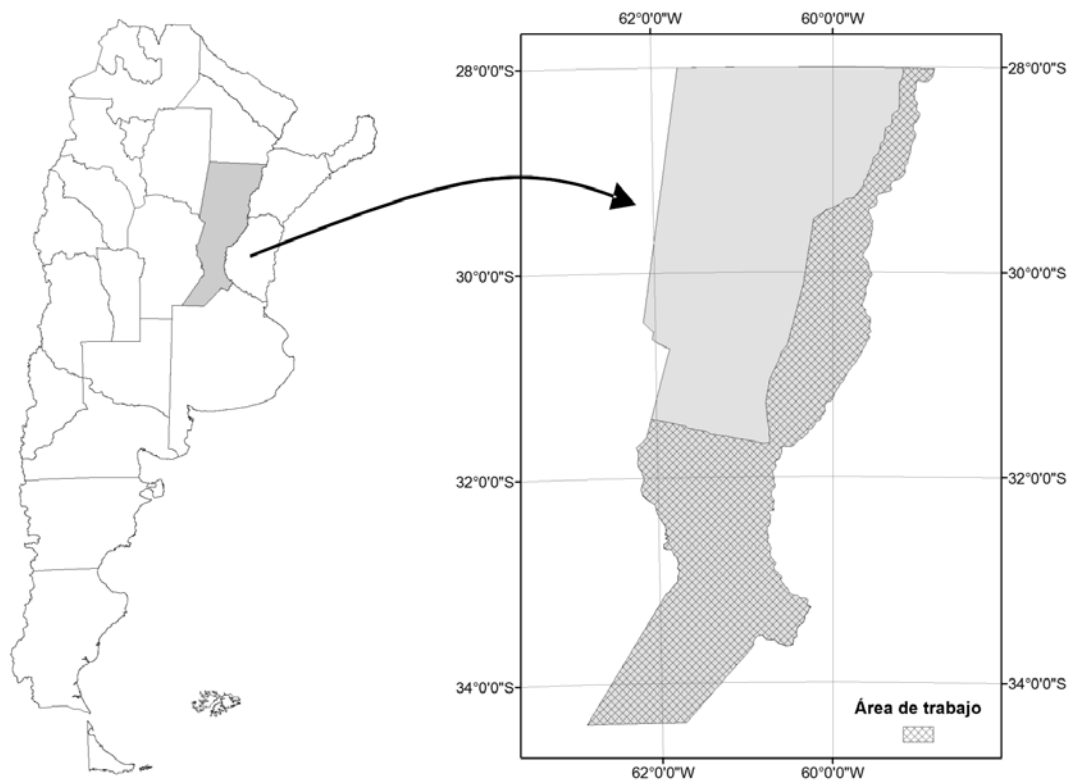


Figura 1. Área de trabajo limitada por la ruta nacional N° 11 y el límite provincial hacia el norte; por el río Paraná hacia el este; por la ruta nacional N° 19 y el límite provincial hacia el oeste y el sur.

Para el relevamiento de la superficie ocupada por masas arbóreas en la totalidad del área de trabajo se procesó un mosaico conformado por un total de 10 imágenes Landsat 5, sensor

Thematic Mapper (30 metros de resolución espacial), captadas en febrero y marzo de 2008, que fueron provistas por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) de Argentina. La superficie total relevada fue de 6.304.156,7 ha. El ajuste geométrico de las imágenes utilizadas consistió en su georreferenciación a coordenadas conocidas de terreno. Se procuró que los puntos de control seleccionados estuvieran distribuidos homogéneamente en toda la extensión de las imágenes. Se tomaron unos 25 puntos para cada una de ellas, cantidad que se encuentra en los estándares recomendados para las características del área de estudio y de la escala de las imágenes utilizadas (Chuvieco, 2002). La transformación se basó en ecuaciones lineales simples. El RMS (error medio cuadrático) más elevado registrado en la corrección geométrica fue de 0,19 píxel. El método aplicado para el remuestreo de las imágenes fue el del vecino más próximo (*nearest-neighbor*) para lograr la menor modificación en los números digitales de los píxeles de salida. La calibración radiométrica de las imágenes utilizadas consistió en la transformación de los niveles digitales (*ND*) de cada píxel a valores de radiancia (*R*) mediante la fórmula:

$$R_n = ND_n \times Gain_n + Bias_n$$

Donde *Gain* es el factor de ganancia y *Bias* es el factor de sesgo (offset) específicos para cada banda espectral (*n*), que se obtienen de las tablas de calibración publicadas (Chander *et al.*, 2009). Posteriormente se procedió a la aplicación de un método de clasificación mixto (Serra *et al.*, 2003), que combina una clasificación no supervisada mediante el algoritmo ISODATA (Interactive Self Organizing Data Analysis) (Duda y Hart, 1973) y áreas de entrenamiento típicas de los sistemas de clasificación supervisados.

En total se tomaron 39 muestras georreferenciadas en el terreno a efectos de corroborar la exactitud geométrica y la exactitud temática de las clases establecidas por el algoritmo mixto utilizado, así como para la realización de censos en las clases de interés. Se evaluaron distintas cantidades de clases por imagen a establecer en el algoritmo ISODATA, a partir de cotejar las matrices de confusión y los estadísticos de Fiabilidad Global e Índice de Kappa, respecto de las áreas de entrenamiento. Luego de esta corroboración, las clases fueron reasignadas a efectos de realizar la valoración de superficie cubierta con masas arbóreas versus otros tipos de cobertura, como cultivos, cursos y cuerpos de agua, pasturas, áreas urbanas, etc. Para cada censo de la vegetación arbórea se confeccionaron listas florísticas.

3. RESULTADOS

La evaluación preliminar de las cantidades de clases a establecer en el algoritmo ISODATA indicó que la mejor precisión se obtenía con un total de 15 clases. En la Tabla 1 (pag. siguiente) se muestra la matriz de confusión conjunta surgida a partir de la evaluación de la mejor clasificación lograda con la información relevada en el terreno. La Fiabilidad Global alcanzó el 87,9 %. La Fiabilidad Real para un intervalo de confianza del 95 % se situó en el rango que va de 87,5 a 88,3 %. El Índice de Kappa fue de 0,87.

En la Tabla 2 se muestran los resultados de superficie de las clases agrupadas según los tipos de coberturas principales. La Figura 2 muestra la cartografía de áreas boscosas generada para el total del área de trabajo, y las Figuras 3 y 4 suman a lo anterior la cartografía de cursos y cuerpos de agua, detallando el sector norte y el sector sur del área de trabajo, respectivamente.

Tabla 1. Matriz de confusión de la clasificación realizada con ISODATA (15 clases).

	Arb. 1	Arb. 2	Arb. 3	Arb. 4	Arb. 5	Arb. 6	Arb. 7	Cult. 1	Cult. 2	Agua	Pasturas	Pastizales 1	Pastizales 2	Área urbana	Suelo desnudo	Total	Usuario	Errores de comisión
Árborea 1	1701	43	140	42	19	33	39	7	3		5	5		3		2040	0.834	0.166
Árborea 2	53	1802	121	22	33	30	29	6	7			2	5	2	2	2114	0.852	0.148
Árborea 3	30	35	1666	38	25	19	18			4	22		7			1864	0.894	0.106
Árborea 4	38	41	89	2014	42	41	41	4	8			4	6	3	2	2333	0.863	0.137
Árborea 5	26	28	59	81	1795	29	21	2				7	3	1	9	2061	0.871	0.129
Árborea 6	69	101	18	61	28	1832	39		9		10	7	12		8	2194	0.835	0.165
Árborea 7	36	50	32	21	41	49	1721			2		3		2		1957	0.879	0.121
Cultivos 1	14	6	5	8	2	9	5	1778	199			16	2			2044	0.870	0.130
Cultivos 2	9	10	5	3	6	2		179	1896		14		2		9	2135	0.888	0.112
Agua		3				4			4913			2	24	1		4947	0.993	0.007
Pasturas	11		17		2	9	5	16	7		3455	237	102	2	3	3866	0.894	0.106
Pastizales 1		6	4	2	7		10	11	5	2	229	1766	98			2140	0.825	0.175
Pastizales 2	5		9	4		4	11	3	2	17	101	132	1742	13		2043	0.853	0.147
Área urbana	3	1	4							4		23	19	1789	298	2141	0.836	0.164
Suelo des.		4			8	9		4	2		12		19	341	2241	2640	0.849	0.151
Total	1995	2130	2169	2296	2008	2070	1939	2010	2138	4942	3848	2201	2044	2157	2572	36519		
Productor	0.853	0.846	0.768	0.877	0.894	0.885	0.888	0.885	0.887	0.994	0.898	0.802	0.852	0.829	0.871		0.879	
Errores de omisión	0.147	0.154	0.232	0.123	0.106	0.115	0.112	0.115	0.113	0.006	0.102	0.198	0.148	0.171	0.129			

Tabla 2. Superficie total en estudio, superficie cubierta por agua y superficie cubierta por bosques (total y discriminada por sectores).

Coberturas	Hectáreas
Superficie del área de estudio	6.304.156,7
Superficie cubierta por agua	92.222,64
Superficie cubierta por masa arbórea	361.195,0
Sector Norte: entre la RN 11, Santo Tomé (al norte) y el río Paraná	314.079,1
Sector Centro-Sur: entre la RN 11, desde la ciudad de Santo Tomé hasta la ciudad de Rosario y el Río Paraná	24.788,3
Sector Sur: al sur de la RN 19 y al oeste de la RN 11	22.327,6

Los censos realizados a campo permitieron clasificar los siguientes tipos de bosques: alisales de *Tessaria integrifolia*, sauzales de *Salix humboldtiana*, bosque insular, bosque mixto, sabanas arbóreas con predominancia de *Acacia caven*, y sabanas arbustivas. Del total relevado, 361.195 ha corresponden a comunidades boscosas que se encuentran en distintas condiciones de conservación, acorde a la geomorfología y degradadas por el manejo (Figura 2). La distribución de estos bosques no es homogénea. La superficie ocupada y la diversidad específica disminuyen, siguiendo un gradiente N-S en correspondencia con la densidad poblacional, accesibilidad y explotación agropecuaria tradicional. Los parches del sector sur se asemejan a sabanas arboladas compuestas por *Acacia caven* con presencia de *Parkinsonia aculeata*, *Sapium haematospermum*, *Schinus molle* y especies exóticas como *Gleditsia triacanthos*, *Acer negundo* y *Fraxinus sp.*, que han sido reportadas por Franceschi y Bocanelli (2013) como especies invasoras en la pampa húmeda. Estos parches totalizan unas 22.327,6 ha, en las cuales no se discriminan bosques implantados, cuya superficie es muy escasa, y corresponden mayormente a los bosques de la empresa Celulosa Argentina en la localidad de Capitán Bermúdez (Figura 4).

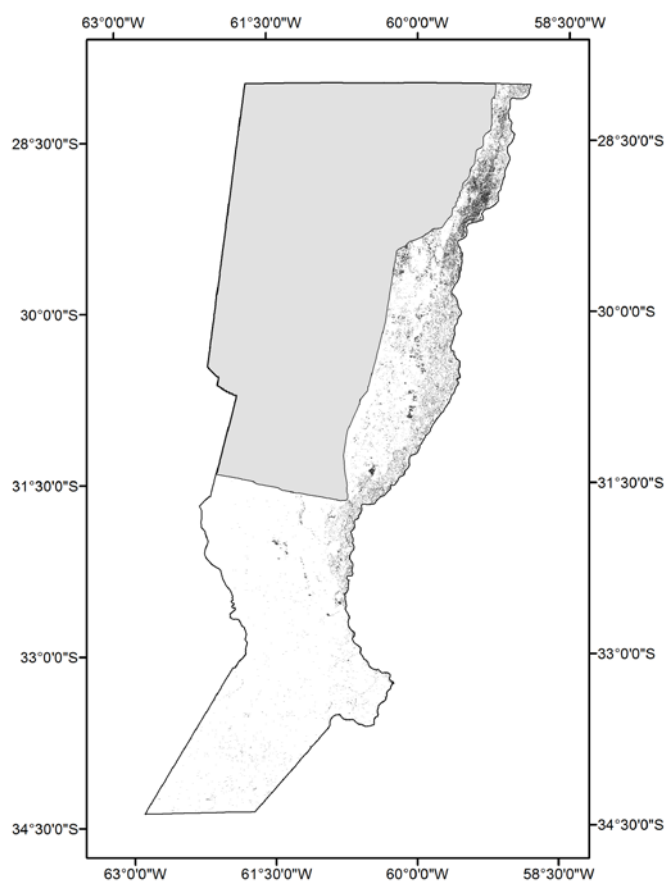


Figura 2. Distribución espacial de comunidades leñosas (en gris oscuro) y cuerpos de agua (en negro) en el área de trabajo en la provincia de Santa Fe.

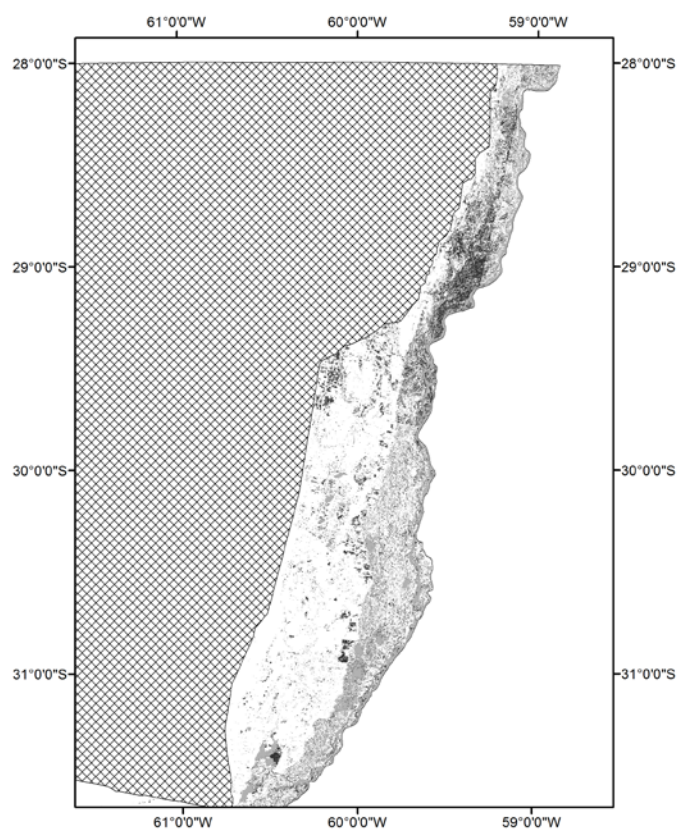


Figura 3. Distribución espacial de comunidades leñosas (en gris oscuro) y cuerpos de agua (en gris claro) en la porción norte del área de trabajo.

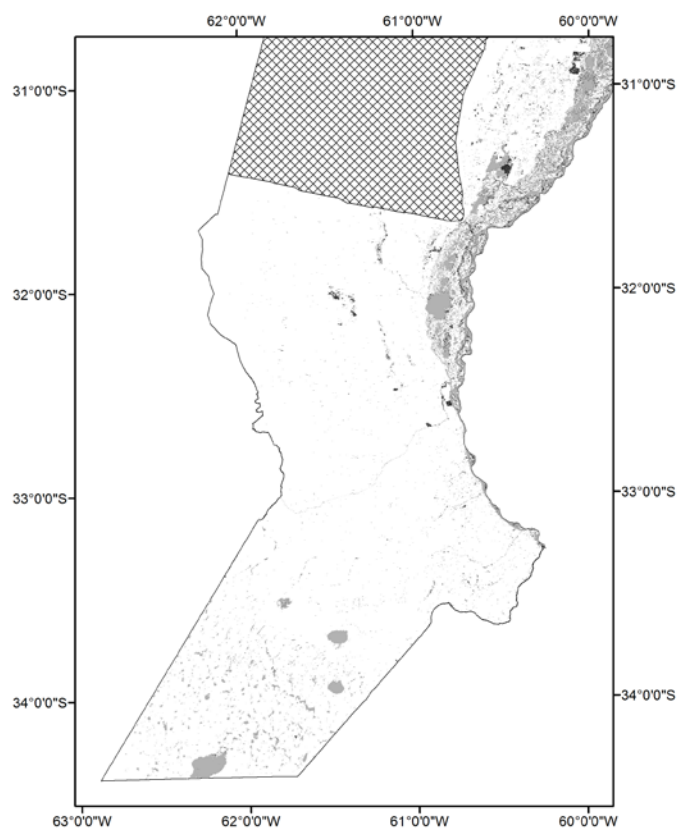


Figura 4. Distribución espacial de comunidades leñosas (en gris oscuro) y cuerpos de agua (en gris oscuro) en la porción sur del área de trabajo.

En los bosques del delta e islas del Paraná se observó un patrón típico de distribución de los bosques que se sitúan sobre albardones y bancos de cauces, rodeando a las planicies inundables (Figura 5), tal como los describiera Franceschi *et al.* (1985), generalmente de alisos, (*Tessaria integrifolia*), si son las primeras etapas sucesionales del bosque, y en otros casos, de sauces (*Salix humboldtiana*), quizá en estado sucesional más avanzado. En algunos sitios se encuentran franjas de ambas especies (Figuras 6), que se suceden secuencialmente desde el exterior hacia el interior de las islas. Además de la posible relación con la sucesión vegetal, la zonación de las comunidades se manifiesta como un reflejo de gradientes hídricos y granulométricos del sustrato, los que están correlacionados positivamente con la deposición de sedimentos (Franceschi *et al.*, 1985). Tanto los alisales como sauzales generalmente aparecen como poblaciones puras.

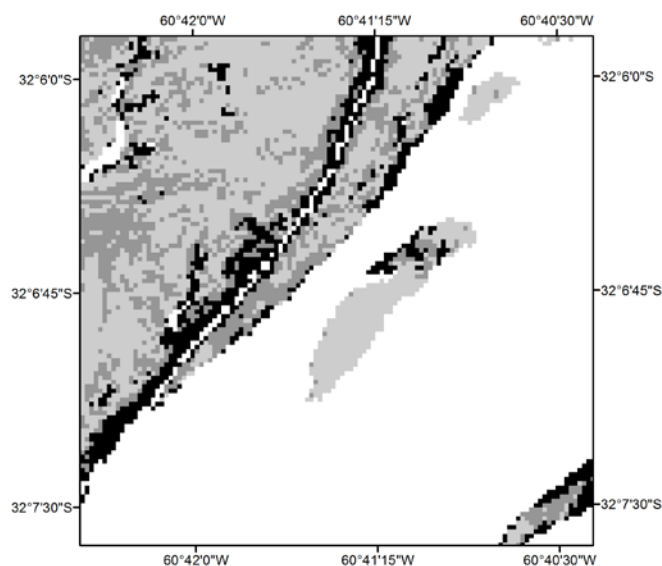


Figura 5. Detalle de la Isla El Rico, cercana a la localidad de Diamante, Entre Ríos, donde se observan las asociaciones espaciales entre alisales (negro), en los bordes de los albardones, y sauzales o bosques mixtos (gris claro).

Los bosques insulares, más abundantes y diversos en el norte y centro sur de la provincia, presentan las siguientes especies: *Nectandra falcifolia*, *Albizia inundata*, *Sapium haematospermum*, *Inga uruguensis*, *Erythrina crista-galli*, *Handroanthus heptaphyllus*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Rapanea laetevirens*, *Myrsine laetevirens*, *Croton urucurana* y *Butia yatay*, que aparece descrita por Martínez Crovetto y Piccinini (1951) como parte de núcleos de comunidades puras y raramente como individuos dispersos en el bosque (Figura 7). Estos bosques suelen tener hasta 200 metros de ancho y se encuentran mayormente en el Departamento General Obligado. El bosque mixto es aquél que, además de las especies del bosque insular, posee especies del Dominio Chaqueño, como *Prosopis* sp, *Schinus fasciculatus*, *Cactáceas* y otras. Existen porciones de bosque mixto de una altura promedio aproximada de 15 a 18 metros.

En otros sitios, como en el Departamento San Javier, donde las formaciones boscosas se asemejan más al tipo de bosque mixto, si bien éstas son diversas, con la presencia de especies como timbó (*Enterolobium contortisiliquum*), sangre de drago (*Croton urucurana*), laurel (*Nectandra falcifolia*), ceibo (*Erythrina crista-galli*) y curupí (*Sapium haematospermum*), el estado es de bosque raleado, muy deteriorado, debido a la proximidad de asentamientos familiares, que poseen ganado como sustento (Figura 8).

Las sabanas arbóreas tienen un claro predominio de *Acacia caven* y están acompañadas por *Sesbania virgata* y *Mimosa pigra* y se encuentran en sitios sobrepastoreados y frecuentemente sobre suelo desnudo (Figura 9). En los arbustales aparecen estas dos últimas especies, más

Baccharis salicifolia e *Hibiscus cisplatinus*. También la presencia de *Baccharis salicifolia* se manifiesta notablemente donde los bosques artificiales han sido talados, ya que suele formar un estrato denso (Lewis et al. 1985a).



Figura 6. Renoval de *Tessaria integrifolia* contra la costa del río; más allá, bosque maduro de *Salix humboldtiana*.



Figura 7. Bosque mixto o bosque insular, con diversidad de especies.



Figura 8. Área que poseía bosque mixto, completamente degradada por la sobrecarga ganadera.



Figura 9. Planicie con sabanas arbustivas.

4. CONCLUSIONES

La superficie total de bosques relevados fue de 361.195 ha, dato que hasta la realización de este estudio no existía y que permitirá colaborar en la sistematización y aplicación de la Ley de Bosques N° 26.331.

Como se muestra en la Tabla 2, la mayor proporción de masa arbórea nativa del sector estudiado está en una franja estrecha que se extiende entre la ruta N° 11 y el Río Paraná y hasta la altura de la ruta N° 19 al sur. A su vez, el sector norte es el que muestra mayor superficie cubierta por especies leñosas, con respecto al sector centro-sur y sur. Esta relación se corresponde con la mayor cercanía, en el centro y sur, a grandes urbanizaciones y centros poblados, que se valen del bosque para diferentes fines, además de la menor proporción de islas dentro de la jurisdicción de la provincia de Santa Fe.

Al sur de la ruta N° 19 existen pequeñas superficies correspondientes a especies nativas, que se distribuyen siguiendo los bordes de arroyos y ríos de menor cauce y formando núcleos que se

corresponden con antiguas taperas. En los departamentos San Lorenzo y San Javier existen plantaciones correspondientes a empresas papeleras, como se mencionó antes, que no resultan significativas en relación al total.

En el trayecto fluvial relevado en este trabajo, en general el número de especies relevadas, que hace a un aspecto de la diversidad, va decreciendo en función de un gradiente N-S, pero, además, este aspecto se acentúa debido a la explotación intensiva de las islas, al ingresar cientos de miles de cabezas de ganado, que fueron desplazadas desde el norte de la provincia de Santa Fe, a partir de 2001, con el avance de la frontera agrícola. (Carnevale *et al.*, 2007).

Esta situación llega al extremo de sobrepastoreo en los departamentos San Javier y Garay, donde los pobladores mantienen y crían cabras, ovejas y caballos. Como resultado del impacto causado por este manejo y por eventos catastróficos tales como crecidas extremas, se observa un suelo completamente desprovisto de toda cubierta vegetal (Combín *et al.*, 2010).

En base a la comprobación de una disminución significativa de la lista florística y sobre-explotación del área muestreada, observaciones que surgen de los relevamientos realizados, se pone de manifiesto la urgencia de llevar a la práctica las recomendaciones de manejo que surjan de la implementación de la Ley 26.631, a fin de preservar los bosques nativos remanentes, que aún representan el mayor reservorio de servicios ambientales en nuestra provincia, y que son provistos por este gran humedal, formado por el Valle de Inundación e Islas del Río Paraná.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Administración de Parques Nacionales. (APN). 2007 *Las áreas protegidas de la Argentina. Herramienta superior para la conservación de nuestro patrimonio natural y cultural*. Administración de parques nacionales. Fundación vida silvestre argentina. 83 p.
- Arturi, M. 2005. Situación ambiental en la Ecorregión Espinal. *En: Situación Ambiental Argentina 2005*. A. Brown; U. Martinez Ortiz; M. Acerbi y J. Corcuera Editores. Fundación Vida Silvestre. 586 p.
- Bo, R. F. 2005. Situación ambiental en la Ecorregión Delta e Islas del Paraná. *En: La situación ambiental Argentina 2005*. A. Brown; U. Martinez Ortiz; M. Acerbi y J. Corcuera Editores. Fundación Vida Silvestre. 586 p.
- Brown, A. D. y S. Pacheco. 2006. Propuesta de actualización del mapa ecorregional de la Argentina. *En: La situación ambiental Argentina 2005*. A. Brown; U. Martinez Ortiz; M. Acerbi y J. Corcuera Editores. Fundación Vida Silvestre. 586 p.
- Burkart A. 1957. Ojeada sinóptica sobre la vegetación del Delta del Río Paraná. *Darwiniana* 11 (3): 457-561
- Cabrera, A. L. 1976. Regiones fitogeográficas Argentinas. *Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería*. Segunda Edición. Tomo I. Ed ACME. Buenos Aires. 85 p.
- Carnevale N.J.; P.S. Torres; S.I. Boccanelli and J.P. Lewis. 1987. "Halophilous communities and species distribution along environmental gradients in southeastern Santa Fe province", Argentina. *COENOSIS*. Italia. 2 (2): 49-60.
- Carnevale N. J. ; C. Alzugaray y N. Di Leo. 2007. Estudio de la deforestación en la Cuña Boscosa santafesina mediante teledetección espacial. *Quebracho* 14: 47-56.
- Carnevale, N. J; C. Alzugaray, y N. Di Leo. 2009. Evolución de la deforestación en la Cuña Boscosa santafesina *En: Morello, Jorge H. y Andrea F. Rodríguez (editores). El Chaco sin bosques: la Pampa o el desierto del futuro*. INTA-UNESCO-GEPAMA. 402 p.
- Casco, S. L. y J. J. Neiff. 2006. ¿Cómo se distribuyen las raíces en los bosques inundables de *Salix humboldtiana* y *Tessaria integrifolia* del bajo Paraná?. *Interciencia* 31(8): 605- 610.

- Combin, D.; C. Schmidt y M. L. Visintini. 2010. La vulnerabilidad económico - productiva en el departamento Garay - Santa Fe: El caso de la ganadería de islas. *Rev. Univ. Geogr.* Vol. 19
- Chander, G.; B. Markham y D. Helder. 2009. Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+ and EO-1 ALI sensors. *Remote Sensing of Environment* 113, 893-903.
- Chuvieco, E. 2002. *Teledetección ambiental: La observación de la Tierra desde el Espacio*. Editorial Ariel, Barcelona, 586 p.
- Duda, R. D. y P. E. Hart. 1973. *Pattern Classification and Scene Analysis*. John Wiley & Sons. New York.
- FAO. 2012. *El estado de los bosques del mundo*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma. 50 p.
- Franceschi, E.; D. E. Prado y J. P. Lewis. 1985. *Comunidades vegetales y mapa de la vegetación. Reserva El Rico e islas aledañas. Provincia de Santa Fe. República Argentina*. Servicio de Publicaciones. U.N.R. 40 p.
- Franceschi, E. A y C. Alzugaray. 2001. La vegetación de la Reserva Wildermuth (Santa Fe, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 36(1-2): 111-124.
- Franceschi, E. A., P. S. Torres y J. P. Lewis. 2005. Recovery and stability of Paraná river floodplain grasslands twenty years after a catastrophic flood. *Community Ecology* 6(2): 209-217.
- Franceschi, E. A. y S. Bocanelli. 2013. Análisis florístico-estructural de los núcleos boscosos espontáneos del parque J. F. Villarino (Zavalla, Santa Fe, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 48(2): 301-314.
- Franceschi, E. A y J. P. Lewis. 1979. Notas sobre la vegetación del valle santafesino del río Paraná. *Ecosur* 6:55-82.
- Franceschi, E. A., P. S. Torres y J. P. Lewis. 2010. Diversidad de la vegetación durante su recuperación tras una creciente extraordinaria del Río Paraná Medio Argentina. *Rev. Biol. Trop.* (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 58(2): 707-716.
- Iriondo, M. 1987. Geomorfología y Cuaternario de la provincia de Santa Fe. *D'Orbignyana*, 4: 1-54. Corrientes.
- Lewis J. P.; S. L. Stofella; D. E. Prado; N. J. Carnevale; E. F. Pire y S. I. Boccanelli. 1985a. Pajonales y comunidades misceláneas del sureste de Santa Fe (Argentina). *Studia Oecologica*. España. VI: 91-103.
- Lewis J. P.; N. J. Carnevale; E. F. Pire; S. I. Boccanelli; S. L. Stofella y D. E. Prado. 1985b. Las comunidades halófilas del sureste de Santa Fe (Argentina)". *Studia Oecologica*. España. VI: 57-73.
- Lewis J. P.; S. I. Boccanelli; N. J. Carnevale; E. F. Pire; S. L. Stofella y D. E. Prado. 1985c. Las comunidades higrófilas del sureste de Santa Fe (Argentina). *Studia Oecologica*. España. VI: 75-90.
- Lewis, J. P.; E. F. Pire; I. M. Barberis y D. E. Prado. 2006. Los bosques del espinal periestépico en las proximidades de la localidad de Coronda, provincia de Santa Fe. Argentina. *Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNR)*. 6: 13-26.
- Lewis J. P y Collantes, M B. 1973. El espinal periestépico. *Ciencia e Investigacion* 29(11-12): 360-377.
- Mateucci, S. 2012. Ecorregión Delta e Islas de los ríos Paraná y Uruguay. En: *Ecorregiones y complejos ecosistemas argentinos*. Eds. FADU; GEPAMA. 719 p.
- Martínez Crovetto, R. y B. G. Piccinini. 1951. *Los palmares de Butia yatay*. Ministerio de Agricultura y Ganadería, 94 p.
- Morello, J. 1949. *Las comunidades vegetales de las islas cercanas al Puerto de Rosario*. Tesis del Museo de La Plata. N° 133.

- Pasotti, P. y C. A. Canoba. 1979. *Estudio de la llanura pampeana con imágenes Landsat*. Publicaciones LXIII. Instituto de Fisiografía y Geología. Facultad de Ciencias Exactas e Ingeniería. Universidad Nacional de Rosario. 22 p.
- Pengue, W. A. Los procesos productivos. En: Morello, Jorge H. y Andrea F. Rodríguez (editores). 2009. *El Chaco sin bosques: la Pampa o el desierto del futuro*. INTA-UNESCO-GEPAMA. 402 p.
- Secretaría de Ambiente y desarrollo sustentable. 2004. *Primer Inventario Nacional de Bosques natives. Informe Regional Espinal*. 77 p.
- Serra, P., X. Pons y D. Sauri 2003. Post-classification change detection with data from different sensors: some accuracy considerations. *International Journal of Remote Sensing* 24: 3311-3340.



ARTICULO INVITADO

Enseñanza de tecnología de la madera en la actualidad

Teaching wood technology today

Venson, I¹

Recibido en Noviembre de 2016

RESUMEN

Al hablar de nuestro sistema educativo es común repetir la frase: estudiantes del siglo XXI, escuelas del siglo XIX y profesores de siglo XX. A pesar del juego de palabras creativo, el análisis de la oración lleva a un fatalismo que contribuye poco a aportar soluciones; a fin de cuentas un siglo es mucho tiempo. ¿Cómo puede mantenerse relevante en el siglo actual el estudio de la ciencia de la madera?. ¿Cómo transformar los conocimientos y capacidades acumulados, en gran parte financiados con recursos gubernamentales, en soluciones para los problemas de la sociedad y mejorar la vida de las personas?. Este artículo busca discutir las razones para la baja atracción de las carreras relacionadas al estudio de la madera en el contexto actual, y aportar sugerencias de implementación inmediata en la enseñanza universitaria, tornando los cursos más próximos de la generación de jóvenes que ingresan a las universidades.

Palabras claves: Enseñanza de la ciencia de la madera; Innovación; Tecnología de la madera.

RESUMO

Tornou-se comum repetir a frase feita ao se falar sobre nosso sistema de educação, estudantes do século XXI, escolas do século XIX e professores do século XX. Apesar do jogo de palavras criativo, a análise da preposição leva a um fatalismo que pouco contribui para apontar soluções, afinal de contas, um século é muito tempo. Como o estudo da Ciência da madeira pode se manter relevante no século atual? Como transformar os conhecimentos e habilidades acumuladas, em grande parte financiadas por recursos governamental, em soluções para os problemas da sociedade e melhorar a vida das pessoas? Este artigo busca discutir as razões para a baixa atratividade das carreiras relacionadas ao estudo da madeira no contexto atual, bem como apontar sugestões de implementação imediata no ensino universitário, tornando os cursos mais próximos da geração de jovens que ingressam nas Universidades.

Palavras chave: Ensino ciência da madeira; Inovação; Tecnologia da madeira.

ABSTRACT

It has become common to repeat the phrase made when talking about our education system, students of the XXI century, the nineteenth century schools and teachers of the twentieth century. Despite the creative wordplay, the analysis of preposition leads to a fatalism that does little to point solutions, after all, a century is a long time. As the study of the science of wood can remain relevant in the present century? How to transform the knowledge and skills accumulated largely financed by government resources, solutions to the problems of society and improve people's lives? This article discusses the reasons for the low attractiveness of careers related to the study of wood in the current context, and to identify immediate implementation of suggestions in university education, making the closest courses generation of young people who enter the universities.

Keywords: Teaching wood science; Innovation; Wood technology.

¹ Engenheiro Florestal, Dr., Professor do Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Av. Pref. Lothário Meissner, 900, CEP 80210-170, Curitiba (PR), Brasil. E-mail: venson.ivan@gmail.com.

1. INTRODUÇÃO

A madeira é um material ideal para a construção de moradias e escolas assim como construções pequenas e leves para uso comercial e industrial. Sua versatilidade, custo e propriedades mecânicas a colocam em uma posição muito favorável quando comparada com materiais tradicionais como o concreto reforçado e o aço estrutural. Desafortunadamente, no exercício profissional, a madeira não é utilizada como material de construção de primeira ordem em níveis comparáveis com estes materiais de construção tradicionais. Os motivos do uso limitado deste recurso incluem: custos de habitação elevados, pouca disponibilidade e variedade de produtos, mercado incerto, falta de conhecimentos por parte dos usuários e projetistas, pouca aceitação por parte do público em geral.

A resolução destas deficiências deve envolver tanto a indústria que controla a produção como os profissionais que especificam sua utilização e as instituições que se dedicam a promover seu conhecimento e uso.

Neste contexto, o papel das instituições de ensino é gerar conhecimento sobre novas técnicas e produtos, bem como repassar o conhecimento já existente através da formação de profissionais aptos e bem preparados para liderar esse processo de transformação. Porém, pese a importância relativa do setor madeireiro para a sociedade e falta de profissionais bem preparados para atuar, as carreiras dedicadas ao ensino da ciência da madeira são pouco conhecidas e procuradas pelos jovens ao ingressarem no ensino universitário. Sendo assim, este artigo tem por objetivo discutir o panorama do ensino da ciência da madeira no mundo atual em face às rápidas mudanças tecnológica e de comportamento. Além disso, se busca analisar os fatores da pouca atratividade da carreira, bem como sugerir planos de ação para fomentar e promover um salto qualitativo em relação as instituições de ensino e dos profissionais da educação envolvidos neste processo.

2. ANÁLISE DO CONTEXTO

a. Utilização da madeira

A indústria de produtos florestais tem um interesse sério em fomentar o uso da madeira. Este interesse se apresenta em vários níveis. Primeiramente, existe um interesse financeiro como o de qualquer outra indústria em um mercado livre, aonde a distribuição da riqueza segue as normas estabelecidas de oferta e demanda. Mas também existe a intenção de proteger o investimento estabelecendo políticas de exploração florestal que respeitem as florestas como recurso sustentável. Dessa forma, se utiliza a floresta como floresta, e não como fonte de terras para uso agrícola, pecuário ou mineração.

No Brasil não existe a grande variedade de produtos e tamanhos que se encontram nos Estados Unidos ou no Canadá, e isso representa uma barreira para os engenheiros e arquitetos que tem o interesse de utilizar a madeira na construção. Em outras palavras, não existe uma “oferta” adequada. Por outro lado, a indústria não tem o incentivo para investir na atualização das instalações de produção porque não existe uma “demanda” eficaz e contínua que respalde e valorize esse investimento.

Assim nos encontramos com o clássico problema do “ovo e a galinha”: não existe oferta porque não existe demanda e não existe demanda porque não existe oferta. Obviamente, esta diferença de atitudes deve ser resolvida de forma conjunta. A indústria deve estabelecer instalações de produção que ofereçam materiais adequados e a sociedade necessita preparar profissionais que especifiquem usos adequados do produto.

Historicamente no País o emprego da madeira na construção civil tem sido centrado em utilizações secundárias (tapumes, formas para concreto, escoras, etc.) sendo o tijolo e o concreto os principais materiais para construção de habitações. Estima-se que 45 % da madeira serrada no País seja destinada para a construção civil. Por mais paradoxal que possa ser a madeira é um material de construção ambientalmente mais correto que o tijolo e o concreto pelo simples fato de ser renovável, para citar apenas uma característica comparativa.

A madeira é utilizada em nossos países de forma empírica e tradicional, sem a preocupação com o emprego de novas técnicas construtivas e de manutenção já desenvolvidas, o que possibilitaria sua utilização mais racional, tornando-a mais competitiva em relação aos outros materiais de construção.

Dentre os materiais de construção utilizados, a madeira tem uso restrito às obras provisórias, cimbramentos, postes, dormentes, estacas e cruzetas. A razão do papel secundário da madeira na construção se deve a nossa tradição cultural, falta de conhecimento e divulgação de suas propriedades. O conhecimento técnico que se tem é insuficiente em relação à infra-estrutura e produção, assim como as normas existentes são escassas, rudimentares e ignoradas com frequência. Poucos são os técnicos e profissionais familiarizados com a tecnologia da madeira em razão do número inexpressivo e, até mesmo inexistente, de disciplinas nas escolas brasileiras.

A madeira é o único recurso natural renovável com propriedades estruturais e um dos materiais mais resistentes por unidade de peso. Além disso, é fácil de trabalhar, resultando em grande diversidade de formas e de seções. Por ser relativamente leve, implica em baixo custo de transporte e montagem e por ser biodegradável os resíduos podem ser totalmente aproveitados.

Numa época de crise energética e de preocupação com o meio ambiente é de se esperar um maior interesse por esse material, cujo beneficiamento requer pouco consumo de energia, menor contaminação do ar e da água. Torna-se necessário, portanto, um tratamento diferenciado à madeira que vem, desde a antiguidade, servindo de matéria-prima para a proteção e bem-estar do ser humano.

b. Histórico do ensino da ciência da madeira

Predizer o que acontecerá no futuro é sempre arriscado, particularmente quando queremos antecipar eventos distantes. Apesar disso, o título dessa apresentação sugere como foco, o futuro, e para isso necessitamos primeiro examinar a história.

O uso da madeira acompanha a história do homem na Terra desde o seu início, e mesmo o uso mais elaborado da madeira iniciou há muito tempo: A laminação e colagem já era praticado em 3000 a.C. pelos antigos egípcios. Grandes navios de madeira navegavam o Mar Mediterrâneo em 2700-2600 a.C. Através dos séculos, o conhecimento do uso da madeira foi transmitido de geração em geração através de artesãos e aprendizes e entre as regiões pelos viajantes. Em 105 d.C., o papel foi inventado na China. Novidades sobre a invenção demoraram 50 anos para chegar ao Japão e Irã, e outros 500 anos até chegar à Europa.

O conhecimento sobre construções em madeira avançou no Japão na metade do século VII, evidenciado pelo número de estruturas daquela época que persistem até hoje. O templo budista Horyuji em Nara, Japão, data de 650 d.C. A igreja de Stave em Borgund, Noruega, foi construída em 1150, usando madeira.

No século XX a ciência da madeira gradualmente se organizou e se separou em diferentes campos científicos, desenvolvimentos tecnológicos e atuações profissionais. Em 1923 o Departamento de Mecânica e Tecnologia da Madeira foi fundado na Universidade de Sopron, Hungria. A educação formal em tecnologia da madeira começou em 1924. Em 1929 nos EUA foi fundado o primeiro programa tecnológico da madeira em nível universitário. Doze outros programas foram fundados entre 1941 e 1951. Em 1931 a Associação Internacional de

Anatomistas da Madeira foi fundada. Em 1936 a primeira referência universal em tecnologia da madeira foi publicada (F. Kollman, Technologie des Holzes). Em Zurique foi criado o Laboratório destinado a pesquisa e testes com madeira (1936). A Forest Products Research Society foi fundada nos EUA em 1946. A primeira publicação em ciência e tecnologia da madeira dos EUA foi publicada (Brown, Panshin and Forsaith, 1948). A Associação Tecnológica da Madeira do Japão foi fundada em 1948. O Instituto norueguês de tecnologia da madeira estabelecido em 1949. O instituto de pesquisa em ciência da madeira da Hungria, Budapeste, 1949. O instituto central de pesquisas em florestas, uma organização dedicada a pesquisa da madeira e desenvolvimento de produtos de madeira, foi estabelecido na China em 1952.

c. Ensino da tecnologia da madeira atual – desafios

Atualmente o ensino da ciência da madeira é desenvolvido nas Universidades nos cursos de Engenharia Florestal e Engenharia Industrial Madeireira e pequena inserção nas carreiras de Engenharia Civil, Química, Mecânica, Arquitetura, entre outras.

Assim, como as outras carreiras de Engenharia, o ensino da tecnologia da madeira se caracteriza por ser feito através de um modelo formal, compartimentalizado, grande ênfase no raciocínio lógico e de processos, resolução de problemas de forma isolada, análise de variáveis, foco na produção, baixa atenção a relações humanas, gestão e compreensão de dinâmicas não lineares.

Os cursos se caracterizam por uma elevada carga de estudos teóricos e sofre para acompanhar a atualização e inovação tecnológica. Por outro lado, a tendência é a busca de reduzir o tempo de formação, entendendo-se que uma carreira de cinco anos apresenta um custo elevado para as instituições de ensino. Sendo assim, a solução mais comum que é a inserção de novos conteúdos, encontra-se esgotada em um cenário de um currículo já bastante carregado.

Além disso, assim como outras Engenharias em geral, o estudo da Tecnologia da Madeira apresenta outros fatores de desmotivação para os jovens, e que se tornam desafios enfrentados pelas escolas de ciência da madeira.

- Estudos são exigentes e complexos;
- Carreira é pouco conhecida pela sociedade em geral;
- Mesmo as grandes empresas do setor não são marcas, pouco conhecidas;
- Em geral, as empresas do setor são defasadas tecnologicamente;
- A gestão das empresas é precária, ainda existem muitas empresas familiares, dificuldade de ascender na profissão;
- Atualmente a maior parte da população é urbana, as gerações atuais perderam suas conexões com o ambiente do campo. Porém, na maior parte das vezes, a atuação profissional será longe das grandes cidades;
- Estigmas setoriais que são associados de maneira equivocada à carreira: monocultura, latifúndios, ocupação de áreas agrícolas, florestas abandonadas, desvalorização da madeira, migrações populacionais;
- Difusão dos negócios da madeira. Atualmente não há um setor madeireiro que atue como motor para a atividade florestal-madeireira, não há um segmento que cresça a taxas expressivas e que, por consequência, demandem uma elevada quantidade de profissionais a cada ano.

d. Perfil das empresas e a inovação

Além dos problemas listados, após os estudos formais o estudante, em sua maior parte, irá trabalhar em empresas que atuam na manufatura de produtos de madeira. Em geral, o foco destas empresas é na fabricação e comercialização de produtos, e não em serviços que venham a atender necessidades de pessoas e outras empresas.

Por ainda não se caracterizarem como empresas de serviços, as indústrias da madeira são pouco inovadoras. Uma das principais características das empresas é trabalharem em ciclos de tempo de médio e longo prazo, como é o ciclo dos plantios florestais. Esse ciclo de tempo também regula as tomadas de decisões gerenciais, o que está fora de compasso com o ritmo da maioria das empresas.

A maior parte das empresas apresenta uma ou mais das seguintes características: a) empresas de grande capital de estrutura tradicional e de tomada de decisões lentas (p. ex. fábricas de celulose, painéis reconstituídos de madeira); b) empresas pequenas de atuação fragmentada que atuam em mercados diferentes (p. ex. compensados, papel, embalagens); c) produtora de commodities e dependentes de um segmento específico (p. ex. celulose, carvão); d) empresas familiares e pouco articuladas entre si (indústria de móveis); e) dependente de ciclos econômicos e influenciadas por conjuntura estrutural vigente (p. ex. madeira serrada, móveis, portas).

Na maior parte dos segmentos de atuação da madeira, o nível de inovação é baixo, vista como pouca importância e de difícil implementação. Em geral, a maior parte da inovação existe através da tecnologia embarcada que está em máquinas e equipamentos. Esse tipo de inovação tem baixo impacto em nossos países, uma vez que não somos desenvolvedores de equipamentos. Neste caso, o conhecimento decorrente desta inovação fica nos setores de P&D das matrizes, pois não ocorre a transferência de tecnologia e o capital do aprendizado fica nos países desenvolvedores.

3. TENDÊNCIAS E PERSPECTIVAS

a. Mudanças de comportamento geração atual

Antes de mais nada, para compreender a nova geração de estudantes que a cada ano ingressam na Universidade, é preciso analisar e compreender as mudanças ocorridas na sociedade nos últimos anos. A geração que já nasceu com a internet e inseridos em um mundo digital é conhecida como *millenials*. Para atingir essas pessoas é fundamental compreender sua visão de mundo.

As mudanças nos padrões de consumo estão favorecendo os serviços e os produtos superintensivos em serviços. De fato, a participação dos serviços na cesta de consumo das pessoas e na matriz de custos das empresas cresce continuamente. São serviços de toda natureza, mas a parcela que mais cresce é a de serviços “embutidos” nos produtos tangíveis, como P&D, design, softwares, marcas e outras manifestações que agregam valor, conectam bens à internet e criam novas funcionalidades. Quando calculados por valor adicionado, os serviços já representam 54 % do comércio global, mas estima-se que serão 75 % em 2025.

Como se trata de tendências novas, será necessário ter um engajamento proativo e flexível para aprender a navegar nessas áreas. Será preciso, para isto, planejar políticas desde a partida, experimentar, monitorar, avaliar, ser pragmático e colaborativo. Por fim, como várias experiências de desenvolvimento econômico mostram, tal estratégia será mais bem-sucedida se

Estado, instituições de ensino, empresas e trabalhadores conciliarem interesses e cooperarem no seu desenho e implementação.

c. Educação empreendedora

A educação empreendedora consiste na exposição de exemplos e casos, entre outras técnicas, que desenvolvem o aspecto comportamental aliado ao ferramental, cuja maior taxa de sucesso ocorre quando se reúne as técnicas de gestão e comportamental.

Ensinar o aluno de curso superior a ter seu próprio negócio não é prioridade nas universidades em nossos países. Programas que proporcionam maior visão empreendedora, como criação e gestão de novos negócios, franquias e inovação e tecnologia, estão presentes em somente 6,2 % das instituições, de acordo com uma pesquisa com 2.230 alunos e 680 professores e 70 instituições de ensino (Endeavor, 2016). De acordo com a pesquisa, em média, 56 % dos alunos empreendedores acreditam que iniciativas de empreendedorismo como disciplinas, incubadoras e eventos são essenciais ao prepará-los para empreender.

Como comparação, nos Estados Unidos o *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) oferece 60 cursos relacionados a empreendedorismo. Relatório da instituição educacional mostrou que 30 mil empresas fundadas por ex-alunos do MIT estavam ativas no mercado em 2014, empregando 4,6 milhões de pessoas.

c. Planos de ação para implementação mudanças

O desafio para que o ensino da ciência da madeira se mantenha relevante no mundo atual envolve gestores, professores, estudantes e profissionais da área de educação.

Dentro deste contexto, de mudanças tecnológicas e de comportamento muito aceleradas, a perguntas que devemos fazer é: como é possível modernizar o ensino de ciência da madeira, agregar novas tecnologias, tornar atrativo para esta nova geração ou seja, como manter a relevância no mundo atual?

A seguir são discutidos e sugeridos alguns pontos e planos de ação para implementação imediata nas carreiras que se dedicam a ciência da madeira em nossos países:

1. Flexibilidade: Um dos grandes problemas do ensino formal é sua forma pouco flexível, com muitas matérias, mas com pouca articulação entre si. O primeiro grande desafio será encontrar maneiras de implementar a flexibilidade de conteúdos e isso passa, necessariamente, pela revisão de conceitos por parte de gestores e professores. Inserir métodos cooperativos entre áreas de conhecimento e entre disciplinas pode ser um primeiro passo. Destinar parte do tempo das aulas para o desenvolvimento de projetos cujos resultados possam ser utilizados para verificar o aprendizado. Transformar fraquezas em vantagens, por exemplo, ter poucos alunos é uma vantagem, pode trabalhar em equipe e ter um grupo altamente motivado.
2. Aprender com experiências: É necessário implementar a cultura da avaliação para se buscar a melhoria contínua. Essa cultura deve ser impulsionada pelos professores através da inserção de experiência exitosas em outras áreas da educação e tentar a implementação no ensino da ciência da madeira. Adaptar técnicas implementadas no ensino das ciências médicas e de negócios, como estudos de caso e trabalho em equipe.
3. Atualizar conteúdos: Um dos maiores desafios do ensino tradicional da tecnologia da madeira é atualizar os conteúdos tradicionais e conectar com temas atuais. Os conceitos devem ser trabalhados como já são feitos, porém a abordagem pode ser

revista, de tal forma que cada assunto seja inserido dentro de temas relevantes atuais. Por exemplo, relacionar os assuntos tradicionais com a eficiência energética e renováveis, integração com cadeias globais de valor, comércio internacional, biorrefinarias, foco no cliente, empreendedorismo, etc.

4. Tecnologia: Utilizar a tecnologia no processo de aprendizagem. Atualmente existem muitas ferramentas a disposição: plataformas de aprendizado, aulas na internet, aplicativos, educação à distância, ou seja, não faltam ferramentas. O desafio para os professores é atuarem como tutores de um processo de aprendizado, transformando as ferramentas de tecnologia em eficiência de aprendizado. Neste campo, a maior parte do trabalho já está feita, pois é possível utilizar grande parte das ferramentas a um custo baixo e com elevado impacto.
5. Implementar metodologias de aprendizado: Iniciar um processo de implementação de metodologias de aprendizado, fazendo uma transição de métodos tradicionais amplos para métodos cooperativos. Uma boa alternativa é a metodologia PBL (*Problem Based Learning*) – ensino baseado em problemas, que pode ser aplicado para qualquer área do conhecimento. Este método tem como base orientar o ensino a partir de problemas práticos, ao contrário do atual modelo de respostas teóricas. Esta metodologia pode ser implementada na forma de projetos que envolvam uma ou mais matérias. Pode ser de difícil implementação em assuntos muito áridos como as ciências básicas (física, química, matemática), porém estas áreas de conhecimento podem ser articuladas em projetos nos quais os alunos estejam inseridos desde o início do curso. Para tal, é imprescindível que exista o ambiente colaborativo adequado.
6. Vale do silício: As empresas de tecnologia que deslumbram os jovens, em sua maioria, são oriundas do Vale do Silício e se caracterizam pela elevada inovação e ambiente colaborativo. Sendo assim, por que não podemos nos perguntar o que podemos aprender com a cultura do Vale do silício e adaptar o ensino da tecnologia da madeira? Uma das respostas para essa pergunta é que, para essas empresas, o mais importante é implementar as ideias e os projetos, fazer acontecer, mesmo que não estejam completamente acabados e validados. Essa mudança de paradigma é de difícil implementação no ambiente universitário tradicional, que só incorpora um conhecimento após este ser completamente reconhecido. Porém, a resposta para este questionamento é a probabilidade. Se o curso tiver apenas um projeto inovador em andamento a chance de dar errado é a mesma que se fossem muitos. Na cultura do Vale do Silício o importante é tentar e implementar, em muitas frentes, e encarar erros e falhas como resultados. Assim, quanto mais projetos com foco no aprendizado inovador estiverem em andamento ao mesmo tempo, maior a probabilidade de êxito acontecer. Os projetos incompletos ou que não tiverem sucesso, devem ser encarados como resultados e não como fracassos.

4. CONCLUSÕES

A madeira, como a conhecemos, é um produto em extinção. Porém, o paradoxo é que os materiais que serão os substitutos da madeira, ainda não foram criados. Algumas universidades EUA estão buscando ênfase na pesquisa e desenvolvimento de materiais. Como é caso de Departamentos tradicionais que mudaram o nome e a orientação para biomateriais (*bioresources*). As carreiras que se dedicam ao estudo da ciência da madeira atualmente são pouco atrativas e procuradas.

Sendo assim, ainda não é possível ver claramente aonde o desenvolvimento tecnológico irá conduzir a atividade madeireira, pois não sabemos quais processos se tornarão obsoletos e quais se tornarão mais relevantes ou reformulados. Porém, através do esforço conjunto das pessoas envolvidas no processo de aprendizado, é possível implementar uma série de ações e projetos que resultem em maior qualidade de ensino, aumento de eficiência em um tempo relativamente curto e com elevado impacto.

Para tanto, é imprescindível compreender os fatores envolvidos, aceitar o que não se pode controlar, observar tendências, desenvolver um engajamento verdadeiro, aprender com experiências em outras áreas, mudança de cultura e quebra de paradigmas, para que alcancemos a excelência através de grupos trabalhando de forma colaborativa e altamente motivados.



TESIS DOCTORAL

Potencial de producción de grana cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa) en la provincia de Santiago del Estero, Argentina

Potential production of cochineal (*Dactylopius coccus* Costa) in the Province of Santiago del Estero, Argentina

Universidad Nacional de Santiago del Estero

Facultad de Ciencias Forestales

Directora: Dra. Liliana Diodato¹ Codirector: Dr. Hugo Raúl Zerda²

Cristian Daniel Savino³

RESUMEN

La cochinilla (*Dactylopius* sp.) es un insecto parásito de cactáceas, especialmente de *Opuntia ficus-indica*. Distintas especies de cochinillas están presentes en la ecorregión del Chaco Seco Argentino. Su utilización con fines tintóreos, podrá significar un aporte de relevancia en la economía regional. La especie de mayor importancia económico-productiva del género es la grana cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa); por su alto contenido de ácido carmínico es utilizada en gran cantidad de industrias, por lo cual se la pretende cultivar a escala predial y difundirlo en la región. Por lo tanto, el estudio tuvo por objetivo, “determinar las áreas potencialmente aptas para producción de *Dactylopius coccus* en la Provincia de Santiago del Estero, Argentina”.

Los Modelos de Distribución Potencial de especies delimitan las áreas en las que podría utilizarse la cochinilla silvestre productivamente. Para modelar se emplearon los registros de las especies y variables ambientales tomadas de WorldClim y procesados con el software Maxent. Los mapas de distribución potencial resultantes del análisis de la información indican una distribución que en algunos casos no coincide con la literatura, como es el caso de las obtenidas en *D. austrinus* y *D. confertus*, que amplían su rango de distribución conocido desde el Chaco Seco hacia la ecorregión de Sierras y Bolsones, compartiendo ambas especies un importante porcentaje el área de distribución potencial. Además, se llevó a cabo la zonificación a escala provincial para clasificar las áreas de acuerdo a la aptitud para albergar a las especies *Dactylopius coccus* y *Opuntia ficus-indica*., a partir de las necesidades climáticas y agroecológicas de cada una de ellas, empleando bibliografía nacional e internacional. Se mapearon las variables ambientales con la utilización de imágenes raster.

A nivel provincial se determinaron la duración del ciclo biológico y factores bióticos que influyen en la producción de grana cochinilla. Para ello se utilizaron dos módulos de cría, uno en ambiente urbano y otro en ambiente rural, en los que se llevaron a cabo sucesivas infestaciones que mostraron que, en promedio, el ciclo biológico dura 90 días, pero con una fluctuación estacional que varía desde 75 días en meses cálidos hasta 135 días en meses fríos. Los enemigos naturales que mayores perjuicios ocasionan en el cultivo son los insectos depredadores, produciendo pérdidas importantes en la producción. Las especies detectadas en la provincia, coinciden con las que se registran en otras áreas productoras.

La planta hospedante de la grana cochinilla presenta una alta susceptibilidad al ataque de insectos y enfermedades, por lo que adquiere relevancia el manejo del material utilizado y los tratamientos culturales de la plantación.

Palabras Clave: *Dactylopius*, Chaco, modelación, agroecológicos, zonificación.

¹ Ing. Ftal. (Univ. Nacional de Santiago del Estero) Dr. Ingeniería de Montes (Univ. Politécnica de Madrid, España). Profesora Cátedra de Entomología Forestal. Instituto de Protección Vegetal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. E-Mail: ldiodato@unse.edu.ar

² Ing. Ftal. (Univ. Nacional de Santiago del Estero) Dr. en Ciencias Forestales (Univ. de Göttingen, Alemania). Profesor Cátedra de Teledetección y Cartografía Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. E-Mail: hzerda@unse.edu.ar

³ Tesista. Ing. Ftal. Tesis presentada como requisito para obtener el grado de Doctor en Ciencias Forestales. Año 2015. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano 1912 (s). 4200 Santiago del Estero. Argentina. E-mail: csavino04@hotmail.com

POLITICA EDITORIAL / NORMAS DE PRESENTACIÓN DE CONTRIBUCIONES

a.- Política editorial

Objetivo: Su objetivo es difundir trabajos científicos, notas técnicas y comunicaciones referidos a temas de interés de las Ciencias Forestales en el ámbito nacional e internacional.

Sobre las contribuciones voluntarias que podrán ser publicadas: La revista Quebracho publicará **trabajos científicos, notas técnicas, comunicaciones y artículos invitados**, las que se definirán por las siguientes características:

Los **trabajos científicos** deberán informar acerca de una investigación de carácter científico basada en bibliografía actualizada y datos empíricos. Su propósito es contribuir al progreso de la ciencia o la tecnología. Deberán tener una estructura lógica bien diferenciada: Introducción donde se presenten el problema, los antecedentes universales y locales; Materiales y Métodos claros y precisos; Resultados y Discusión con contraste con cada autor del marco teórico; Conclusiones que contengan una nueva hipótesis y Referencias bibliográficas. Debe estar redactado de tal forma que un investigador competente, basándose exclusivamente en las indicaciones que figuran en el texto, pueda: 1) reproducir los experimentos y obtener los resultados que se describen; 2) repetir las observaciones y juzgar las conclusiones del autor y 3) verificar la exactitud de los análisis y deducciones que han permitido al autor llegar a sus conclusiones. Su extensión no deberá superar las 12 páginas impresas.

Las **notas técnicas** son escritos sin contenido teórico, que pueden ser estructuradas con una Introducción en donde se presente el problema y el objetivo del trabajo, Materiales y Métodos, y Resultados que respalden una Conclusión exclusivamente basada en esos resultados, sin abrir nuevas hipótesis de trabajo. Deberán tener como máximo 8 páginas de extensión.

Las **comunicaciones** proporcionan información de resultados preliminares o de investigaciones en marcha. Si bien aporta una o varias informaciones científicas nuevas, su redacción no permite a sus lectores verificar informaciones. Poseen Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión pero no concluye pues el trabajo no está terminado. No deben superar las cuatro páginas impresas.

Los **artículos invitados** son propuestos por el Comité Editorial a distintos autores de gran trayectoria y prestigio, o en algunos casos a aportaciones de una especial relevancia para nuestro campo de estudio. Pueden ser artículos científicos originales, revisiones, conferencias editadas, etc. No tienen restricción en el número de páginas ni de figuras.

Tanto los trabajos científicos como las notas técnicas y las comunicaciones deberán ser inéditos y no deberán haber sido enviados a otra revista para su publicación. Serán examinados por lo menos por dos referentes quienes juzgarán su aptitud para ser publicados. Se mantendrá el anonimato tanto de los referentes como de los autores.

El autor deberá indicar si su contribución es un trabajo científico, una nota técnica o una comunicación. Si los referentes no estuvieran de acuerdo con esta tipificación, podrán sugerir otra categoría. La calificación definitiva la realizará el Comité Editorial basándose en las sugerencias de los referentes, lo que se comunicará al autor previa su publicación.

Costo: El procesamiento y envío de artículos para su publicación no tiene costo alguno.

Gestión de manuscritos: Una vez recibido el artículo se procederá a verificar el cumplimiento de las normas de publicación. Se comunicará al autor en caso de ser necesario complete o corrija. Luego un integrante del comité editor afín al trabajo comprobará si cumple las exigencias mínimas

para ser designado como trabajo científico, nota técnica o comunicación y sugiere el nombre de dos referentes (modalidad de revisión a doble ciego). El editor asociado gestionará el envío y recepción de y hacia los referentes y autor/es quienes juzgaran la calidad del mismo; cuando sus opiniones sean divergentes, se consultará a un tercer referente, quedando siempre la decisión final al Comité Editorial. Cuando el trabajo finalmente obtenga una evaluación positiva se emitirá un certificado de aceptación y se entregará al integrante del comité editor afín al trabajo para dar su aceptación final. El equipo editor principal seleccionará a su criterio los artículos que formaran parte de cada fascículo / volumen de la revista. Finalmente pasa al proceso de edición final para la versión impresa y luego a un proceso de aplicación de la metodología bajo el sistema SciELO para la difusión por vía electrónica.

Derechos de autor: La Revista de Ciencias Forestales *Quebracho* reconoce y protege la titularidad de los autores en cada uno de los artículos. Los autores conservan el derechos de propiedad intelectual. El editor solo tiene los derechos vinculados a la impresión y difusión cualquiera sea la forma o sistema de reproducción o publicación y sólo podrá efectuar las correcciones de imprenta, si el autor se negare o no pudiere hacerlo. (Ley 11.723 Propiedad intelectual)

Uso de los materiales (licencias): El material científico estará publicado bajo una política de Acceso Abierto (Open Access) y está disponible sin restricciones. Se adopta una licencia Creative Commons tipo CC-BY como estándar de atribución del Acceso Abierto tanto en la versión impresa como en la electrónica. (permite a otros distribuir, mezclar, ajustar y construir a partir de su obra, incluso con fines comerciales, siempre que le sea reconocida la autoría de la creación original).

Periodicidad: A partir del año 2009 la publicación electrónica de la Revista de Ciencias Forestales *Quebracho* (ISSN 1851-3026) consta de dos fascículos por año. Asimismo se reemplaza la denominación “Número” por “Volumen”. En tanto la versión impresa (ISSN 0328-0543) seguirá siendo anual y contendrá ambos fascículos.

Indexaciones: *Quebracho* está indizada por Forestry Abstract y Forest Products Abstract latindex. Ha sido calificada por el Centro Argentino de Información Científica y Tecnológica como publicación periódica de primer nivel y como tal será incluida en el catálogo LANTINDEX (Sistema regional de información en línea para revistas científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal).

Quebracho Revista de Ciencias Forestales ha sido aprobada para ingresar a la Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal (Red ALyC), cumpliendo los criterios de calidad.

Incorporada por CONICET y CAICYT Centro Argentino de Información Científica y Tecnológica al núcleo básico de Revista Científicas de Argentina mediante Resol. 1071/07 en el rubro Ciencias Agrarias, Ingeniería y Materiales. Portal de SciELO (Scientific Electronic Library Online es una biblioteca electrónica que conforma una red iberoamericana de colecciones de revistas científicas en texto completo y con acceso abierto, libre y gratuito).

Idioma: Se reciben trabajos en español, portugués e inglés.

Edición: *Quebracho* es editada anualmente por la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional del Estero, Argentina.

b.- Normas de presentación de contribuciones

Deberá enviarse el original en formato electrónico (preferentemente Word) a revistaquebracho@unse.edu.ar. Tamaño de página A4, con letra Times New Roman 11 y márgenes de 3 cm en los lados izquierdo y derecho, 2,5 cm en el superior y de 2,7 cm en la parte inferior.

En hoja aparte deberá figurar el título de la contribución, los nombres y direcciones de los autores (postal y electrónica) y los agradecimientos. En esa hoja el autor o, si fueran varios autores, aquel

que mantendrá la correspondencia con el Comité Editor, deberá, a modo de declaración jurada, afirmar que:

- i. Los datos contenidos son exactos y las afirmaciones realizadas son fruto de la cuidadosa tarea de investigación de los autores;
- ii. Todos los autores han participado en el trabajo en forma sustancial y asumen la responsabilidad por el mismo;
- iii. 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.

Título: El título será corto y descriptivo, tendrá como máximo 20 palabras y estará también presentado en inglés.

Resumen y Abstract: El resumen deberá tener como máximo 250 palabras en los trabajos científicos y hasta 200 en las notas técnicas y comunicaciones. Deberá establecer clara y concisamente el propósito de la investigación, los procedimientos básicos, los resultados más importantes y las conclusiones principales, de manera tal que sea totalmente comprensible para quien no lea el resto del trabajo. Deberá evitarse el uso de abreviaturas y terminología altamente especializada. Una traducción deberá figurar como Abstract.

Palabras clave y key words: Al final del resumen deberán incluirse entre tres y seis palabras clave evitando, en lo posible, aquellas contenidas en el título. Podrán usarse términos compuestos como por ejemplo *tabla de cubicación de doble entrada*. Del mismo modo, al final del Abstract deberán escribirse las key words.

Figuras: Las fotos, figuras, mapas y gráficos deberán ser en blanco y negro o escala de grises, y su tamaño máximo deberá respetar la caja de la revista (15 x 24,7 cm).

Las fotos, gráficos, mapas y figuras serán todos designados como “Figura” y numerados consecutivamente en números arábigos. Los títulos deberán ser claros y concisos y estar ubicados al pie. De ser necesario deberán utilizarse referencias para facilitar su comprensión. Las fotos deberán agruparse en una página.

Tablas: Las tablas también deberán respetar el tamaño indicado por la caja de la revista. Los títulos deberán ubicarse arriba y los encabezamientos de filas y columnas deberán ser de fácil comprensión. En las celdas deberán evitarse las cifras no significativas. En caso de varias tablas, deberán llevar numeración correlativa y en números arábigos. En el texto serán denominadas “Tabla” y a continuación el número correspondiente.

Citas bibliográficas: Las citas bibliográficas en el texto deberán hacerse con el nombre del autor y el año de publicación.

Ejemplos:

(López, 1980) en el caso de un autor

(López y Martínez, 1990) en el caso de dos autores

(López *et al.*, 1985) en el caso de más de dos autores

Notas al pie de página: En lo posible se evitarán las notas al pie de página. De ser necesario, se indicarán con números arábigos al pie de la página correspondiente.

Simbología: Deberá usarse la simbología de IUFRO (International union of forest research organizations).

Sistemas y numeración: Deberá utilizarse exclusivamente el sistema métrico decimal. En la expresión de cantidades se usará la coma para separar la parte entera de la decimal y el punto para los miles y millones. Lo último no vale para el abstract.

Notación matemática: Deberá utilizarse la notación más simple posible.

Nombres científicos y vulgares: La primera mención de una especie en el texto deberá dar su nombre vulgar (si lo tuviera). Los nombres científicos (género y especie) de plantas y animales deben ir en cursiva (ej.: *Schinopsis balansae*, y escribirse con minúscula salvo la primera letra del género.

Referencias bibliográficas: En ella figurarán las fuentes citadas en el texto en orden alfabético y deberán contener los siguientes datos:

En caso de tratarse de libros:

- a) Autor/es: El apellido del autor principal y la inicial de su nombre seguido por las iniciales de los nombres y por el apellido de los coautores.
- b) Año de publicación
- c) Título (en cursiva)
- d) Editorial
- e) Lugar de publicación
- f) Número de páginas

Ejemplo:

Abeles, F. 1973. *Ethylene in plant biology*. Academic Press, New York. 302 p.

En caso de publicaciones en revistas:

- a) Autor/es en la forma indicada
- b) Año de publicación
- c) Título del artículo
- d) Nombre de la revista donde aparece el artículo (en cursiva)
- e) Volumen y número de la revista (Ej: 2(3))
- f) Páginas que contienen al artículo (Ej: 18-25).

Ejemplo:

Galizzi, F. A.; C. Angueira y D. Prieto. 1999. Suelos de la planta piloto de drenaje del INTA Santiago del Estero. *Quebracho* 7:52-60

Moser, J. W.; H. C. Hitchcock and M. H. Rauscher. 1993. Microcomputers: Their potential for foresters. *Journal of Forestry* 81(6):362-378

En caso de capítulos de libros:

- a) Autor/es en la forma indicada
- b) Año de publicación
- c) Título del capítulo
- d) *En:* nombre del o los editores con la aclaración (Eds.) y nombre del libro (en cursiva).
- e) Páginas correspondientes al capítulo
- f) Editorial
- g) Lugar de publicación

Ejemplo:

Shepard, R. K. 1973. The effect of various initial spacings on the development of loblolly pine. *En North Louisiana Hill Farm Experiment Station, Forestry Research Report* 1973, p 15-29. L.S.U. Cent Agric Sci and Rural Dev, La Agric Exp Stn, Baton Rouge, LA.

En caso de documentos electrónicos:

- a) Autor/es en la forma indicada
- b) Año de publicación
- c) Título del artículo
- d) Nombre de la revista donde aparece el artículo
- e) Tipo de soporte (Ej.: en línea, DVD, etc..)
- f) Volumen y número de la revista (Ej: 2(3))

- g) Fecha de consulta
- h) Páginas que contienen al artículo (Ej: 18-25).
- i) Disponible en: <dirección electrónica>

Ejemplo:

Salvo, L.; R. Ananías y A. Clotier. 2004. Influencia de la Estructura anatómica en la permeabilidad específica transversal al gas del pino radiata. *Maderas, Cienc. tecnol.* [en línea]. 6(1) [fecha de consulta: 13 Junio 2008], p.33-44. Disponible en:
http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718

Cuando hay más de tres nombres, basta que se indique el primero, los dos primeros o los tres primeros. Los otros nombres pueden ser omitidos. Cuando uno o más nombres son omitidos, la abreviación “*et al.*”, es añadida después del último nombre.

Acepción y ortografía: La ortografía y la acepción (significado) de los términos empleados deberán estar de acuerdo con la última edición del diccionario de la Real Academia Española.

Las abreviaturas, símbolos y siglas deben aclararse entre paréntesis en la primera oportunidad en que se las emplee en el texto. Se recomienda el uso de aquellas consagradas por convenciones internacionales.

Las siglas, los acrónimos, las abreviaturas de las unidades de medida y los símbolos de los elementos químicos no llevan puntos.



22 de agosto de 2016