

Evaluación de clones de *Populus* spp., a los dos años de edad, en dos micrositios de la región pampeana, Argentina

Evaluation of two years aged *Populus* clones, in two micro-sites of the pampean region, Argentina

Gabriela Elba Senisterra ¹

Fernanda Julia Gaspari ¹

María Gabriela Ducid ¹

María Isabel Delgado ^{1,2}

Originales: Recepción: 08/06/2010 - Aceptación: 25/10/2011

RESUMEN

La producción de álamos en la pampa ondulada de la provincia de Buenos Aires podría constituir una actividad alternativa y/o complementaria, debido a zonas ecológicas favorables para su cultivo. En este contexto es importante conocer el comportamiento de los clones en los diversos ambientes para poder definir cuáles de ellos podrían presentar mayor estabilidad para los diferentes sitios. El objetivo del trabajo fue estudiar la interacción existente entre los parámetros de crecimiento y supervivencia de 16 clones de *Populus* spp. en dos micrositios geomorfológicamente diferentes en la región pampeana, Argentina. Los clones en estudio provienen de cruzamientos intraespecíficos de *P. deltoides* e interespecíficos de *P. deltoides* x *P. nigra* (*Populus* x *canadensis*). Se plantaron en dos ensayos, uno por cada situación geomórfica: *loma* y *bajo*, y se completó con un análisis estadístico comparando los ensayos en forma individual y conjunta. Cada ensayo se instaló con un diseño de bloques completos al azar. Las variables analizadas fueron la supervivencia, la altura media y el área basal al concluir el segundo año de crecimiento. Para el sitio regional evaluado, la interacción entre

ABSTRACT

Poplar production in the pampean region of the province of Buenos Aires could become an alternative and/or complementary activity, because of the ecological conditions for its cultivation. It is within this context that it is important to know the behaviour of the clones in the different environments, in order to define which ones could present more stability in the different sites. The aim of this work was to study the interaction between the growth and the survival parameters of 16 clones of *Populus* spp., in two geomorphological different micro-sites, in the pampean region of Argentina. The studied clones were planted in two different essays, one for each geomorphic situation: hill and lowland. A statistic analysis was done in order to compare the essays in an individual and in a combined way. Each essay was installed with a randomized block design. The analyzed variables by the end of the second year of growth were survival, mean height and basal area. For the evaluated region, the interaction between clones and micro sites was significant for height and survival. The mayor water availability in the lowland micro-site produced mayor clone growth, with significant differences with the

1 Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata. C. C. 31. (1900) La Plata, Argentina. gseniste@agro.unlp.edu.ar

2 Becaria del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) CCT La Plata, Argentina.

los clones y los micrositios fue significativa para las variables altura y supervivencia. La mayor disponibilidad de agua en el micrositio *bajo* produjo mayores crecimientos clonales con diferencias significativas respecto del micrositio *loma*. La estabilidad de los atributos de supervivencia y crecimiento frente a los micrositios es un objetivo fundamental en las plantaciones clonales. Siendo los micrositios una realidad ambiental importante, propia como variable no controlable, la reducción de la variabilidad de respuesta ante ellos permitiría la constitución de unidades de manejo más homogéneas.

hill micro-site. The stability of survival and growth in the micro-sites is one of the principal objects in a clone plantation. Being the micro-site a huge environmental reality, as a non controllable variable, the reduction of variability in the response, will allow the construction of more homogeneous management units.

Keywords

clones of *Populus* spp. • stability • genotype - environment interaction • micro-sites

Palabras clave

clones de *Populus* spp. • estabilidad • Interacción genotipo - ambiente • micrositios

INTRODUCCIÓN

El cultivo de álamos (*Populus* spp.) ocupa un lugar importante en la silvicultura argentina, siendo las zonas de regadío (Mendoza y Río Negro) y la región Delta del Paraná, los lugares con mayor superficie plantada. La superficie forestada con álamos en Argentina se estima en 61.000 ha; su principal finalidad es la producción de madera con una tendencia de plantación en aumento (4). Achinelli *et al.* (1) hacen referencia a que las 5.000 ha de cultivo de salicáceas existentes en la pampa húmeda se podrían expandir a 4 millones de ha.

Debido a las amplias zonas existentes ecológicamente favorables y a la potencialidad del mercado maderero, la provincia de Buenos Aires concentra el 38% de las empresas de muebles y presenta varias empresas de transformación química de la madera, tales como Papel Prensa S. A., ID Manufacturing S. A. División Faplac (tableros de partículas), Fiplasto, Guillermina (tableros de fibras) (12). Es posible ampliar las superficies forestadas a la pampa ondulada, donde la producción de álamos podría constituir una actividad alternativa o complementaria de las existentes (9). Actualmente se hallan en la zona pampeana plantaciones forestales de álamos destinadas al abastecimiento de industrias del aserrado, debobinado, celulosa y papel. Estas masas tienen por objeto, además de cubrir una demanda fija, amortiguar el déficit de madera en el caso de inconvenientes derivados de las recurrentes inundaciones en la principal zona proveedora de álamos, la Región Delta.

En la pampa ondulada, como en general dentro de una misma calidad de sitio regional, es posible encontrar toda una gama de micrositios. El concepto de micrositio fue enunciado por Gilmore *et al.* (7), proponiendo como tal los frecuentes y azarosos cambios de calidad de sitio que pueden ocurrir en distancias relativamente cortas.

Las respuestas a las fluctuaciones edáficas adquieren significativa importancia en el manejo de masas isogénicas, ya que la rigidez en la reacción de un genotipo

único, provoca un comportamiento heterogéneo frente a esos pequeños cambios del ambiente, manifestado en producciones puntuales significativamente diferentes entre sí (13). A nivel de micrositios, se han demostrado efectos significativos del contenido y tensión del agua edáfica sobre el crecimiento en los primeros años de plantaciones de *Populus* spp. (3).

El análisis de bibliografía registra que los clones híbridos de álamo de alto y bajo rendimiento poseen distintas eficiencias en el uso del agua y respuestas diferenciales según el tipo de suelo, determinado por causas genéticas y ecofisiológicas (5, 6). Zhang *et al.* (18) encontraron que ecotipos diferentes presentan distintas estrategias de supervivencia y crecimiento en condiciones de sequía.

Los materiales genéticos que se seleccionan en los programas de mejoramiento genético forestal pueden responder en forma diferente a los cambios de ambiente por efecto de la interacción con el mismo. Esto puede conducir a que el rendimiento no sea uniforme a través de los ambientes. Sin embargo, es posible encontrar clones que resistan cambios sin afectar su crecimiento, manteniendo un buen comportamiento en un rango de condiciones ambientales amplio. Existen trabajos que demuestran una importante interacción sitio - genotipo en el estudio de clones de álamo, demostrando la importancia de la calidad de sitio en el crecimiento de los mismos (2, 9, 10, 11, 16).

Objetivo

- Estudiar la interacción existente entre los parámetros de crecimiento y supervivencia de 16 clones de *Populus* spp., por medio de la estabilidad, en dos micrositios geomorfológicamente diferentes en la región pampeana, Argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en un establecimiento forestal perteneciente a la empresa Papel Prensa S. A., ubicado en Palantelén, Partido de Alberti, Buenos Aires, Argentina (34° 50" LS; 60° 30" LW; 55 m s. n. m.), en la región pampeana.

Los datos climáticos registrados en la estación Palantelén, en el período 1996-2005, fueron: precipitación media anual de 962,8 mm, temperatura media anual de 16,3°C, mínima media 11,2°C, máxima absoluta 40,9°C (diciembre) y mínima absoluta -5,1°C (julio).

El área de trabajo presenta un relieve normal, en correspondencia a su clasificación de suavemente ondulada, con pendientes menores al 3%, en la cual fue posible diferenciar, desde su geoforma, dos micrositios: la zona alta denominada *loma* y la zona deprimida, el *bajo*, con una zona intermedia con una pendiente de transición. El tipo de suelo se corresponde con un Hapludol Típico, fase moderadamente bien drenada, de relieve suave a ondulado. Un análisis de antecedentes de caracterización

de los suelos reflejó, a partir de curvas de retención hídrica, que en los meses con déficit hídrico incipiente (enero y febrero), el micro-relieve *bajo* presentó contenidos de humedad a tensiones inferiores a los 100 kpa, en contraste con el relieve *loma*, que presentó tensiones superiores a 1515 kpa. En los meses con excesos hídricos, las diferencias entre las tensiones del agua retenida en las dos situaciones tendieron a desaparecer (3).

La geomorfología de los micrositos determina factores condicionantes del escurrimiento superficial que hacen que un mismo tipo de suelo tenga diferencias en cuanto a la dinámica hídrica (figura 1). Debido a ello, el factor disponibilidad de agua, durante la estación de mayor requerimiento, se consideró adecuado para la diferenciación de los micrositos *loma* y *bajo*. Además, las variaciones en el contenido de agua en el suelo reflejaron la posibilidad de riesgo de estrés hídrico para la vegetación, disminuyendo su crecimiento.



Figura 1. Imagen satelital identificando la geomorfología del área en estudio.
Figure 1. Satellite image identifying the geomorphology of the area of study.

Material evaluado

Se trabajó con 16 clones de álamos, de dos años de edad, instalados en un ensayo comparativo de comportamiento clonal. Los clones utilizados provienen de cruzamientos intraespecíficos de *Populus deltoides* e interespecíficos de *Populus deltoides* x *Populus nigra* (tabla 1, pág. 137), y son producto de una selección surgida

de resultados de ensayos comparativos emplazados en el área, tomando como criterios de selección crecimiento, sanidad y forma (14, 15). Los clones *Populus deltoides* "Australiano 129-60", *Populus x canadensis* "Conti 12" y *Populus x canadensis* "Guardi" fueron inscriptos en el INASE (8).

Tabla 1. Clones evaluados: origen parental y procedencia (14).

Table 1. Parental origin and provenance of clones.

Nombre del clon	Origen parental y procedencias originales
<i>Populus deltoides</i> "562-47"	<i>P. deltoides</i> "129/60" x <i>P. deltoides</i> "Stoneville 107". Obtenidos en INTA Castelar
<i>Populus deltoides</i> "610-12"	
<i>Populus deltoides</i> "610-11"	
<i>Populus deltoides</i> "610-31"	
<i>Populus deltoides</i> "208-68"	<i>P. deltoides</i> . Selección sobre progenies originadas de semillas introducidas por INTA Delta desde EE. UU.
<i>Populus x canadensis</i> "568-1"	<i>P. deltoides</i> "129/60" x <i>P. nigra</i> "Itálica". Obtenido por INTA Castelar
<i>Populus deltoides</i> "Delta Gold" ("Stoneville 66")	Selección de <i>P. deltoides</i> . EE. UU., introducido por INTA
<i>Populus deltoides</i> "129/60"	Origen Australia, introducido desde EE. UU.
<i>Populus deltoides</i> "564-17"	<i>P. deltoides</i> "Stoneville 81" x <i>P. deltoides</i> "Stoneville 107". Obtenido por INTA Castelar
<i>Populus x canadensis</i> "SIA 22/85"	<i>P. deltoides</i> "Lux" x <i>P. nigra</i> "N10-11". España, introducido por CIEF.
<i>Populus x canadensis</i> "Conti 12"	<i>P. x canadensis</i> . Italia
<i>Populus x canadensis</i> "Cappa Bigliona"	<i>P. x canadensis</i> . Italia. Introducidos por Instituto Forestal Nacional (IFoNa) Argentina
<i>Populus x canadensis</i> "Tripló"	
<i>Populus x canadensis</i> "2000 Verde"	
<i>Populus x canadensis</i> "BI Constanzo"	
<i>Populus x canadensis</i> "Guardi"	

Diseño e instalación del ensayo

Los clones en estudio se plantaron en dos ensayos, uno por cada situación geomórfica: *loma* y *bajo*. Cada ensayo se instaló con un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones en unidades experimentales de 9 plantas, con el objeto de absorber la posible variación espacial. Se utilizaron estacas en reposo de 70 cm de longitud, dejando al menos tres yemas expuestas en el extremo superior, sometidas a un proceso de enraizamiento durante 48 horas. La plantación fue realizada empleando un distanciamiento de 3,5 × 3,5 m.

Análisis estadístico

Se realizó el análisis estadístico de la varianza para los criterios de selección crecimiento (área basal individual media y la altura media total), y supervivencia al concluir el segundo período de crecimiento, considerándose como fuentes de variación los clones y los sitios. La supervivencia se estimó a partir del número de plantas que sobrevivieron a los dos años de instalación en los ensayos. Se registró como porcentaje y se transformó en arco seno para su posterior análisis estadístico. Cuando se detectaron diferencias significativas se aplicó el test de comparación de medias de Tukey para $p \leq 0,05$.

Cuando la interacción clones - microsítios fue significativa se utilizó la ecovalencia para determinar la estabilidad de los clones (16).

Se utilizaron modelos lineales para el análisis conjunto de los dos microsítios y de cada microsítio en particular, considerándose todos los factores al azar (17), expresadas en las ecuaciones 1 y 2, respectivamente.

$$Y_{ij} = \mu + C_i + S_j + C_i S_j + e_{ij} \quad \text{Ecuación 1}$$

$$Y_{ij} = \mu + C_i + e_{ij} \quad \text{Ecuación 2}$$

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.

S_j = Efecto del microsítio.

$C_i S_j$ = Efecto de la interacción del clon y el microsítio.

e_{ij} = Error experimental asociado a la parcela que contiene al clon i en el microsítio j .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de la varianza realizado a los datos obtenidos para el área basal (AB) mostró diferencias significativas entre los microsítios evaluados (*loma* y *bajo*). La interacción clon por sitio no fue significativa. Los resultados se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Análisis de la varianza del conjunto de clones para la variable área basal.

Table 2. Analysis of variance for the basal area, for the whole group of clones.

Fuentes de variación	CM	Prob > F
Clones	27,63	0,217
Sítios	2021,1	<.0001
C x S	18,3	0,147
Error	12,53	

El microsítio *bajo* presentó el mayor valor promedio del AB 15,49 cm², siendo para la *loma* 6,31 cm².

Los clones que presentaron mayor AB en el *bajo* fueron *Populus x canadensis* "SIA 22-85", *Populus deltoides* "Delta Gold" y *Populus x canadensis* "568-1" con valores entre 23,83 y 19,45 cm². Los de menor AB fueron *Populus x canadensis* "Triplo" y "BI Constanzo" con valores de 4,47 y 4,72 cm² respectivamente.

En la figura 2 se observan las diferencias en los valores de área basal alcanzados entre los dos sitios para el conjunto de clones evaluados.

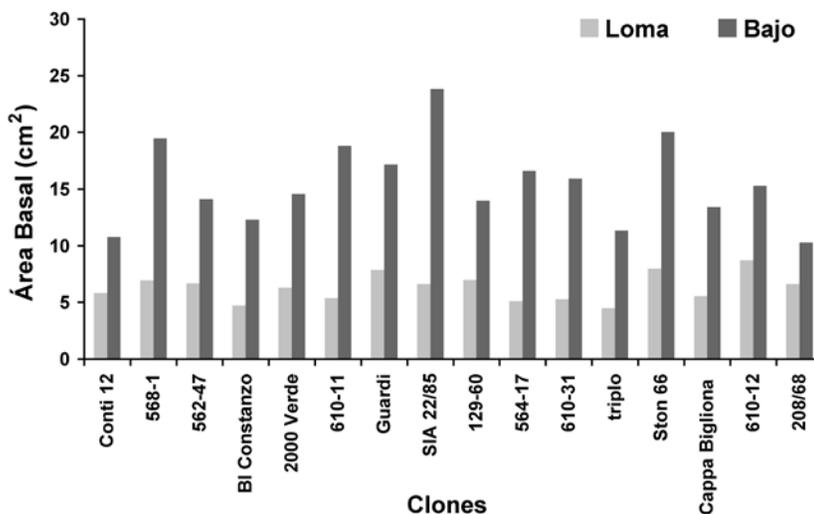


Figura 2. Valores de área basal para cada clon en cada micrositio.

Figure 2. Basal area values for each clon, for each micro site.

El análisis de la varianza de la altura (A) detectó diferencias significativas entre clones y entre sitios, siendo la interacción clon por sitio significativa (tabla 3).

Tabla 3. Análisis de la varianza del conjunto de clones por sitio para la variable altura.

Table 3. Analysis of variance for the height, for each group of clones per site.

Fuente de variación	G.L	Altura	
		CM	Prob > F
Clones	15	804224	<.0021
Sitios	1	12266,5	<.0001
C x S	15	4125,6	<.002
Error		1489,6	

En la figura 3 (pág. 140) se visualiza la diferencia que existe entre los micrositios y la variable altura.

En cada micrositio hubo ordenamientos particulares de los valores absolutos alcanzados por las alturas al 2^{do} año. En el micrositio *bajo* los clones *Populus x canadensis* "SIA 22-85", "Guardi" y "568-1" formaron un grupo sin diferencias

significativas con valores entre 706 - 630 cm de A. En la situación de la *loma* fueron *Populus x canadensis* "Guardi", "SIA 22-85", "2000 Verde" y "568-1" y *Populus deltoides* "610-12", "Delta Gold" y "562-47" los que conformaron el grupo de mayor valor de A sin diferencia significativa. El rango de valores de A para este grupo fue de 441 - 391 cm.

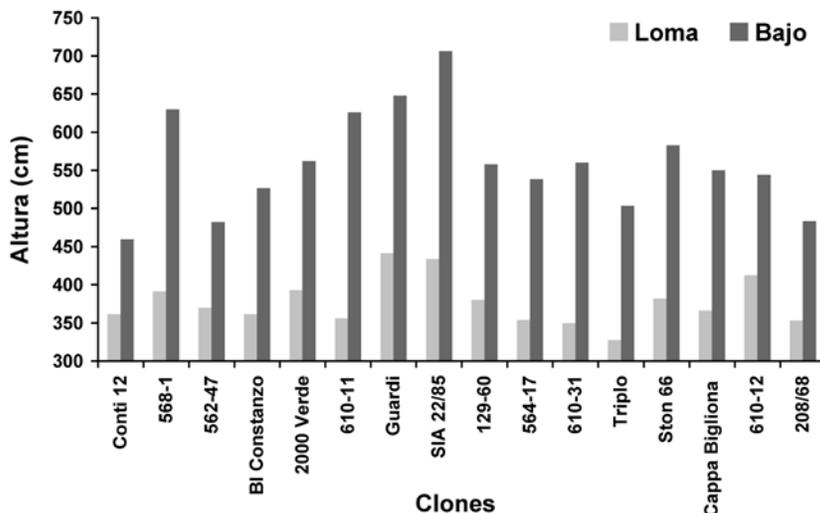


Figura 3. Altura media por micrositio al segundo año de crecimiento.
Figure 3. Mean height for each micro site, by the second year of growth.

Las diferencias significativas encontradas entre clones en cada micrositio responderían a las particularidades genéticas entre los clones en coincidencia con los resultados encontrados por Bungart and Huttli (5) en estudios realizados con diferentes clones híbridos de álamo de alto y bajo rendimiento. Dichos autores resaltan que existen diferentes eficiencias en el uso del agua y respuestas diferenciales según el tipo de suelo, las cuales responderían a causas genéticas y ecofisiológicas.

Zhang *et al.* (18) determinaron que ecotipos diferentes presentan distintas estrategias de supervivencia en condiciones de sequía en la fase de establecimiento y crecimiento, lo cual visualizaron a través de las respuestas morfológicas y fisiológicas frente a la disponibilidad de agua.

Estas respuestas diferenciales se trasladan a nivel de micrositos, en donde un mismo clon presenta diferente comportamiento de acuerdo con la disponibilidad de agua, lo cual coincide con los resultados obtenidos por Baridón *et al.* (3) en plantaciones de *Populus*.

Realizado el análisis a los valores de supervivencia, se encontraron diferencias significativas entre los clones evaluados y la interacción clon - micrositio. No fueron significativas las diferencias entre micrositos. El resultado del análisis se muestra en la tabla 4 (pág. 141) y el test de comparación de medias de Tukey se presenta en la tabla 5 (pág. 141).

Tabla 4. Análisis de la varianza para la variable supervivencia.

Table 4. Analysis of variance for survival.

Fuentes de variación	CM	Prob > F
Clones	1635,2	<0,0007
Sitios	491,0	0,204
C x S	278,43	<0,0001
Error	16,26	

Tabla 5. Supervivencia, expresada en arco seno en los dos micrositos evaluados. Test de Tukey ($p \leq 0,05$).

Table 5. Survival, expressed as arc sen, in both evaluated micro sites. Tukey test ($p \leq 0.05$).

Clones	Supervivencia	
	Loma	Bajo
Guardi	90 a	90 a
Triplo	90 a	90 a
SIA 22/85	90 a	90 a
Bl Constanzo	90 a	90 a
564-17	90 a	66 c
Cappa Bigliona	90 a	90 a
2000 Verde	90 a	90 a
208/68	90 a	90 a
Delta Gold	90 a	90 a
610-31	70,18 b	69,82 b
568-1	70,45 b	71,56 a
610-11	70,36 b	71,76 a
Conti 12	70,45 b	71,95 a
129-60	47,87 c	61,48 bc
610-12	41,55 cd	47,87 c
562-47	35,24 d	47,87 c

Letras distintas representan diferencias significativas.
Different letters represent significant differences.

A partir de los resultados obtenidos se observa que: *Populus x canadensis* "Guardi", "Triplo", "SIA 22-85", "Cappa Bigliona" y "2000 Verde" presentaron el 100% de supervivencia en ambas situaciones geomórficas. Los clones *Populus x canadensis* "568-1" y "Conti 12" sobrevivieron el 100% en el *bajo* y el 80% en la *loma*. *Populus deltoides* "Delta Gold" y "208-68" sobrevivieron el 100% de las plantas en ambas situaciones. El clon "564-17" presentó el 100% en la *loma* y el 66% en el *bajo*. El clon "610-11" el 80 % en la *loma* y el 100 % en el *bajo*. El clon "610-31" se comportó de igual forma en las dos situaciones (80%). Los clones de menor supervivencia fueron los *Populus deltoides* "129-602", "610-12" y "562-47", siendo para todos la mayor supervivencia en el *bajo*. Estas bajas tasas de supervivencia estarían relacionadas con la calidad del material de propagación, el cual exige una especial selección en estos clones.

Para los híbridos *P. x canadensis*, el nivel de mortandad fue bajo, debido a la facilidad de estos clones para la reproducción vegetativa. En coincidencia con Zsuffa (19), se deduce que las condiciones del micrositio ejercen poca influencia en la rizogénesis, o sea que existe un fuerte control genético en la aptitud para la propagación vegetativa en estos híbridos. Sin embargo, Crow and Houston (6) determinaron en un estudio de clones de *Populus* y *Salix* que el tipo de suelo tuvo influencia en el número de raíces y la profundidad alcanzada por las mismas.

Al encontrar significativa la interacción entre los clones y los micrositos, para las variables altura y supervivencia, se evaluó la naturaleza de esta interacción, por medio de un análisis de estabilidad a partir del análisis de la varianza. La ecovalencia caracteriza la estabilidad de los clones por medio de la contribución de cada uno a la interacción con el ambiente. Los valores obtenidos en este estudio variaron según el rasgo analizado (tabla 6).

Tabla 6. Valores de ecovalencia de cada variable analizada.

Table 6. Ecovalence values for each analyzed variable.

Clon	Altura	Supervivencia
Cappa Bigliona	0,001	0,73
Triplo	0,11	0,734
564-17	0,17	56,4
2000 Verde	0,44	0,73
BI Constanzo	0,74	0,73
Delta Gold	0,79	0,73
129-60	0,81	0,15
Guardi	1,35	0,73
610-31	1,9	8,11
208-68	6,68	0,73
610-12	6,82	0,138
568-1	10,59	8,11
562-47	15,08	8,43
Conti 12	16,27	8,11
610-11	18,67	4,65
SIA 22-85	19,51	0,73

Observando los valores de ecovalencia del rasgo altura, se encontró que los clones "Cappa Bigliona", "Triplo", "564-17", "2000 Verde", "BI Constanzo" y "Delta Gold" fueron los más estables, presentando los valores más bajos de ecovalencia. "SIA 22/85", "610-11", "Conti 12", "562-47" y "568-1" fueron los más inestables.

Para la variable supervivencia los más estables fueron los clones "610-12" y "129-60". El valor más alto fue de 56,4 presentado por el clon "564-17".

Los clones de mayor estabilidad según supervivencia y crecimiento fueron *Populus deltoides* y sus híbridos intraespecíficos, junto con *Populus x canadensis* "BI Constanzo" y "Cappa Bigliona". El más inestable fue *Populus x canadensis* "Conti 12", lo

cual indica que la hibridación interespecífica puede generar diferentes niveles de estabilidad. Estos resultados coinciden con Marlats *et al.* (9), quienes estudiando un grupo de clones de álamos de 5 años de edad en tres sitios, encontraron que no necesariamente los clones con mayor crecimiento son los más estables. El cambio se manifiesta de acuerdo con el valor de estabilidad clonal, lo cual se puede probar en una unidad homogénea de ambiente manteniendo controladas las posibles fuentes de variación, fundamentalmente la identidad y calidad del material a utilizar. A su vez, Yu and Pulkkinen (17), trabajando con clones híbridos de *Populus* spp. encontraron diferencias significativas en la interacción clon por sitio para AB y A.

Marquina y Marlats (11), estudiando clones de *Populus x canadensis*, corroboraron que contrariamente a lo esperado de una masa genotípicamente idéntica, existen diferencias en el comportamiento de los clones en función del sitio.

CONCLUSIONES

La interacción entre los clones y los microsítios fue significativa para las variables altura y supervivencia. La mayor disponibilidad de agua en el micrositio denominado *bajo* produjo mayores crecimientos clonales con diferencias significativas respecto del micrositio *loma*.

El conocimiento del comportamiento de los genotipos en las diferentes condiciones del ambiente permite la recomendación de los materiales más estables para variadas condiciones de sitio y aportar a la adecuada planificación de la estrategia de mejoramiento.

La estabilidad de los atributos de supervivencia y crecimiento frente a los microsítios es un objetivo fundamental en las plantaciones clonales. Siendo los microsítios una realidad ambiental insoslayable, propia como variable no controlable, la reducción de la variabilidad de respuesta ante ellos permitiría la constitución de unidades de manejo más homogéneas.

Los clones de mayor estabilidad según supervivencia y crecimiento fueron *Populus deltoides* y sus híbridos intraespecíficos, junto con *Populus x canadensis* "BI Constanzo" y "Cappa Bigliona".

BIBLIOGRAFÍA

1. Achinelli, E.; Denegri, G.; Marlats, R. M. 2004. Evolución y perspectivas del cultivo de salicáceas en la pampa húmeda argentina. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos de la Nación (SAGPyA Forestal). Argentina. 32: 14-23.
2. Amico, I.; Bava, J.; Calderón, A. D. 2010. Índices de calidad de sitio de *Populus nigra* 'Italica' en plantaciones lineales en el noroeste de Chubut. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina. 42(1): 147-158.
3. Baridón, E.; Pellegrini, A.; Cattani, V.; Achinelli, F. 2004. Efectos del agua edáfica sobre los primeros años de implantación de clones de *Populus* sp.: tres situaciones de micro-relieve en Hapludoles Típicos. En: X Reunión Argentina y IV Latinoamericana de Agrometeorología. Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina. 2 p.

4. Borodowski, E. 2008. Informe nacional de la Comisión Nacional del Álamo de Argentina (período 2004-2007). 31 p.
5. Bungart, R.; Huttli, R. 2004. Growth dynamics and biomass accumulation of 8-year-old hybrid poplar clones in a short-rotation plantation on a clayey-sandy mining substrate with respect to plant nutrition and water budget. *European Journal of Forest Research*. 123(2): 105-115.
6. Crow, P.; Houston, T. J. 2004. The influence of soil and coppice cycle on the rooting habit of short rotation poplar and willow coppice. *Biomass and Bioenergy*. 26(6): 497-505.
7. Gilmore, G.; Geyer, F.; Boogers, H. 1968. Microsite and height growth of yellow poplar. *Forest Sciences*. 4: 420-427.
8. Instituto Nacional de Semillas (INASE). 2011. <http://www.inase.gov.ar>
9. Marlats, R. M.; Senisterra, G. E.; Lanfranco, J. W.; Marquina, J. L.; Vazquez, M. E. 2004. *Populus* spp.: estabilidad y ganancia genética sobre la altura media dominante en tres ambientes de la pampa ondulada, Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina. 36(1): 9-16.
10. Marlats, R. M.; Senisterra, G. E.; Marquina, J. L.; Ciocchini, G. 2009. *Populus* spp.: supervivencia y crecimiento en clones implantados en Buenos Aires, Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina. 41(1): 77-84.
11. Marquina, J. L.; Marlats, R. M. 2005. *Populus x canadensis* "Conti 12": Variación de la altura dominante por efecto de micrositio en haplodoses écticos de la pampa ondulada (Buenos Aires, Argentina). Tercer Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Corrientes, Argentina. CD ROM.
12. Maslatón, G. 2005. Potencial del complejo maderero argentino. Documentos de trabajo N° 2 de INTI. 95 p.
13. Padró Simarro, A. 1992. Clones de chopo para el valle medio del Ebro. Diputación general de Aragón. Servicio de Investigación Agraria. Zaragoza. Ed. Diputación General de Aragón, Dpto. de Agricultura, Ganadería y Montes, Dirección General de Investigación y Tecnología Agraria. 203 p.
14. Ragonese, A. 1987. Fitotecnia de Salicáceas en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Castelar (INTA). Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria. Buenos Aires, Argentina. 41(6): 30 p.
15. Senisterra, G. E.; Marlats, R. M.; Vazquez, M. E.; Lanfranco, J. W.; Marquina, J. L. 2000. Comportamiento de clones de álamos (*Populus* spp.) implantados en dos sitios de la pampa húmeda, Argentina. *Revista Forestal Yvyretá*. Universidad Nacional de Misiones. 10: 66-73.
16. Wricke, G. 1962. Über eine methode zur erfassung der ökologischen sterubreite in feldversuchen. *Z. Pflanzenzüchtg.* 47: 92-96.
17. Yu, Q.; Pulkkinen, P. 2003. Genotype-environment interaction and stability in growth of aspen hybrid clones. *Forest Ecology and Management*. 173(1-3): 25-35.
18. Zhang, X.; Wu, N.; Li, C. 2005. Physiological and growth responses of *Populus davidiana* ecotypes to different soil water contents. *Journal of Arid Environments*. 60(4): 567-579.
19. Zsuffa, L. 1973. A summary review of interspecific breeding in the genus *Populus*. 14th Meeting Canadian Tree Impr. Assoc. 2: 107-127.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó en el marco del Acuerdo de Trabajo entre la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata y la empresa Papel Prensa S. A. "Mejoramiento y manejo de Salicáceas en la pampa húmeda y en la región delta, Argentina", expediente: 205 196/02.

A la Empresa Papel Prensa S. A. por permitir la realización de este ensayo y al Ing. Ftal. Enrique Prada por el esmerado cuidado del mismo.