

Evaluación preliminar de sauces (*Salix* spp.) experimentales en sitios bajos próximos al Río Arrecifes, Baradero, Provincia de Buenos Aires

CERRILLO T.¹; RUSSO, F.²; MORALES D.²; ACHINELLI, F.^{2,3}

¹ EEA Delta del Paraná, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Paraná de las Palmas y Canal Laurentino Comas, (2804) Campana, Buenos Aires.

cerrillo.teresa@inta.gob.ar

² Cátedra de Silvicultura, Fac. de Cs. Agrarias y Forestales, Univ Nacional de La Plata, La Plata, Argentina, ³ CIC, Buenos Aires.

Resumen

En el presente trabajo se evalúan los resultados del crecimiento al cuarto año de sauces (*Salix* spp.) experimentales en un ensayo en la localidad de Irineo Portela, Partido de Baradero, Provincia de Buenos Aires, en planicies de inundación de la región denominada pampa ondulada. El objetivo del experimento a campo es detectar clones con adaptabilidad a sitios que presentan limitaciones para la agricultura, pero poseen potencial forestal. El material genético estudiado se encuentra enmarcado en el Programa de Mejoramiento Genético del Sauce (PMS), desarrollado en la EEA Delta del Paraná del INTA. La plantación se realizó en 2010, aplicándose un diseño en bloques completos aleatorizados, con 4 repeticiones de 4 plantas por parcela. Se ensayaron 15 sauces experimentales (nuevos clones obtenidos por el PMS), utilizándose como testigo al híbrido *S. babylonica* x *S. alba* 'Ragonese 131-27 INTA'. Al cuarto año se evaluó la supervivencia, la altura total (Ht), el diámetro a 1,30m (DAP) y la forma del fuste y, como variable integradora de las dos últimas, el incremento medio anual en volumen total con corteza (IMA, m³.ha⁻¹.año⁻¹). El ANOVA mostró diferencias significativas para todas las variables de crecimiento, permitiendo identificar diferentes grupos de clones mediante el test de comparación de medias (Tukey). Los resultados evidenciaron un grupo de destacada performance (crecimiento, excelente supervivencia y muy buena forma del fuste), conformado por los clones 'Ibicuy INTA-CIEF' (originado en polinización libre de *S. nigra*), "97.24.05", "97.24.07" (ambos obtenidos por polinización abierta de *S. amygdaloides*), "96.01.12" (híbrido *S. matsudana* x *S. alba*). Otro grupo de clones, destacados por el crecimiento, la excelente supervivencia y calidad del fuste media, conformado por: el clon originado en polinización abierta de *S. matsudana*: "97.07.10" y el híbrido *S. matsudana* x *S. alba* 'Los Arroyos INTA-CIEF'. No obstante el carácter precoz de la evaluación, ésta proporciona información útil acerca de la capacidad de instalación y el crecimiento inicial de los clones experimentales en esta zona de la pampa ondulada, orientando las siguientes etapas de evaluación y selección de material genético de sauces con adaptación local.

Palabras clave: *Salix*, mejoramiento, clones, planicies de inundación, pampa ondulada.

Introducción

La pampa ondulada es una de las principales regiones agropecuarias de la Argentina, y comprende una red de drenaje en sentido SO-NE constituida por los Ríos Areco, Luján y Arrecifes (Michelena *et al*, 1989). En las planicies de inundación de los ríos mencionados se encuentran terrenos bajos inundables en donde existen limitantes para la agricultura y que tradicionalmente se utilizaron para el pastoreo extensivo. Los cambios productivos ocurridos en los últimos 20 años han conducido a un incremento de la actividad agrícola y la disminución de la ganadería, quedando muchos de estos sitios fuera de producción por el retiro del ganado o debido a la invasión de malezas leñosas como la "acacia negra" (*Gleditsia triacanthos*).

El cultivo de Salicáceas (*Salix* spp., *Populus* spp.) comenzó a desarrollarse en esos sitios como una alternativa a finales de los años noventa, a partir de las experiencias de forestación efectuadas en algunos establecimientos cercanos al Río Arrecifes en donde se obtuvieron hasta 22 t.ha⁻¹.año⁻¹ de madera de sauces híbridos para molienda (Díaz, 2004). Los sauces (*Salix* spp) constituyen una de las opciones de cultivo más interesantes para desarrollar en las zonas más bajas, por su probada adaptabilidad a sitios con acumulación de agua. A su vez, se han logrado por mejora genética clones cuya madera presenta muy buena aptitud para ser usada como insumo en la industria de la pulpa de papel para diarios, contando la región con la Planta industrial de Papel Prensa SA situada en la localidad cercana de San Pedro. La madera de sauce tiene también comprobada aptitud para usos sólidos (aserrado, debobinado, elaboración de muebles, etc) y se cuenta con material clonal mejorado dotado de esa cualidad, por lo que podría constituir también desde ese punto de vista una alternativa a futuro (por ejemplo, fabricación de cajones para la fruticultura). En este último aspecto, la demanda podría incrementarse en alguna medida, ya que según la Cámara de Productores y Empacadores Zona Norte de Buenos Aires (CAPROEM, 2014), el área frutícola de la Zona Norte de la Provincia de Buenos Aires, caracterizada como una economía regional extendida tradicionalmente entre San Nicolás y Zarate, actualmente cuenta con nuevos polos productivos instalados en el partido de Baradero.

En la región se vienen cultivando algunos sauces comerciales, como *S. babylonica* var. *sacramenta* 'Soveny Americano' ("sauce americano") y los híbridos *S. alba* x *S. babylonica* 'Ragonese 131-25 INTA' y *S. alba* x *S. babylonica* 'Ragonese 131-27 INTA' (Díaz, 2004). Los rendimientos logrados en la región por estos híbridos comerciales fluctúan entre 13,3 y 22 t.ha⁻¹.año⁻¹ de madera útil con corteza apta para triturado. Asimismo, existe la posibilidad de incrementar los rendimientos, en volumen y calidad de madera, a través de nuevos materiales mejorados de sauce, que además permitirían ampliar la diversidad genética de las plantaciones y disminuir los riesgos de epifitias.

En el año 2010, y en colaboración con los propietarios del Establecimiento "Las Matreras" lindante con el Río Arrecifes, se estableció un ensayo comparativo con el fin de explorar y evaluar la adaptabilidad y el crecimiento de una serie de nuevos clones experimentales mejorados de sauce, con vistas a detectar aquellos que mejor se adapten a las condiciones ecológicas del sitio. En este trabajo se presentan y se discuten los primeros resultados de supervivencia y crecimiento obtenidos al cuarto año de edad en el ensayo de evaluación clonal.

Materiales y métodos

Sitio: el ensayo se instaló en el Establecimiento "Las Matreras", en la localidad de Irineo Portela, Partido de Baradero, Provincia de Buenos Aires (33° 58' 16" Sur; 59° 42' 52" Oeste).

El clima es templado, media anual de 16 °C, con variaciones de 10 °C en invierno a 20° en verano. Las precipitaciones oscilan entre 700 y 1.000 mm anuales.

Los suelos de la zona corresponden a los denominados regionalmente como Argiudoles, oscuros y profundos, de aptitud agrícola, con pendientes que varían entre el 3 y el 0,5 %, con susceptibilidad de erosión hídrica -Serie Portela- (INTA, 2009). La principal característica de estos suelos deriva de su ubicación en el paisaje, ya que al estar en la planicie de inundación del Río Arrecifes sufren con frecuencia episodios de anegamiento, que pueden ocurrir con desplazamientos superficiales de agua a una velocidad considerable, causando, por ejemplo vuelco de plantas y formación de escolleras de residuos vegetales. La permanencia del agua en el sitio generalmente no excede los 7 a 10 días, aunque en algunos micrositios con drenaje superficial impedido el anegamiento suele prolongarse. Otra de las limitantes edáficas se vincula con la existencia de sales a profundidades variables; en algunos micrositios las mismas

se encuentran cercanas a la superficie y determinan que la reacción del suelo alcance pH de 9, mientras que en otros micrositos las mismas se encuentran en profundidad y sólo representan un problema ante la ocurrencia de sequías, las que generan un ascenso de sales en el perfil .

El terreno donde se ubica el ensayo dentro del campo corresponde a un sitio bajo del Establecimiento, distante aproximadamente 500 m del río Arrecifes. Se caracteriza por tener un buen drenaje superficial pero de escurrimiento lento. El lote había sido ocupado anteriormente por una plantación de sauces híbridos, que fue cortada seis meses antes de la instalación del ensayo.

Material genético:

El material evaluado forma parte de la población de selección del Programa de Mejoramiento Genético del Sauce del INTA (PMS), con sede en la EEA Delta del Paraná, en el marco del Proyecto Nacional de Mejoramiento Genético PNFOR-1104062; con apoyo del Programa de Domesticación y Mejoramiento de Especies Forestales Nativas e Introducidas para Usos de Alto Valor (PROMEF) y del Convenio con Papel Prensa S.A. Se evaluaron 16 genotipos en total: 2 recientemente seleccionados e inscriptos en el INASE y 13 experimentales, todos obtenidos en el PMS, como se consigna en la tabla 1, (Cerrillo, 2012). Como testigo, se utilizó el híbrido *S. babylonica* x *S. alba* 'Ragonese 131-27 INTA', un clon de buen crecimiento según experiencias en la zona.

Tabla 1 Material genético ensayado.

Genotipo ensayado	Origen	Progenitores	Grado alcanzado por mejoramiento
Los Arroyos INTA-CIEF'	Cruzamiento controlado Cerrillo. CIEF-INTA,1994	madre: <i>S. matsudana</i> NZ693 padre: <i>S. alba</i> SIA S7	Clon seleccionado e inscripto en INASE
Ibicuy INTA-CIEF'	Cruzamiento controlado Cerrillo. CIEF-INTA,1994	madre: <i>S. matsudana</i> NZ693 padre: <i>S. alba</i> SIA S7	Clon seleccionado e inscripto en INASE
"97.01.04"	Cruzamiento controlado Cerrillo. CIEF-INTA,1997	madre: <i>Salix alba</i> S-59-005 padre: <i>S. alba</i> SI58-004	Clon experimental
"94.08.74"	Cruzamiento controlado Cerrillo. CIEF-INTA,1994	madre: <i>S. matsudana</i> NZ693 padre: <i>S. alba</i> SIA S7	Clon experimental
"97.15.07"	Polinización abierta Cerrillo. CIEF-INTA,1997	madre: <i>S.nigra</i> CAN padre: ?	Clon experimental
"94.05.23"	Cruzamiento controlado Cerrillo. CIEF-INTA,1994	madre: <i>S.matsudana</i> ROU padre: <i>S.alba</i> ISP SI-58-004	Clon experimental
"95.07.10"	Polinización abierta Cerrillo. CIEF-INTA,1994	madre: <i>S. alba</i> NZ692 padre: ?	Clon experimental
"96.01.12"	Cruzamiento controlado Cerrillo. CIEF-INTA,1996	madre: <i>S. matsudana</i> NZ694 padre: <i>S. alba</i> S1	Clon experimental

“97.24.02”	Polinización abierta Cerrillo. CIEF-INTA,1997	madre: <i>S. amygdaloides</i> Can666 padre: ?	Clon experimental
“97.24.03”	Polinización abierta Cerrillo. CIEF-INTA,1997	madre: <i>S. amygdaloides</i> Can666 padre: ?	Clon experimental
“97.24.05”	Polinización abierta Cerrillo. CIEF-INTA,1997	madre: <i>S. amygdaloides</i> Can666 padre: ?	Clon experimental
“97.24.07”	Polinización abierta Cerrillo. CIEF-INTA,1997	madre: <i>S. amygdaloides</i> Can666 padre: ?	Clon experimental
“98.07.39”	Cruzamiento controlado Cerrillo. CIEF-INTA,1998	madre: <i>S.matsudana</i> NZ693 padre: <i>S. alba</i> ISP SI61-002	Clon experimental
“C-13-21”	Cruzamiento controlado Cerrillo. CIEF-INTA,1989	madre: <i>S.matsudana</i> CIRN padre: <i>S.x argentinesis</i> 114-1	Clon experimental
“C-13-113”	Cruzamiento controlado Cerrillo. CIEF-INTA,1989	madre: <i>S.matsudana</i> CIRN padre: <i>S.x argentinesis</i> 114-1	Clon experimental
“Ragonese 131-27 INTA”	Cruzamiento controlado Ragonese, INTA,1957	<i>Salix babylonica</i> x <i>S. alba</i>	Clon comercial Utilizado con buen resultado en el sitio.

Diseño experimental: bloques completos al azar con 4 repeticiones; parcelas de 4 plantas.

Plantación: 25 de agosto de 2010; espaciamento: 3 m x 3 m; estacas: 0,75 m de longitud.

Variables evaluadas y análisis:

Al cuarto año (figura 1) se evaluó supervivencia, altura total (Ht), diámetro a 1,30 m (DAP) y forma del fuste. Para determinar la existencia de diferencias significativas se realizó un análisis de varianza. Al resultar significativos los valores de F, en el ANOVA, se efectuó la comparación de medias mediante el Test de Tukey ($p \leq 0,05$). Sobre la base de la Ht y el DAP, para contar con una primera estimación integrando ambas variables, se calculó el incremento anual en volumen total con corteza (IMA; $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$), aplicando un coeficiente mórfico de 0,55. El procesamiento de los datos se realizó aplicando el programa de análisis estadístico InfoStat Versión 2013 (Di Rienzo *et al.*, 2013). Para la valoración de la forma de fuste de los materiales, se aplicó una escala visual ordinal de seis grados, donde: Grado 0= fustes tortuosos y muy ramificados, hasta: Grado 5= fustes rectos, únicos, ramas escasas y alta dominancia apical (Cerrillo, 2006). Se consideró el grado más frecuente para cada clon.



Figura 1: Vista general del ensayo, febrero de 2014

Resultados y Discusión

El ANOVA mostró diferencias significativas para las dos variables de crecimiento (Ht y DAP). Las correspondientes comparaciones de medias se ilustran en la tabla 2.

Para la Ht fue posible identificar dos grupos homogéneos amplios de tratamientos (clones) sin diferencias significativas entre sí. El clon de mejor Ht fue el clon mejorado 'Los Arroyos INTA-CIEF', (7,23 m \pm 0,22); sin diferencias significativas con éste, se destacaron los genotipos experimentales "97.24.05" y "95.07.10" y el clon mejorado 'Ibicuy INTA-CIEF'.

Para el DAP, se identificaron tres grupos homogéneos amplios de tratamientos (clones) sin diferencias significativas entre sí. El clon de mejor DAP fue 'Ibicuy INTA-CIEF', (9,81 cm \pm 0,50); sin diferencias significativas con éste, se destacaron los clones experimentales "C-13-21" (9,63 cm \pm 0,50), "C-13-113" (9,51 cm \pm 0,50) y "95.07.10" (9,46 cm \pm 0,53).

Para el IMA en volumen total con corteza, se identificaron tres grupos homogéneos de tratamientos (clones) sin diferencias significativas entre sí (figura 2). El clon de mejor crecimiento fue 'Ibicuy INTA-CIEF' (20,4 m³.ha⁻¹.año⁻¹ \pm 1,94); sin diferencias significativas con éste, se destacaron los clones experimentales "95.07.10" (19,8 m³.ha⁻¹.año⁻¹ \pm 1,98), "C-13-113" (19,2 m³.ha⁻¹.año⁻¹ \pm 1,93), "C-13-21" (16,57 m³.ha⁻¹.año⁻¹ \pm 1,94), "97.24.05" (15,63 m³.ha⁻¹.año⁻¹ \pm 1,94), 'Los Arroyos INTA-CIEF' (14,69 m³.ha⁻¹.año⁻¹ \pm 1,98), "96.01.12" (13,88 m³.ha⁻¹.año⁻¹ \pm 1,93) y "97.24.07" (13,81 m³.ha⁻¹.año⁻¹ \pm 1,93). Todos superaron al testigo 'Ragonese 131-27 INTA', aunque sin diferencias significativas con el mismo (13,21 m³.ha⁻¹.año⁻¹ \pm 2,07).

Respecto a la supervivencia, el testigo mostró el menor porcentaje (87,5%); siendo la supervivencia media del ensayo 98.05%.

Sobre la base de las respuestas observadas a esta edad temprana para el conjunto de variables, comparando con el testigo 'Ragonese 131-27', se distingue un grupo más destacado, conformado por los clones 'Ibicuy INTA-CIEF' (originado en polinización libre de *S. nigra*), "97.24.05", "97.24.07" (ambos originados en polinización abierta de *S. amygdaloides*), "96.01.12" (híbrido *S. matsudana* x *S. alba*), todos los cuales suman a la buena respuesta en crecimiento, excelente supervivencia, buena calidad de fustes (entre Grado 4 y Grado 5, las puntuaciones más altas). Un segundo grupo de clones de buen crecimiento, excelente supervivencia y forma del fuste media, lo conforman: el clon originado en polinización abierta de *S. matsudana*: "97.07.10" (forma del fuste grado: 2/3, al igual que el testigo 'Ragonese 131-27 INTA'), el híbrido "C13-21" *S. matsudana* x *S.xargentiniensis*) y el híbrido *S. matsudana* x *S. alba* 'Los Arroyos INTA-CIEF' (forma del fuste grado: 3/4).

Tabla 2. Comparación de la supervivencia, forma de fuste y crecimiento de los tratamientos a los cuatro años post- plantación. *Letras distintas indican diferencias significativas (Test de Tukey, $p \leq 0,05$)*

Clon	Supervivencia (%)	Altura (m)	DAP (cm)	IMA (m³.ha⁻¹.año⁻¹)	Forma fuste (grados)
Los Arroyos INTA-CIEF	100	7,23 a	8,50 a b c	14,69 a b c	3/4
97.24.05	100	7,17 a	8,71 a b c	15,63 a b c	5
95.07.10	93,75	7,16 a	9,46 a	19,80 a	2/3
Ibicuy INTA- CIEF	100	7,15 a	9,81 a	20,40 a	4
96.01.12	100	7,09 a	8,45 a b c	13,88 a b c	4
97.24.07	100	6,91 a	8,24 a b c	13,81 a b c	4
97.01.04	93,75	6,86 a	7,76 a b c	11,33 a b c	4
C-13-21	100	6,72 a	9,59 a	19,19 a b	2/3
97.24.02	100	6,62 a	8,54 a b c	13,13 a b c	5
Ragonese 131-27 INTA C-13-113	87,5	6,58 a	8,33 a b c	13,21 a b c	2/3
	100	6,56 a	9,63 a	16,56 a b c	2
94.08.74	100	6,43 a	7,56 a b c	9,94 b c	3
98.07.39	93.75	6,41 a	6,31 c	7,31 c	2
97.24.03	100	6,26 a	8,89 a b	13,21 a b c	4
97.15.07	100	6,25 a	8,53 a b c	12,56 a b c	4
94.05.23	100	6,09 a	6,97 b	9,74 c	2

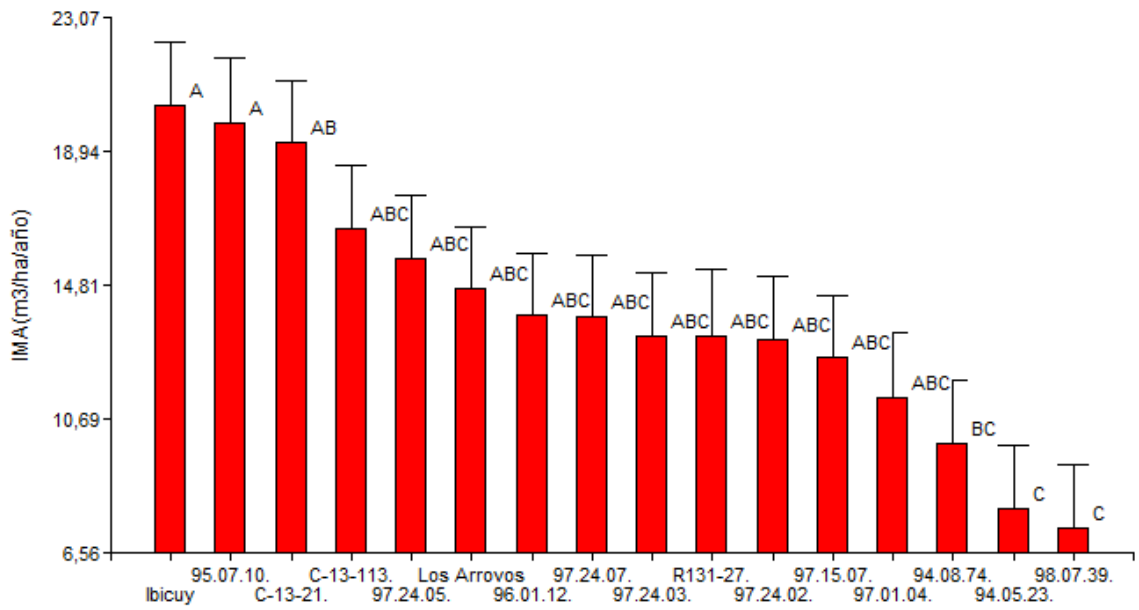


Figura 2. Comparación de medias del Incremento Medio Anual en volumen total con corteza (IMA; $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$) de los tratamientos. *Letras distintas indican diferencias significativas (test de Tukey, $p \leq 0,05$)*



Figura 3: clon Ibicuy: fuste grado 4



Figura 4: clon C-13-21: fuste grado 2/3

Consideraciones finales

Estos resultados obtenidos a temprana edad constituyen una primera referencia del potencial que podrían tener algunos clones nuevos mejorados para sitios inundables del área de influencia del Río Arrecifes, que actualmente presentan limitantes para la mayoría de las actividades productivas agrícolas tradicionales.

En esta primera evaluación se detectaron genotipos de muy buena performance general, algunos de los cuales (Ibicuy INTA-CIEF, "97.24.05", "95.07.10", "97.24.07", "C-13-21", "96.02.12") que superan al clon testigo Ragonese 131-27 en conjunto de variables evaluadas (sobrevivencia, crecimiento y calidad del fuste), aunque sin diferencias significativas en las variables de crecimiento.

Es importante considerar que estos resultados promisorios son de carácter preliminar y orientativo, siendo necesario continuar con su evaluación en etapas subsiguientes.

Agradecimientos

Los autores expresan su reconocimiento a los propietarios y personal del Establecimiento "Las Matreras" por la disponibilidad del terreno y el cuidado del experimento, así como también al Ing. Agr. Jorge Álvarez por la colaboración en la instalación del mismo, y al personal de campo de la EEA Delta del Paraná del INTA, por el corte y acondicionamiento del material vegetal destinado a la plantación.

Bibliografía consultada

- CAPROEM (Cámara de Productores y Empacadores Zona Norte de Buenos Aires). 2014. <http://www.caproem.com/agenda.html> [Con acceso 27-02-2014].
- Cerrillo, T. 2006. Crecimiento inicial de nuevos genotipos experimentales de sauce en el Delta del Paraná-Resultados preliminares. Jornadas de Salicáceas. pág 6. Buenos Aires, Argentina. Septiembre de 2006.
- Cerrillo, T. 2012. "Advances on the willow breeding program in Argentina". 24.^a Reunión de la Comisión Internacional del Álamo, FAO Dehradun, India.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balsarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2013. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Díaz, D. 2004. Un negocio algo impensado. Suplemento Clarín Rural, 31 de enero de 2004. <http://old.clarin.com/suplementos/rural/2004/01/31/r-01211.htm>
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 2009. Cartas de suelos de la República Argentina-Provincia de Buenos Aires. Instituto de Suelos del INTA, Buenos Aires. [Publicación en línea] En: <http://anterior.inta.gob.ar/suelos/cartas/index.htm> [Con acceso 05-02-2014].
- Michelena, R., Iurrtia, C.B. Vavruska, F.A., Mon, R., Pittaluga, A. 1989. Degradación de suelos en el norte de la región pampeana. Proyecto de Agricultura Conservacionista. Publicación técnica 6. s/n pp.

Buenos Aires, febrero de 2014