



Raúl M. Marlats ^{1,3}
Jorge L. Marquina ³
Ricardo A. Bratovich ^{1,3}
Jorge W. Lanfranco ²

RESUMEN

Se evaluó la altura media dominante de 6 clones de *Populus deltoides* Marsh, a los 9 años de edad, y su relación con el clima y el suelo en tres sitios de Buenos Aires (Argentina). Los clones fueron:

- USA Stoneville 62 • USA Catfish 2
- USA Stoneville 66 • I Harvard (I-63/51)
- USA Stoneville 71 • Australiano 129/60

Los sitios fueron:

- Los Hornos: 34° 55' S y 57° 57' O, a 15 msnm. Argiudol típico, fina, illítica, térmica. Relieve normal.
- Cazón: 35° 30' S y 59° 30' O, a 12 msnm. Hapludol éntico, franca gruesa, mixta, térmica. Relieve normal, convexo.
- Palantelén: 34° 50' S y 60° 30' O, a 55 msnm. Hapludol éntico, franca gruesa, mixta, térmica, fase moderadamente bien drenada. Relieve subnormal.

Los procedimientos fueron:

- a. Comparación de alturas medias dominantes alcanzadas por clon y totalidad de los clones, a los 9 años, por sitio y entre sitios. Análisis de la varianza de los datos obtenidos y test de Tukey.

***POPULUS DELTOIDES* MARSH** **INTERACCIÓN CLON - AMBIENTE** **EN BUENOS AIRES (ARGENTINA)**

***POPULUS DELTOIDES* Marsh** **Clone - environment interaction** **in Buenos Aires (Argentina)**

SUMMARY

It was to assess the dominant average height of six 9 years old clones of *Populus deltoides* Marsh and its connection to some characteristics of weather and soil in three sites in the province of Buenos Aires (Argentina).

The assessed clones were:

- USA Stoneville 62 • USA Catfish 2
- USA Stoneville 66 • I Harvard (I-63/51)
- USA Stoneville 71 • Australian 129/60

The sites were:

- Los Hornos (34° 55' S; 57° 57' W; 15 msl) Typical Argiudoll, fine, illitic, thermic. Normal relief.
- Cazón (35° 30' S; 59° 30' W; 12 m osl) Entic Hapludoll, coarse loamy, mixed, thermic. Normal relief convex.
- Palantelén (34° 50' S; 60° 30' W; 55 msl) Entic Hapludoll, coarse-loamy, mixed, thermic, moderately well drained phase. Subnormal relief.

The procedures carried out were:

- a. Comparison of dominant average height of every clone and of all clones after nine years, per sites and among sites. Analysis of variance of resulting data and Tukey test.

1 Departamento de Silvicultura.

2 Departamento de Suelos y Agua.

3 Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata. CC 31. (1900) La Plata. Argentina.

3 Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires. Argentina.
e-mail: rmarlats@netverk.com.ar

b. Análisis de los balances hidrológicos y características de suelos de cada sitio y su relación con la variable altura media dominante alcanzada por los diferentes clones.

Cada clon se comportó diferente en los distintos sitios. Las denominadas variables edáficas no controlables del sitio y la disponibilidad de agua fueron las condicionantes que produjeron las diferencias entre sitios.

Palabras clave

Populus deltoides • altura dominante • variables edáficas y climáticas • Buenos Aires

b. Analysis of hidrologic balances and soil characteristics in every site and their connection to the dominant average height of the clones.

Each clone behaved differently in the different sites. The so called non controllable edaphic variables of the site and the availability of water were the factors causing the differences among the sites.

Key words

Populus deltoides • dominant height • edaphic and climatic variables • Buenos Aires

INTRODUCCIÓN

En el Delta del Paraná se encuentra la mayor superficie implantada con álamos de la Argentina pero las contingencias generadas por las inundaciones no resultan concordantes con el máximo riesgo aceptable para emprendimientos de esa naturaleza (6). Ante esta situación, se efectuaron plantaciones en la zona continental de la provincia de Buenos Aires, con la pretensión de minimizar eventuales desabastecimientos. En cuanto al material utilizado, los antecedentes señalan que el mejoramiento genético fue dirigido a satisfacer las necesidades de la región delteña (1, 9, 10). Es decir, para ampliar la superficie de plantación en tierra firme se buscaron clones adaptados a esas nuevas alternativas ambientales.

Estudiado el sitio y sus factores asociados se determinó la potencialidad del crecimiento de los árboles y su relación con la disponibilidad de ciertos elementos, acentuándose esta situación en masas isogénicas, (2, 4, 5, 7, 8). La comparación de los niveles de limitaciones de los sitios para la producción de los árboles se establece a través de variables probadamente relacionadas con su clase de aptitud (3, 12). Los niveles de limitación deben ser identificados para decidir o extender las áreas de cultivo (11). La hipótesis de trabajo enuncia la existencia de diferencias significativas de comportamiento entre clones de *Populus deltoides* (P.d.) Marsh seleccionados para el Delta cuando se implantan en la Pampa Ondulada (Buenos Aires, Argentina), asociadas a condiciones edafoclimáticas.

Objetivo

Evaluar la altura media dominante de 6 clones de *Populus deltoides*, a los 9 años de edad, y su relación con el clima y el suelo en tres sitios de Buenos Aires (Argentina).

MATERIALES Y MÉTODOS

El material clonal evaluado a los 9 años de edad provino de ensayos en tres ambientes geográficos de la provincia de Buenos Aires, con un diseño de bloques completos al azar.

1. Características generales de los sitios y las plantaciones

- Los Hornos (La Plata): 34° 55' S y 57° 57' O, a 15 msnm.
Suelo: argiudol típico, fina, illítica, térmica. Relieve normal.
Temperaturas:
Máximas: media = 22,6 °C y absoluta= 42,7°C (diciembre)
Mínimas: media = 10,2 °C y absoluta= -5,7 °C (junio)
Distancia de plantación: 3x3 m, equivalente a 1111 plantas/ha. Plantado con estacas de 0,50 m.

- Cazón (Saladillo): 35° 30' S y 59° 30' O, a 12 msnm.
Suelo: hapludol éntico, franca gruesa, mixta, térmica. Relieve normal, convexo. Temperaturas:
Máximas: media = 20,4 °C y absoluta= 41,2 °C (diciembre)
Mínimas: media = 9,2 °C y absoluta= -6,1 °C (junio)
Distancia de plantación: 4x4 m, equivalente a 625 plantas por hectárea. Plantado con estacas de 0,50 m.

- Palantelén (Alberti): 34° 50' S y 60° 30' O, a 55 msnm.
Suelo: Hapludol éntico, franca gruesa, mixta, térmica, fase moderadamente bien drenada. Relieve subnormal.
Temperaturas:
Máximas: media = 20,1 °C y absoluta= 40,9 °C (diciembre)
Mínimas: media = 11,2 °C y absoluta= -5,1 °C (junio)
Distancia de plantación: 4x4 m, equivalente a 625 plantas por hectárea. Plantado con estacas de 0,60 m.

2. Clones de *Populus deltoides* evaluados

Clon	Lugar de procedencia	Ubicación geográfica de selección original	Suelos de origen
USA Stoneville 62 USA Stoneville 66 USA Stoneville 71 USA Cattfish 2	Southern Forest Experiment Station, Stoneville, EE.UU.	32° 06' N; 93° 12' O	Aluvionales
I Harvard (I-63/51)	Casale Monferrato, Italia	44° 33' N; 13° 28' E	Argiudoles
Australiano 129/60	Canberra, Australia	35° 16' S; 149° 06' E	Hapludoles con déficit hídrico

Tabla 1. Clones probados, suelos y ubicación geográfica de sus procedencias originales de selección.

3. Evaluaciones realizadas

- Comparación de alturas medias dominantes: AMD, alcanzadas por clon y totalidad de los clones, a los 9 años, por sitio y entre sitios. Análisis de la varianza de los datos obtenidos y test de comparación de medias de Tukey.
- Análisis de los balances hidrológicos, características de suelos de cada sitio y su relación con la variable AMD alcanzada por los diferentes clones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a. Comparación de las alturas medias dominantes por clon y totalidad de clones por sitio

Los Hornos		Cazón		Palantelén	
Clon	AMD (m)	Clon	AMD (m)	Clon	AMD (m)
Catfish 2	17,50 a	Catfish 2	20,70 a	Stoneville 66	24,70 a
Stoneville 66	17,50 a	A. 129/60	19,10 ab	Stoneville 71	23,50 a
A. 129/60	17,40 ab	Stoneville 66	18,70 ab	Stoneville 62	21,40 a
Stoneville 71	17,20 ab	Stoneville 62	18,00 ab	Catfish 2	20,80 a
Stoneville 62	16,00 bc	Harvard	17,60 ab	Harvard	20,50 a
Harvard	15,70 c	Stoneville 71	15,30 b	A. 129/60	20,40 a

* Letras iguales agrupan tratamientos sin diferencias significativas.

Tabla 2. Test de rango de Tukey ($\alpha \leq 0,05$) * para alturas medias dominantes según sitios y clones.

Según los sitios hubo ordenamientos particulares.

- En Los Hornos, Catfish 2, Stoneville 66, A. 129/60 y Stoneville 71 se agruparon en el primer rango. Stoneville 62 y Harvard aparecen en el último.
- En Cazón, el primer rango incorpora a Harvard. Stoneville 71 es desplazado al segundo rango.
- En Palantelén, pese a las importantes diferencias absolutas, todos los clones se comportan sin diferencias significativas.

Tanto Catfish 2 como los Stoneville, fueron introducidos en la década del 70 (1), señalándose para el Delta del Paraná la conveniencia de la provisión de material para mejoramiento de la zona de los 32° de latitud Norte en EE.UU. Para su recomendación, se consideró la similitud de condiciones ambientales entre el Delta y la región del Mississippi, donde se ubica Stoneville.

El clon A. 129/60, seleccionado en Canberra (Australia), a partir de material proveniente de la misma región estadounidense, fue mencionado con cierta aptitud de resistencia a la sequía (9). En Cazón, donde se registraron los mayores déficit hídricos (tabla 5, pág. 12), tuvo un buen comportamiento, sin diferenciarse significativamente de los demás.

La cv. Harvard, cuyos valores medios tendieron a situarla en las últimas posiciones relativas, pertenece a otro grupo de clones también de producción intraespecífica de *Populus deltoides*, proveniente de la Estación Experimental de Casale Monferrato (Italia), cuya base de selección se conformó con semillas remitidas desde el delta del Mississippi (10). Oportunamente fue la de mayor importancia dentro del área de cultivo bonaerense y hoy se encuentra en franco reemplazo.

Clones	Stoneville 66	Catfish 2	A. 129/60	Stoneville 71	Stoneville 62	Harvard
AMD (m)	20,30 a	19,6 ab	19,00 ab	18,60 ab	18,40 ab	18 b

* Letras iguales agrupan tratamientos sin diferencias significativas.

Tabla 3. Test de rango de Tukey ($\alpha \leq 0,05$) * para alturas medias dominantes de todos los clones por la totalidad de los sitios.

Tomando el comportamiento promedio de la altura media dominante de todos los sitios por clon se confirma la tendencia indicada para la tabla 2 (pág. 10), mostrando a la cv. Harvard en el último posicionamiento en valores absolutos, diferenciándose significativamente sólo del Stoneville 66.

Localidad	Palantelén	Cazón	Los Hornos
AMD (m)	21,90 a	18,30 b	16,90 c

* Letras iguales agrupan tratamientos sin diferencias significativas.

Tabla 4. Test de rango de Tukey ($\alpha \leq 0,05$) * para altura dominante media de la totalidad de los clones por cada sitio.

En cuanto a la vinculación de la altura dominante con la predicción de la producción, debido a su demostrada asociación con la aptitud de los sitios para los rendimientos de la mayoría de las especies forestales (12), y las comprobaciones en plantaciones de álamo y la diferencia significativa en altura media dominante de la totalidad de los clones por cada lugar, se señala la existencia de calidades de sitios diferentes para el cultivo del álamo (3). Estas respuestas, tratándose de masas isogénicas, tienen especial significado por su rigidez de interacción con el medio (7).

b. Análisis de las variables ambientales de cada sitio de plantación y su relación con la variable altura dominante

Una vez diferenciados los sitios sobre la base de un indicador probadamente vinculado con la producción, se deberían establecer las relaciones causales que determinaron las diferencias, basándose en el análisis de los factores del medio ambiente e identificarlos, para poder extrapolar la información a futuras áreas de plantación que actualmente no cuentan con masas del taxón en cuestión (11). En los ítems b.1 y b.2 se analizan factores que podrían influir sobre los resultados obtenidos.

b.1. Balance hidrológico de treinta años por el método de Thornthwaite

Los datos corresponden a una serie de 25 años (1973-98), registrados en las Estaciones Meteorológicas de las localidades o lugares cercanos a ellas, involucrando los tiempos en los cuales se desarrollaron los experimentos, según la siguiente tabla:

Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Ac.
Los Hornos													
Déficit (mm)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6
Cazón													
Déficit (mm)	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	10
Palantelén													
Déficit (mm)	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3

Tabla 5. Balances hidrológicos de los sitios de ensayo.

Los tres sitios presentaron la característica climática de localidad húmeda, donde la pérdida potencial de agua en el último mes positivo fue igual a la capacidad de campo (CC). Por lo tanto, para su cálculo se tomó la tabla de retención del agua en el suelo de 300 mm. Esta pérdida potencial de agua fue acumulativa a partir del mes negativo hacia el final del año, correspondiéndose estos valores con el periodo estival. No obstante, el déficit difirió de una localidad a otra haciéndose más acentuado en Cazón; allí en total, en el periodo noviembre-diciembre-febrero (fines de primavera hasta fines de verano), fue de 10 mm. En Los Hornos, el mayor déficit se presentó en diciembre (5 mm) y en Palantelén en enero (2 mm). Esto indicó que para el periodo de crecimiento, los déficits coincidieron con distintos momentos del ciclo para cada sitio, aunque -en todos- hubo un déficit en enero que pudo con sus distintos valores contribuir a la expresión de las diferencias en altura.

Se ha determinado que existe una amplia diferencia respecto a la proporción de la estación potencial de crecimiento de las plantas y la que, en realidad, usan (4). Hay casos en que el crecimiento cesa mucho antes de que las temperaturas sean tan bajas como para ser la causa. Se sugiere igualmente que en el lapso del crecimiento estacional, usualmente la producción de materia seca estuvo significativamente por debajo de la máxima potencialidad productiva. También se encontró que la mayoría de las plantas, incluidos los árboles, tuvieron la capacidad fotosintética de producir grandes cantidades de carbohidratos, pero raramente rendían al máximo de su capacidad, debido a las limitaciones impuestas por las deficiencias en luz, agua, minerales y otros factores ambientales. Se demostró que cuando una especie es establecida en plantaciones, en sitios distintos a su lugar de selección, genera una respuesta fisiológica cuyo óptimo puede tener requerimientos ambientales diferentes; se desprende entonces la necesidad de evaluar su potencial genético para colonizar nuevos sitios (2). Principios coincidentes encontraron que el lapso del crecimiento estacional fue también afectado por factores internos relacionados con la reacción del genotipo ante limitantes ambientales (5).

b.2 . Análisis de los suelos de los sitios de ensayo

Los factores edáficos considerados indicaron marcadas diferencias de evolución genética entre Los Hornos y los dos restantes sitios.

■ En Los Hornos, los procesos de arcillificación, humificación y lixiviación han diferenciado horizontes con elevada CIC que aseguran adecuada fertilidad, almacenamiento de agua y fuerte cambio textural generando un Bt a los 49 cm que puede considerarse como un impedimento al drenaje interno y al crecimiento radicular.

■ En Cazón la profundidad efectiva no planteó limitaciones para el desarrollo radicular de los árboles. Sin embargo, la predominancia de las partículas gruesas pudo afectar la provisión de agua en períodos críticos por su elevada macroporosidad y la fertilidad de los suelos por su baja CIC; parte de estas variables coincidieron con las denominadas variables edáficas no controlables del sitio (8).

■ Esta situación fue menos evidente para Palantelén que, por su ubicación en relieve subnormal, pudo haber recibido y contenido volúmenes hídricos disponibles, que se expresaron como fase moderadamente bien drenada. Por lo tanto, la profundidad efectiva y el movimiento y almacenamiento del agua en el perfil son indicios coincidentes que permiten discriminar calidades de sitio para el cultivo del álamo en los ambientes de prueba.

Si se pretendiese eludir los riesgos señalados para el Delta (6), la alternativa ambiental más favorable fue Palantelén y sus zonas análogas.

CONCLUSIONES

- Cada clon se comportó diferente en los distintos sitios.
- Las denominadas variables edáficas no controlables del sitio y la disponibilidad de agua fueron las condicionantes que produjeron las diferencias entre sitios.
- El comportamiento de los orígenes de la región de Stoneville aparecen señalando las posibilidades que tendrían los materiales originarios de esa región para utilizarlos como base del mejoramiento genético destinado a la obtención de clones adaptados a las condiciones de cultivo de la parte continental de la provincia de Buenos Aires.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alonso, A. 1983. La investigación como fuente documentada de la extensión. V Congreso Forestal Argentino. Santa Rosa. La Pampa. T III, p 73.
2. Barnes, R. D. 1984. Genotype-environment interaction in the genetic improvement of fast growing plantation. Symposium on site and productivity of fast growing plantations. IUFRO. South Africa. pp 197-213.
3. Bratovich, R. et al. 1996. Evaluación de la estimación del volumen obtenida por la utilización de la altura Pressler y la eficiencia de su determinación mediante relascopio. Revista Ciencia y Técnica Forestal. AFOA. Buenos Aires. Vol L: 35-42.

4. Farnum, P. et al. 1983. Biotechnology of forest yield. *Sciences* 219: 694-702.
5. Kozlowski, T. T. et al. 1991. The physiological ecology of woody plants. Academic Press. pp 13-15.
6. Marlats, R. M. et al. 1997. Supervivencia de las cepas y desarrollo de los rebrotes según época de aprovechamiento en *Populus x deltoides* Marshall cv. "Harvard". II Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Posadas. Misiones. pp 78- 84.
7. Padró Simarro, A. (1992) Clones de chopo para el valle del medio Ebro. Diputación General de Aragón. España. pp 18- 19.
8. Powers, R. & I. Morrison. 1996. Soil and sustainable forest productivity. *Soil Science Society of American Journal*. 60: 1613.
9. Pryor, L. D. & R. R. Willing. 1983. Growth and breeding poplar in Australia. National Library of Australia. Canberra. Australia. 54 pp.
10. Ragonese, A. E. 1987. Fitotecnia de salicáceas en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INTA). Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria. Tomo XLI, 6, 30 pp.
11. Schlatter, J. & B. Gerding. 1995. Método de clasificación de sitios para la producción forestal, ejemplo en Chile. Simposio IUFRO para Cono Sudamericano. Manejo nutritivo de plantaciones forestales. Valdivia. Chile. pp 1-16.
12. Thrower, J. & J. Goudie. 1992. Development of height-age and site index functions for even-aged interior Douglas-fir in British Columbia. Canada. Research 109. B.C. Ministry of Forests. Forest Science Research Branch. 22 pp.