

***Populus* spp.: supervivencia y crecimiento en clones implantados en Buenos Aires, Argentina**

***Populus* spp.: survival and growth of clones implanted in Buenos Aires, Argentina**

Raúl M. Marlats¹
Gabriela E. Senisterra¹

Jorge L. Marquina¹
Gabriel R. Ciochini^{1,2}

Originales: Recepción: 04/11/2008 - Aceptación: 23/03/2009

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar la supervivencia, evolución de las alturas y áreas basales de rebrotes de clones de *Populus* spp. de diferentes procedencias implantados en Argiudols típicos del borde Sur de la Pampa Ondulada, Buenos Aires, Argentina (34°55' S; 57°57' W; 15 m snm). Los clones evaluados fueron 'Delta Gold', 'Stoneville 71', 'Catfish 2', 'Harvard', 'Onda' e 'I-74/51'.

Se compararon, para el conjunto de clones, los comportamientos para el primero y segundo corte. Se realizó una evaluación de los resultados clonales al segundo turno de los valores dasométricos logrados. Los valores anuales en área basal individual media y las alturas totales medias observados desde el 2° al 8° año con los obtenidos al año 9, se correlacionaron año a año mediante un modelo lineal.

Se observó una prevalencia de los clones de procedencia de los Estados Unidos. Las alturas logradas al primer turno fueron significativamente mayores que las del segundo turno, en tanto los valores en área basal resultaron mayores en la segunda cosecha que en la primera. Los coeficientes de correlación fueron significativos a partir del cuarto año; esta relación temprana permitiría la selección anticipada de los parámetros de crecimiento para el régimen de tallar.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the survival, the growth evolution of total heights and basal areas of sprout clones of *Populus* spp. from different origins implanted in Argiudols typicals of the southern border of the Pampa Ondulada, Buenos Aires, Argentina (34°55' S; 57°57' W; 15 m osl). The clones tested were 'Delta Gold', 'Stoneville 71', 'Catfish 2', 'Harvard', 'Onda' and 'I-74/51'.

The individual mean basal areas and the mean total heights were considered growth estimators. By means of Tukey test ($p \leq 0.05$) it was compared the behavior of totality clones between the first and second harvest. The values observed age to age between the 2nd year and the 8th year were correlated with those of the 9th year.

A differential behavior was observed, and the United States clones prevailed. The values of the growth estimators observed since the fourth year presented a relative behavior similar to the values obtained by the ninth year. The young-adult significant relation would allow the early selection within the growth parameters taken into account.

- 1 Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata. C. C. 31. (1900) La Plata, Argentina. rmarlats@fibertel.com.ar
- 2 Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. 526 e/11-12. (1900) La Plata, Argentina.

Palabras clave

clones de *Populus* spp. • supervivencia
• evolución del crecimiento • Argiudoles
típicos

Keywords

Populus spp. clones • survival • growth
• Typical argiudols

INTRODUCCIÓN

Entre los posibles sitios regionales para la producción de álamos, hay extensas superficies de Argiudoles típicos que ocupan el borde Sur de la Pampa Ondulada, incluyendo la provincia de Buenos Aires (3).

De los materiales en uso existen clones intraespecíficos generados por cruzamientos libres de *Populus deltoides* Marsh, seleccionados por la Southern Forest Experiment Station, Stoneville, USA, 34° N, y otros Taxones producidos intraespecíficamente, provenientes de la Estación Experimental de Casale Monferrato, Italia (1).

Los experimentos destinados a la selección de material con comportamientos sobresalientes en lo que respecta a producción volumétrica llevan tiempos prolongados, fundamentalmente debido a sus bajos valores de heredabilidad, limitados fundamentalmente por las condiciones de sitio, lo cual demuestra la importancia de la correlación juvenil-adulta para una elección anticipada (4, 6, 7, 8).

Si uno de los métodos de repoblación de las masas implantadas con clones del género *Populus* es aprovechar la característica específica de la emisión de rebrotes de las cepas remanentes luego de los cortes, surge que entre los atributos posibles de incorporar a los criterios de selección clonal está la capacidad de supervivencia de las cepas y productividad de sus rebrotes.

Considerando la práctica del régimen de tallar para la explotación del cultivo, cabe preguntarse si los valores de los estimadores de crecimiento área basal y altura total siguen manteniendo en las sucesivas cosechas los valores de sus masas originales (5, 10).

La hipótesis de trabajo enuncia la existencia de valores dasométricos similares entre el primero y segundo turno, y de asociaciones significativas entre las etapas tempranas y adultas de esos valores.

Objetivo

Evaluar los valores de supervivencia, área basal y altura totales medias en el primero y segundo turno, y la relación entre edades temprana y adulta del comportamiento en altura y área basal de rebrotes de clones de *Populus* spp. de diferentes procedencias implantados en Argiudoles típicos del borde Sur de la Pampa Ondulada, Buenos Aires, Argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las evaluaciones se realizaron sobre un ensayo comparativo de comportamiento ubicado en la Estación Experimental Julio Hirschhorn de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata, localidad de Los Hornos, La Plata, Buenos Aires (34°55' S; 57°57' W; 15 m snm). Los suelos fueron identificados como Argiudol típico, fina, illítica, térmica (Soil Taxonomy, 1991). Son arealmente de gran difusión en la zona correspondiente al borde Sur de la Pampa Ondulada (2).

La temperatura media mensual del mes más cálido, enero, es de 23,5°C y la del mes más frío, julio, 7°C. Si bien las precipitaciones oscilan entre los 800 y 1000 mm/año, concentradas en otoño y primavera, es manifiesta la sequía estival.

Tabla 1. Clones de *Populus* spp. evaluados y sus procedencias.

Table 1. *Populus* spp. clones evaluated and their procedures.

Clones	Procedencias
'Delta Gold'	USA, Southern Forest Experiment Station Stoneville, selección a 32° N
'Stoneville 71'	
'Catfish 2'	
'Harvard'	Instituto dil Pioppo Casale Monferrato, Italia
'Onda'	
'I-74/51'	

El diseño experimental del ensayo en el cual se realizaron el primer corte y las valoraciones del segundo turno respondió al de bloques completos al azar con 3 repeticiones, 28 plantas por unidad experimental, con bordura. La distancia de plantación fue 3 x 3 m, equivalente a 1111 plantas/ha. De acuerdo con Marlats *et al.* (9), debido al valor de supervivencia de las cepas luego del primer corte y considerando que el espaciamiento existente produciría competencias tempranas, se optó por podas sucesivas de brotes, dejando al tercer año un vástago por cepa. El criterio de selección del brote remanente fue dejar dentro de los dominantes y codominantes el de mayor área basal. A partir del segundo año, año a año, sobre el brote seleccionado en cada cepa se midieron el área basimétrica y la altura total. Los diámetros se midieron a 1,30 m del suelo (diámetro normal) con cinta métrica, con posterior conversión en área basal, y las alturas totales desde la base al ápice con hipsómetro Blume Leiss.

Se realizó un análisis del porcentual de supervivencia clonal de cepas rebrotadas aplicando el test de comparación de medias de Tukey; previamente los datos fueron transformados a valores de la raíz cuadrada del porcentaje por el arco seno (11). El relevamiento de la supervivencia se realizó a los 9 años luego del primer corte, en oportunidad del final del segundo turno. Se compararon los resultados dasométricos de la totalidad de los clones entre el primero y el segundo corte. Para el segundo corte, se compararon las medias individuales de las áreas basimétricas y alturas totales, alcanzadas por clon al noveno año. En ambas comparaciones se utilizó el test de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0,05$). Todas las evaluaciones se realizaron con los árboles en pie previo a su apeo.

Se calcularon los coeficientes de correlación (r) de los valores desde el segundo al octavo año por clon, con los observados al noveno año, para áreas basimétricas y alturas totales individuales.

El modelo utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + C_i + B_j + e_{ij}$$

donde:

Y_{ij} = valor fenotípico medio del carácter Y evaluado en el tratamiento i , bloque j

μ = media general del experimento

C_i = efecto del clon

B_j = efecto del bloque

e_{ij} = error experimental asociado a la parcela que contiene al clon i en el bloque j

Para la correlación simple de los resultados de los parámetros evaluados se utilizó un modelo lineal expresado por:

$$Y = a + b \cdot X$$

donde:

Y = variable dependiente

X = variable independiente

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2 se presentan los valores de supervivencia de cepas del primero y segundo corte producto del conteo de los árboles en pie previo al apeo.

Tabla 2. Valores de supervivencia clonal de las cepas remanentes expresadas en porcentaje. Test de Tukey ($p \leq 0,05$).

Table 2. Percentage of survival stump. Tukey test ($p \leq 0.05$).

Clones	% de supervivencia		Valores de la transformación de los porcentajes de supervivencia en $\arccoseno \times \sqrt{\%supervivencia/100}$
	Primer corte	Segundo corte	
'Delta Gold'	97,60	97,60	81,09 a
'Stoneville 71'	95,20	95,20	77,34 b
'Catfish 2'	95,20	95,20	77,34 b
'Harvard'	94,00	94,00	75,82 b
'Onda'	94,00	94,00	75,82 b
'I-74/51'	92,20	92,90	74,55 b

Letras iguales agrupan tratamientos sin diferencias significativas.

Same letters group treatments with no significant differences.

El porcentaje de supervivencia para el segundo turno fue similar al del primero, la distribución espacial de las escasas pérdidas fue homogénea y no comprometió el principio de densidad normal con respecto al grado de ocupación del sitio, manteniéndose la supervivencia significativamente mayor para 'Delta Gold'.

En la tabla 3 (pág. 81) se presentan los análisis de la comparación de los valores en alturas medias totales y áreas basales individuales medias del conjunto de clones al noveno año (primer corte) y al noveno año del segundo corte.

Tabla 3. Alturas medias totales y áreas basales individuales medias del conjunto de clones en el primer corte y al segundo corte, ambos a los 9 años de edad. Test de Tukey ($p \leq 0,05$).

Table 3. Average comparison of total height and individual basal area of total clones between the first and second turn at ninth year. Tukey test ($p \leq 0.05$).

VARIABLES DE CRECIMIENTO	PRIMER CORTE	SEGUNDO CORTE
Altura total media individual (m)	16,82 a	14,65 b
Área basal media individual (m ²)	0,0243 a	0,0262 b

Letras iguales en sentido horizontal agrupan tratamientos sin diferencias significativas.
Same letters as horizontal sense group treatments with no significant differences.

En el segundo corte, las alturas totales alcanzadas por los rebrotes fueron significativamente inferiores a las del primer corte; al aplicar el criterio de selección por área basal, no resulta excluyente que al eliminar tempranamente brotes dominantes y co-dominantes, la elección del remanente no haya sido la más eficaz en ese sentido.

Para el área basal media, en el segundo corte se registró un valor medio significativamente mayor. Bratovich *et al.* (5) trabajaron sobre plantaciones de 'Harvard' realizando correlaciones entre los diámetros de cepas y las áreas basales de los brotes dominantes: encontraron que los árboles de mayor diámetro no siempre originaron rebrotes de mayor diámetro, o el mayor número de brotes por cepa presentó el brote de mayor área basal, con lo cual, un supuesto dirigido a la existencia de relaciones entre las áreas basales del primer corte con el segundo no aparece vinculante. No obstante ello, puede asociarse, en general, un mayor vigor del área basal a la existencia de un sistema radicular preformado que induciría a una distribución de reservas destinadas a los rebrotes y recursos ecológicos por su persistencia en el sitio (10). Se podría agregar que en los primeros estadios de los rebrotes anteriores a las labores de dejar un solo remanente, podría haber un estado de competencia; aun así, tal vez por su escaso tiempo, no pareció comprometer el desarrollo suficiente para alcanzar valores finales de área basal significativamente superiores al primer corte.

En la tabla 4 se transcriben los valores dasométricos alcanzados al segundo turno.

Tabla 4. Alturas y áreas basales medias individuales por clon para el noveno año del segundo turno. Test de Tukey ($p \leq 0,05$).

Table 4. Height and basal area average for clon at ninth year of second turn. Tukey test ($p \leq 0.05$).

CLON	ALTURA (m)	RANGO ALTURA	CLON	ÁREA BASAL (m ²)	RANGO ÁREA BASAL
'Catfish 2'	16,50	a	'Delta Gold'	0,0310	a
'Delta Gold'	16,20	a	'Stoneville 71'	0,0272	b
'Stoneville 71'	14,20	b	'Catfish 2'	0,0268	b
'Onda'	14,00	b	'I-72/51'	0,0243	c
'I-74/51'	13,50	b	'I-74/51'	0,0240	c
'Harvard'	13,50	b	'I-63/51'	0,0234	c

Letras iguales agrupan tratamientos sin diferencias significativas.
Same letters group treatments with no significant differences.

Para las alturas totales medias, con diferencias significativas se agruparon los cultivares intraespecíficos provenientes de Estados Unidos 'Catfish 2' y 'Delta Gold'; el resto formó un conjunto homogéneo para el nivel de probabilidad aplicado.

Para las áreas basales se destacó el 'Delta Gold'; luego un grupo homogéneo conformado por 'Stoneville 71' y 'Catfish 2' y un tercer grupo que involucró a 'Onda', 'I-74/51' y 'Harvard'.

El posicionamiento fue diferente para cada estimador, pero persistió un ordenamiento con prevalencia de los clones de la zona de Stoneville, lo cual confirma las inferencias de Alonso (1) quien destacó para la región la conveniencia de elección de material proveniente de la zona de los 34° de latitud Norte donde se ubica Stoneville en la región del Mississippi. Corroborando esta consideración, Gennari *et al.* (6), al estudiar los patrones juveniles por la extensión de la estación de crecimiento y la identificación del período de las mayores tasas de incremento, determinaron que los cultivares procedentes de latitudes altas presentaron una estación de crecimiento más corta, en tanto que los clones seleccionados en latitudes similares a las del sitio donde fueron implantados tuvieron un ciclo de crecimiento más extenso y generaron diferencias significativas principalmente para la variable altura total media.

Tabla 5. Coeficientes de correlación para altura y área basal por clon tomando como referencia el noveno año.

Table 5. Correlation coefficient for height and basal area taken as base ninth year.

Clon	Variable	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
'Catfish 2'	Altura (m)	0,322 ^{ns}	0,411 ^{ns}	0,577 ^s	0,780 ^s	0,844 ^{as}	0,903 ^{as}	0,915 ^{as}
	Área basal (m ²)	0,345 ^{ns}	0,432 ^{ns}	0,623 ^s	0,777 ^s	0,907 ^{as}	0,936 ^{as}	0,928 ^{as}
'Delta Gold'	Altura (m)	0,025 ^{ns}	0,451 ^{ns}	0,545 ^s	0,767 ^s	0,870 ^{as}	0,875 ^{as}	0,908 ^{as}
	Área basal (m ²)	0,224 ^{ns}	0,321 ^{ns}	0,644 ^s	0,878 ^{as}	0,948 ^{as}	0,951 ^{as}	0,969 ^{as}
'Stoneville 71'	Altura (m)	0,199 ^{ns}	0,299 ^{ns}	0,511 ^s	0,772 ^s	0,712 ^s	0,864 ^{as}	0,892 ^{as}
	Área basal (m ²)	0,529 ^{ns}	0,329 ^{ns}	0,611 ^s	0,877 ^{as}	0,927 ^{as}	0,954 ^{as}	0,932 ^{as}
'Harvard'	Altura (m)	0,453 ^{ns}	0,401 ^{ns}	0,737 ^s	0,614 ^s	0,859 ^{as}	0,901 ^{**}	0,958 ^{as}
	Área basal (m ²)	0,319 ^{ns}	0,371 ^{ns}	0,790 ^s	0,927 ^{as}	0,937 ^{as}	0,962 ^{**}	0,982 ^{as}
'I-74/51'	Altura (m)	0,325 ^{ns}	0,322 ^{ns}	0,680 ^s	0,715 ^s	0,866 ^{as}	0,942 ^{**}	0,975 ^{as}
	Área basal (m ²)	0,225 ^{ns}	0,411 ^{ns}	0,701 ^s	0,877 ^{as}	0,841 ^s	0,928 ^{as}	0,981 ^{as}
'Onda'	Altura (m)	0,301 ^{ns}	0,377 ^{ns}	0,772 ^s	0,785 ^s	0,873 ^{as}	0,916 ^{as}	0,944 ^{as}
	Área basal (m ²)	0,287 ^{ns}	0,387 ^{ns}	0,677 ^s	0,898 ^{as}	0,850 ^{as}	0,900 ^{as}	0,964 ^{as}

Nivel de significancia: **as** p≤0,01; **s** p≤0,05; **ns** p>0,05

Level of significant differences: **as** p≤0.01; **s** p≤0.05; **ns** p>0.05

La tabla 5 expresa la asociación de los estimadores de áreas basales y alturas totales individuales medias de los rebrotes de los diferentes clones a través del tiempo con los resultados registrados al noveno año. Durante los dos primeros años de registros (segundo y tercer año de edad de los rebrotes) ninguna correlación resultó significativa.

Estos resultados difieren de los determinados por Bratovich *et al.* (4) que al primer año encontraron que el clon 'Catfish 2' mostró valores significativos para ambos estimadores de crecimiento, aunque advirtieron que eran insuficientes para extraer conclusiones generales que afirmaran la repetición de ese comportamiento en otras situaciones espaciales y temporales. Lo que resulta relevante es que todos los clones a partir del cuarto año presentaron valores significativos.

Estos comportamientos coincidieron con los de Kumar y Singh (7) quienes destacaron que las evaluaciones tempranas deben ser confirmadas mediante su correlación con resultados de 4, 5 o más años. Magnussen (8) señaló que la selección a temprana edad es de fundamental importancia para acortar etapas hasta la incorporación de materiales superiores al sector productivo y que altos retornos en la inversión o un incremento en la tasa del mejoramiento genético pueden producirse a través de los tests y las selecciones tempranas, siempre que existan relaciones y altas asociaciones entre la expresión juvenil y adulta de un cierto parámetro. Los resultados se constituyeron en predictores adecuados de futuros comportamientos a partir del cuarto al quinto año. Este período implica no menos del 50% del turno para especies de rápido crecimiento como los cultivares de álamos en la Pampa Ondulada de Buenos Aires, Argentina.

CONCLUSIONES

Las alturas logradas al primer turno fueron significativamente mayores que las del segundo turno, en tanto los valores en área basal resultaron mayores en la segunda cosecha que en la primera.

Para el grupo de clones estudiado, durante el segundo turno los valores de los estimadores del crecimiento observados a partir del cuarto año estuvieron altamente asociados con los correspondientes al noveno año.

Reiterando lo hallado por otros autores en los experimentos del primer turno pero en lapsos un poco más prolongados, la relación significativa juvenil-adulta permitiría para estos regímenes silvícolas la selección clonal anticipada para los parámetros de crecimiento considerados.

Se observó un comportamiento diferencial, prevaleciendo clones de procedencia de los Estados Unidos de latitud similar al lugar del experimento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alonso, A. 1983. La investigación como fuente documentada de la extensión. Actas del V Congreso Forestal Argentino. Santa Rosa. La Pampa. Tomo III. p. 73.
2. Baridón, E. J.; R. M. Marlats; J. W. Lanfranco; A. Pellegrini. 2005. Productividad de *Populus deltoides* en Argiudoles y Hapludoles de la Pampa húmeda. Relación con índices indirectos de sitio. Quebracho, Revista de la Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Argentina. p. 43- 53.

3. _____; M. Flores Palenzona; R. M. Marlats; G. E. Senisterra; G. Millán. 2008. *Populus* spp: respuestas clonales de crecimiento y sanidad en Argiudoles y Hapludoles, de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Revista de Ciencia e Investigación Agraria. Pontificia Universidad Católica de Chile. p. 38-46.
4. Bratovich, R. A.; R. M. Marlats; H. Mikelaïtes. 1995. Detección precoz de comportamientos referida al crecimiento en alturas, diámetros y volúmenes para clones provenientes de cruzamientos controlados inter e intraspecíficos de *Populus* sp. L. Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Plata. Argentina. 101(1): 7-13.
5. _____; J. Arce; A. Gennari; R. M. Marlats. 1997. *Populus x deltoides* Marsh cv 'Harvard' (I-63/51): Niveles de asociación de variables dasométricas de cepas y rebrotes del primero y el segundo corte y, dos fechas de aprovechamiento. Actas del 2^{do} Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Posadas. Misiones. Argentina.
6. Gennari, A; E. Prada; F. Achinelli. 2004. Patrones de crecimiento juvenil en altura y diámetro en clones de *Populus deltoides* Marsh. y *Populus x canadensis* Mönch (= *P. x euramericana*). 22° Congress International Poplar Commission. 28/11- 02/12 de 2004, Santiago de Chile (Chile), Buenos Aires (Argentina).
7. Kumar, D.; N. B. Singh. 2001. Age-age correlation for early selection of clones of *Populus* in India. *Silvae genetica*. 50(3-4): 103-108.
8. Magnussen, W. 1988. Minimum age-to-age correlation in early selections. *Forest Science*. 31(4): 42.
9. Marlats, R. M.; R. A. Bratovich; J. L. Marquina. 1999. Interacción clon-espaciamento en *Populus deltoides*. Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Plata. Argentina: 103 (1): 17-26.
10. Mc Creary, D. 2004. Stump sprouting an alternative regeneration approach IHRMP: Funded Research. Sierra Foothill Range Field Station. Oak Fact sheets N° 1. Management Program, U.C. Berkeley: 33.
11. Steel, R. G. D.; J. H. Torrie. 1988. Bioestadística: principios y procedimientos. Ed. McGraw-Hill/Interamericana de Méjico S. A. 228.