



GUAYRACÁ INTA, UN NUEVO CLON DE ÁLAMO REMITIDO A INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO NACIONAL DE VARIEDADES

Silvia CORTIZO^{1,2,3}, María Silvana MONTEVERDE^{1,2,4}, María Mercedes REFORT⁵, Gabriel KEIL⁵, Nora ABBIATI⁶

RESUMEN

El cultivo de álamos en el Delta del Paraná, que actualmente ocupa 14.508 hectáreas, se inició hacia fines del siglo XIX y constituye junto al sauce el principal recurso económico de la región. La sostenibilidad de la actividad necesita de un paquete tecnológico acorde a sus necesidades y problemáticas que incluye la provisión de clones genéticamente mejorados. Para ello se necesita transitar un largo camino que se inicia con la obtención de variabilidad genética, la cual es posteriormente sometida a un riguroso proceso de selección (crecimiento, forma, tolerancia a factores adversos y propiedades físico-mecánicas de la madera) para alcanzar los parámetros establecidos en el ideotipo definido por el mejorador. Los clones selectos, caracterizados en base al “descriptor” aprobado por INASE, se remiten a inscripción en el Registro Nacional de Cultivares y/o en el Registro Nacional de la Propiedad para habilitar su comercialización dentro del territorio nacional. En este trabajo se presentan las características técnicas de un genotipo remitido a inscripción bajo la denominación de “Guayracá INTA” que fue seleccionado en el marco del Programa de Mejoramiento del INTA a partir de una población de individuos proveniente de semillas colectadas en Stoneville, Illinois y Tennessee (Estados Unidos) entre 1977 y 1979.

Palabras clave: *mejoramiento de álamo – crecimiento – sanidad – propiedades de la madera*

1. INTRODUCCIÓN

Los álamos han sido de utilidad gracias a su rápido crecimiento, facilidad de propagación vegetativa, buena capacidad de rebrote, adaptabilidad a diferentes sitios, alta plasticidad en respuesta a cambios ambientales y múltiples usos de la madera (aserrado, debobinado, celulosa, fibras y/o partículas para la producción de tableros y biomasa con fines energéticos) (Zsuffa *et al.*, 1996; Balatinecz *et al.*, 2001). También juegan un rol importante en la mejora y conservación del ambiente, especialmente en la protección de las cuencas y cultivos, en la remediación de aguas y suelos contaminados, y en el balance de dióxido de carbono (Wang *et al.*, 1999; Schultz *et al.*, 2000).

La superficie forestada con álamo en la región se estima en 14.508 hectáreas (Signorelli y Gaute 2012) y están constituidas principalmente por cuatro clones de *Populus deltoides* ('Australiano 129/60', 'Australiano 106/60', 'Carabelas INTA' y 'Stoneville 67') y un clon de *P. xcanadensis* ('Ragonese 22 INTA'). La actividad necesita de un paquete tecnológico acorde a sus necesidades y problemáticas que incluye la provisión de clones genéticamente mejorados que permita aumentar la diversidad de las plantaciones minimizando los riesgos derivados principalmente de la aparición de plagas (Cortizo, 2011).

Para producir y liberar nuevos clones se necesita transitar un largo camino que se inicia con la obtención de poblaciones de amplia variabilidad genética mediante introducciones y/o hibridaciones (Bradshaw y Strauss, 2001; Cortizo, 2006; White *et al.*, 2007). Estas posteriormente y a través de un

¹ EEA Delta del Paraná, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). cortizo.silvia@inta.gob.ar

² Programa de mejoramiento de especies forestales nativas e introducidas para usos sólidos de alto valor (PROMEF). monteverde.silvana@inta.gob.ar

³ Cátedra de Genética y mejoramiento Vegetal, FA-UBA.

⁴ Cátedra de Genética y Mejoramiento, FCA-UCU. Cátedra Genética, FCyT-UADER.

⁵ Laboratorio de Investigaciones en Maderas (LIMAD). Cátedra de Xilotecología y de Industrias de Transformación Mecánica. FCAyF-UNLP. mmrefort@gmail.com, gabrielckeil@yahoo.com.ar

⁶ Cátedra de Estadística, FCA-UNLZ. norabbi2000@yahoo.com.ar



proceso de selección multietapa, que evalúa la capacidad de enraizamiento, el crecimiento, la forma, la tolerancia a factores adversos y las propiedades físico-mecánicas de la madera, se van detectando los genotipos que responden al ideotipo definido por el mejorador (Bisoffi, 1990; Riemenschneider *et al.*, 2001; Stanton, 2009; Cortizo, 2011). Los clones selectos, caracterizados en base al “descriptor” aprobado por el INASE (1999), se remiten a inscripción en el Registro Nacional de Cultivares y/o en el Registro Nacional de la Propiedad para su comercialización dentro del territorio nacional.

Este trabajo tiene por objetivo presentar las características técnicas de un genotipo seleccionado en el marco del Programa de Mejoramiento del INTA, el cual fue remitido a inscripción bajo la denominación de “Guayracá INTA”.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El clon remitido a inscripción se seleccionó en la E.E.A. Delta del Paraná – INTA a partir de una población de 1.100 genotipos de medios hermanos de *P. deltoides* introducidos desde Mississippi, Illinois y Tennessee por Celulosa Argentina S.A. entre los años 1977 y 1979 (Alonzo, 1982).

Las evaluaciones de crecimiento, forma y sanidad fueron realizadas en sendos ensayos instalados, utilizando estacas de 1 m de largo, en las Quintas de los hermanos Jaureguiberry en el año 1999 y en la de la Familia Urionagüena en el 2003. En el primer caso se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 10 repeticiones de 4 plantas por parcela distanciadas a 4 x 4 m y dos testigos: ‘Australiano 106-60’ y ‘Carabelas INTA’. En el segundo caso se utilizó un diseño completamente aleatorizado con 6 repeticiones de 9 plantas por parcela distanciadas a 5 x 4 m y dos testigos: ‘Australiano 129-60’ y ‘Stoneville 67’. Una descripción detallada de estos ensayos puede verse en Cortizo y col. (2009 y 2011). En este trabajo se presentan los resultados del crecimiento a los 11 años de edad del clon “Guayracá INTA” y de los testigos correspondientes, utilizando la variable índice de selección ($IS = DAP^2 \times H$) (Dickman y Keathley, 1996). Para detectar diferencias entre medias se utilizó la prueba de comparación de Tukey. Todos los datos fueron analizados utilizando el programa estadístico SAS (Statistical Analysis System) versión 9.2. Se presentan además, los resultados de las evaluaciones cualitativas de las características del fuste y la tolerancia a enfermedades.

Las propiedades físicas y mecánicas de la madera fueron evaluadas en el Laboratorio de Investigaciones en Maderas (LIMAD) de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata, en muestras tomadas de listones de 2.200 mm de longitud y secciones de 50 x 50 mm, 20 x 150 mm y 20 x 40 mm provenientes de la segunda troza de 5 árboles tipo de entre 29,1 y 38,7 cm de DAP. Las tablas fueron estibadas hasta alcanzar la humedad de equilibrio higroscópico del 15%. Para las determinaciones del contenido de humedad, densidad aparente normal y anhidra se aplicó el protocolo definido en las normas IRAM 9532 e IRAM 9544, en 30 probetas por árbol de 20 x 20 x 20 mm libres de defectos. Para la determinación de los cambios dimensionales (contracción normal máxima, coeficiente de contracción, punto de saturación de las fibras y coeficiente de anisotropía) se prepararon 30 probetas libres de defectos de 20 x 20 x 50 mm de lado perfectamente radiales y 30 perfectamente tangenciales de cada uno de los 5 individuos, siguiendo el protocolo definido en la norma IRAM 9543. Para las determinaciones de las propiedades mecánicas: dureza Janka, flexión estática, corte paralelo a las fibras, compresión perpendicular y paralela a las fibras, se aplicó el protocolo definido en las normas IRAM 9570, IRAM 9542, IRAM 9596, IRAM 9547 e IRAM 9551 en 30 probetas de 50 x 50 x 150 mm, 20 x 20 x 300 mm, 50 x 50 x 65 mm, 50 x 50 x 150 mm y 50 x 50 x 200 mm respectivamente, utilizando una máquina universal de ensayos.

El rendimiento y la utilidad de la madera en aplicaciones de laminación y corte para fabricación de fósforos fueron analizadas en el Laboratorio de la Compañía General de Fósforos Sudamericana utilizando una muestra de 29 rollizos entre 23 y 60 cm de diámetro y 1,98 m de largo.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El porcentaje de fallas del clon “Guayracá INTA” se mantuvo por debajo de los niveles aceptados por el Programa de Mejoramiento, alcanzando valores de 9,1% y 0% en las Quintas de Jaureguiberry y



Urionagüena, respectivamente. Si bien se detectaron diferencias significativas entre los clones ensayados ($F = 41,77$; $P < 0,0001$ y $F = 3,85$; $P = 0,0003$) el clon "Guayracá INTA" presentó un crecimiento en altura y diámetro similar a los testigos en ambos casos (Gráfico 1).

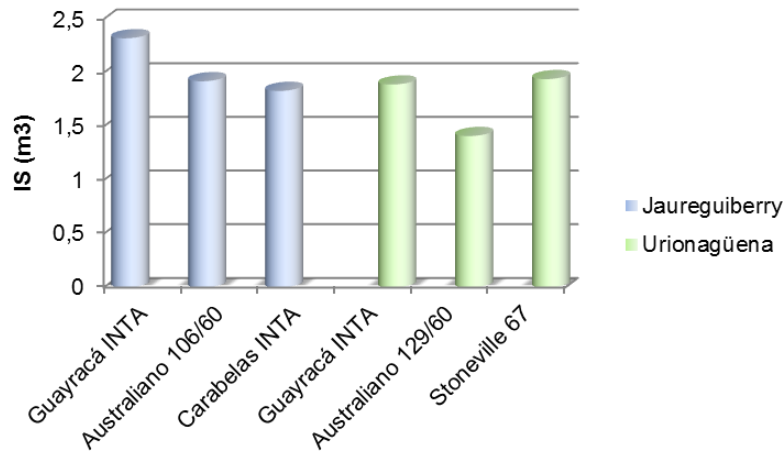


Gráfico 1. Índice de selección ($DAP^2 \times h$) presentado por el clon "Guayracá INTA" y los testigos a los 11 años de edad en los ensayos de la Quinta de Jaureguiberry y Urionagüena

"Guayracá INTA" es un clon masculino de fuste recto con ramas finas distribuidas regularmente y sanidad destacable, siendo especialmente tolerante a roya (*Melampsora medusae*), por lo cual su follaje se mantiene verde durante todo el ciclo de crecimiento, y a cancrrosis (*Septoria musiva*). De acuerdo con los resultados de Luquez y col. (2012) presenta una tolerancia al anegamiento durante el período de implantación similar a los clones 'Stoneville 67' y 'Carabelas INTA' e inferior a los Australianos, por lo cual puede recomendarse para sistemas protegidos en la misma área de distribución que los clones comerciales actuales.

La madera presentó un contenido de humedad bajo (11,36%) el cual resultó adecuado para la determinación del resto de las variables físico-mecánicas. El valor de densidad normal obtenido de $0,47 \text{ g/cm}^3$ corresponde al de las maderas livianas ($0,351$ a $0,550 \text{ g/cm}^3$, Coronel, 1994) y el de densidad anhidra de $0,45 \text{ g/cm}^3$ corresponde a la categoría liviana (rango $0,30$ - $0,45 \text{ g/cm}^3$, Rivero Moreno, 2004). La densidad aparente normal resulta importante por ser la característica más estable de la madera en uso y en consecuencia, es la que se considera para las determinaciones de resistencia mecánica, en la industria de la madera aserrada y en productos de madera sólida (Andía y Keil, 2004). El valor hallado en este trabajo para "Guayracá INTA" se encuentra dentro de los reportados en la bibliografía para *P. deltoides* (Klasnja *et al.*, 2003; Pliura *et al.*, 2007) y fue similar al del 'Australiano 129-60' ($0,471 \text{ g/cm}^3$) (Pitter, 2014, comunicación personal) y superior ($0,470$ vs $0,41 \text{ g/cm}^3$) al reportado por Membrivez (2007) para álamos cultivados en Mendoza. También son comparables con los valores de densidad normal y densidad anhidra ($0,47 \text{ g/cm}^3$ y $0,44 \text{ g/cm}^3$ respectivamente) obtenidos en individuos de *Pinus taeda* de 13-14 años (Suirezs, 2000) y con los de densidad anhidra obtenidos para *P. taeda* ($0,421 \text{ g/cm}^3$) y *P. elliotii* ($0,436 \text{ g/cm}^3$) por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI).

En el Cuadro 1 se presentan los valores medios de los 6 parámetros correspondientes a las evaluaciones de los cambios dimensionales. Los valores hallados para la contracción máxima radial y tangencial se encuentran dentro de los rangos normales aceptables: 1,5 a 7,0% y 3,60 a 15,0% respectivamente (Coronel, 1994) y son comparables a los obtenidos por Suirezs (2000) en *P. taeda* (3,82 y 6,24 respectivamente). El PSF, que indica el punto donde comienzan a producirse las contracciones normales en una pieza de madera (Andía y Keil, 2004), se ubicó dentro de rangos normales (25- 35%). Finalmente, el coeficiente de anisotropía, que indica la armonía de la pieza de madera al contraerse ante variaciones en su contenido de humedad, es bajo de acuerdo con la clasificación de Rivero Moreno (2004) y por lo tanto la madera puesta en servicio resulta moderadamente estable. Los bajos coeficientes de variación encontrados dan cuenta de la homogeneidad de la madera analizada.



En el Cuadro 2 se presentan los valores dureza Janka expresados en MPa en los 3 planos de corte: transversal, radial y tangencial, para los cuales la madera de este clon resultó blanda (rango entre 30,1-50 N/mm²) de acuerdo con la clasificación de Coronel (1995). En el Cuadro 3 se presentan los valores de resistencia a la compresión, para los cuales y según la clasificación de Rivero Moreno (2004), la resistencia a la compresión perpendicular resultó alta (rango 7,5-9,8) y las resistencias a la compresión paralela y al corte fueron medianas (rango 30,1-40 y 8-12 respectivamente). Finalmente en el Cuadro 4 se presentan los valores obtenidos de resistencia a la rotura en flexión estática (MOR) y el módulo de elasticidad (MOE), que según la clasificación de Rivero Moreno (2004), ubican a la madera de este clon como de baja resistencia (rango 50-95) y muy elástica (<9800 N/mm²).

Cuadro 1. Valores medios de las variables relacionadas con cambios dimensionales para “Guayracá INTA”

	Contracción normal máxima radial (%)	Contracción normal máxima tangencial (%)	Coefficiente de contracción radial	Coefficiente de contracción tangencial	Punto de saturación de las fibras	Coefficiente de anisotropía (T/R)
Media	4,16	8,36	0,14	0,27	30,82	2,03
Coefficiente de variación (%)	9,45	13,17	13,02	7,46	6,28	13,57

Cuadro 2. Valores medios de dureza Janka expresados en MPa en los 3 planos de corte, transversal, radial y tangencial para el clon “Guayracá INTA”

	Dureza transversal	Dureza radial	Dureza tangencial
Media	50,00	35,70	40,05
Coefficiente de variación (%)	12,39	12,36	15,86

Cuadro 3. Valores medios de compresión perpendicular, paralela y corte paralelo a las fibras expresados en MPa para el clon “Guayracá INTA”

	MOR Compresión perpendicular	MOR Corte paralelo	MOR compresión paralela
Media	9,71	11,55	32,12
Coefficiente de variación (%)	7,68	8,33	9,66

Cuadro 4. Valores medios de de flexión estática (MOR y MOE), expresados en MPa, para el clon “Guayracá INTA”

	MOR	MOE
Media	52,89	5176,12
Coefficiente de variación (%)	12,33	14,88

El comportamiento de la madera en el torno para ser laminados fue aceptable con una presión normal, presentando superficie lisa. El desempeño en guillotina fue bueno, se observaron los vástagos bien cortados salvo algunos que presentaron falsa escuadra, siendo el promedio de avance de $2,44 \pm 0,04$ y el promedio general del torno de $2,34 \pm 0,03$. Se observaron los vástagos bien secados y algunos vástagos curvados. Con una calidad de impregnación de 10,81% con presencia de brasa. Estos además presentaron un buen desempeño en la etapa de pulido siendo el promedio de avance de $2,25 \pm 0,05$ y el promedio general del torno de $2,30 \pm 0,05$. Según los ensayos realizados a la muestra tomada (20 vástagos): la calidad de impregnación medida en los vástagos pulidos fue de 12,06% con presencia de brasa. El 59% de los vástagos fue de buena calidad. Entre los defectuosos se encontró un 13 % de palitos finos, 6% de quebrados y/o astillados, 6% de curvados, 13% con puntas lastimadas y 3% con mala escuadra. La cantidad de vástagos defectuosos se puede atribuir a la presión de lámina, que si bien como anteriormente se mencionó era buena, no fue lo suficiente como para proporcionar un corte adecuado en la guillotina. La resistencia a la rotura fue de $0,52 \pm 0,16$ kg_f/cm y se considera buena con respecto a la especificación establecida (> de 0,20 kg_f/cm). El



rendimiento, calculado como: Volumen total producido/Volumen de madera inicial-Volumen de desperdicio, fue bueno alcanzando un valor de 64,38%.

4. CONCLUSIONES

El clon 'Guayracá INTA' resulta una alternativa de interés para diversificar las plantaciones de álamo en la Región del Delta del Paraná por su crecimiento, forma, tolerancia a los factores bióticos y abióticos de mayor importancia en la región y calidad de la madera adecuada para usos sólidos.

5. AGRDECIMIENTOS

Agradecemos a la Compañía General de Fósforos Sudamericana y a las Familias Jaureguiberry y Urionaguëna por su dedicada colaboración para la obtención de los resultados presentados.

6. LITERATURA CITADA

- Alonzo, A. 1982. Informe anual de la Sección de Silvicultura, 1982. INTA. 4 pp.
- Andía, I; Keil, G.D. 2004. Propiedades físicas de la madera. Publicación Docente N° 01/04. Cátedra de tecnología de la madera. UN del Comahue. Asentamiento Universitario San Martín de los Andes: 22 pp.
- Balatinecz, J.J., Kretschmann, D.E. 2001. Properties and utilization of poplar wood. In: Poplar culture in North America. Ed: Dickmann, Isebrand, Eckenwalde, Richardson. NCR Research Press, Ottawa, Canada: 277-291.
- Bisoffi, S. 1990. The development of a breeding strategy for poplars. Trab. Ad Hoc Committee for Poplar and Willow breeding. Meeting of International Poplar Commission. 19-23 March, Buenos Aires, Argentina.
- Bradshaw, H.D, Strauss S. 2001. Breeding strategies for the 21st Century: domestication of poplar. In: Poplar culture in North America. Ed: Dickmann, Isebrand, Eckenwalde, Richardson. NCR Research Press, Ottawa, Canada: 383-394.
- Coronel E.O. 1994. Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de la madera. Aspectos teóricos y prácticos para la determinación de las propiedades y sus aplicaciones. 1 Parte: Fundamentos de las propiedades físicas de la madera. Publicación ITM - UNSE. 187 pp.
- Coronel E.O. 1995. Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de las maderas. Aspectos teóricos y prácticos para la determinación de las propiedades y sus aplicaciones. 2 Parte: Fundamentos de las propiedades mecánicas de las maderas. Publicación ITM – UNSE. 335 pp.
- Cortizo S. 2006. Mejoramiento genético del álamo. Jornadas de Salicáceas 2006: 102-106.
- Cortizo, S. *et al.* 2009. Nuevas posibilidades para ampliar la diversidad clonal de las plantaciones de álamo del Delta del Paraná. Jornadas de Salicáceas: 8 pp.
- Cortizo, S. 2011. Mejoramiento genético del álamo, una ciencia en apoyo a la producción forestal sostenible. Tercer Congreso Internacional de las Salicáceas en Argentina. Neuquén. Argentina: 14 pp.
- Cortizo, S.; Monteverde, S. 2011. Nuevos genotipos para diversificar las plantaciones de álamo del Delta del Paraná. Resultados de un ensayo comparativo clonal. Tercer Congreso Internacional de las Salicáceas en Argentina. Neuquén. Argentina: 8 pp.
- Klasnja, B. *et al.* 2003. Variability of some wood properties of eastern cottonwood (*Populus deltoides* Bartr.) clones. Wood Sci Technol 37: 331-337.
- Luquez, V.M.C. *et al.* 2012. Evaluation of flooding tolerance in cuttings of *Populus* clones used for forestation at the Paraná River Delta, Argentina. Southern Forests 2012, 74(1): 61–70.
- Membrivez, F. *et al.* 2007. Caracterización físico mecánica de la madera de álamo del sur de Mendoza. III Congreso Iberoamericano de Productos Forestales IBEROMADERA 2007, Buenos Aires, Argentina: 21 pp.
- Pliura, A. *et al.* 2007. Genotypic variation in wood density and growth traits of poplar hybrids at four clonal trials. Forest Ecology and Management 238 1(3): 92–106.
- Riemenschneider, D.E. *et al.* 2001. Poplar breeding strategies. In: Poplar culture in North America. Ed: Dickmann, Isebrand, Eckenwalde, Richardson. NCR Research Press, Ottawa, Canada: 43-76.
- Rivero Moreno, J. 2004. Propiedades Físico-Mecánicas de *Gmelina arborea* Roxb. y *Tectona grandis* Linn. F. Proveniente de Plantaciones Exp. del Valle del Sacta – Cochabamba. Bolivia. <http://www.monografias.com>: 73 pp
- Schultz, R.C. *et al.* 2000. Riparian forest buffer practices. In: North American Agroforestry: an Integrated Science and Practice. Ed: Garrett, Rietveld, Fisher. Am. Soc. Agron., Madison, WI, pp 189–281.
- Signorelli A, Gaute M. 2012. Plantaciones forestales en las islas del Delta del Paraná. <http://deltaforestal.blogspot.com.ar/2012/01/plantaciones-forestales-en-las-islas.html>.
- Stanton, B.J. 2009. The domestication and conservation of *Populus* genetic resources. In: Poplars and willows in the world. International Poplar Commission Working Papers (FAO), N°: IPC/9-4a: 92 pp.
- Suirezs T. 2000. Efecto de la impregnación con cca (cromo-cobre-arsenico) sobre las propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Pinus taeda* L. implantado en la provincia de Misiones. Tesis de Maestría en Ciencias de la Madera, Celulosa y Papel, Orientación Tecnología de la Madera: 76 pp.
- Wang X. *et al.* 1999. Biodegradation of carbon tetrachloride by poplar trees: results from cell culture and field experiments. In: Phytoremediation and Innovative Strategies for Specialized Remedial Applications. Ed: Leeson Allenman. Battelle Press, Columbus, OH: 133–138.
- Zuffa, L. *et al.* 1996. Trends in poplar culture: some global and regional perspectives. In: Biology of *Populus* and its implications for management and conservation. Ed: Stettler, Bradshaw Jr., Heilman, Hinckley. NRC Research Press, Ottawa, Canada: 515-539.
- White T, Adams T, Neale D. 2007. Tree improvement. In: Forest genetics. CABI Publishing. 682 pp.