

## Relación juvenil-adulto de crecimientos en alturas, diámetros y volúmenes de clones provenientes de cruzamientos controlados inter e intraspecíficos de *Populus* sp

R BRATOVICH <sup>(1)</sup>, R M MARLATS <sup>(2)</sup> Y H MIKELAITES

Area Silvicultura, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata  
CC 31, 1900 La Plata, Argentina

### RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento de la altura, diámetro y volumen como estimadores de crecimiento para una selección temprana en clones producidos por cruzamientos inter e intraespecíficos de *Populus* sp. La experiencia se llevó a cabo en la Estación Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad de La Plata (34° 55' SL; 57° 57' WL) con 4 clones que formaban parte de un ensayo comparativo de crecimiento. Los taxones utilizados fueron: *Populus deltoides* cv "A-562-47"; *P. x euroamericana* cv "A-568-1"; *P. x euroamericana* cv "I-Fierolo" (28258) y el *P. x euroamericana* cv "I-Cima" (28248).

Se midieron las alturas alcanzadas a los 24, 52 y 222 días en vivero y desde el 1<sup>er</sup> al 9<sup>er</sup> año en plantación; los diámetros a 1,30 m del suelo y los volúmenes cilíndricos del 2do al 9<sup>er</sup> año. Se aplicó el análisis de la varianza y el Test de comparación de medias de Tukey, se calcularon y analizaron los coeficientes de correlación para cada serie de datos.

El tiempo proporcional para alcanzar el ordenamiento final en los comportamientos de los estimadores analizados osciló entre el 50 y el 60 % de los turnos de corta en la Argentina (10 a 12 años). Para la selección temprana en crecimiento, el empleo del coeficiente de correlación en forma aislada no fue suficiente teniendo en cuenta los cambios reales que sucedieron en el orden de los clones y en sus agrupamientos con diferencias significativas durante el período considerado. Las pruebas de vivero han sido orientativas respecto de comportamientos futuros. Para los clones evaluados el diámetro y el volumen se constituyeron en los estimadores más efectivos para la selección temprana.

**Palabras clave:** *Populus*, selección precoz, crecimiento, relación juvenil-adulto.

---

(1) Becario (2) Investigador. Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC)  
Recibido el 22 de setiembre de 1994. Aceptado, en versión modificada, el 29 de marzo de 1996

## Juvenile-mature relation in height, diameter and volume growth of clones originated from inter and intraspecific controlled crossing of *Populus* sp

### SUMMARY

The main purpose of this work was to evaluate the behaviour of diameter, height and volumen as predictive traits for an early selection of clones which were produced by inter and intraspecific crossing of *Populus* spp. The experiment was carried out in the Experimental Station of the Faculty of Agriculture and Forestry Sciences, University of La Plata, Argentine (34° 55' SL; 57° 57' WL), with four clones obtained from a growth field test. The taxa used were: *Populus deltoides* cv "A-562-47"; *P. x euroamericana* cv "A-568-1"; *P. x euroamericana* cv "I-Fierolo" (28258) and *P. x euroamericana* cv "I-Cima" (28248).

The measured heights were those reached at 24, 52 and 222 days in nursery and from the 1st to the 9th year in field; for diameter, the trees were measured at 1.30 m height from the 2nd to the 9th year; and for cylindrical volume, the basal areas and total heights were used. The analysis of variance and the Tukey range test were done. The correlation coefficients for every series of data were calculated and analysed.

The proportional time to reach the final order in the behaviour of the analysed predictive traits oscillated between 50 and 60 % of Argentine cutting period, which is of 10 to 12 years.

In early growth selection, the use of correlation coefficients alone was not enough because they did not reflect the real changes in clones order and in groups with significant differences.

The tests carried out in nurseries have been guiding for future behaviour. For the evaluated clones, diameter and volume constituted the most effective predictive traits for early selection.

**Key words:** *Populus*, growth, early selection, juvenile-mature relation.

### INTRODUCCIÓN

La Provincia de Buenos Aires cuenta con ambientes favorables para la producción de álamos (*Populus* sp.). Posee el 35 % de las forestaciones de álamo del país, abasteciendo de materia prima a las industrias del aserrado, debobinado y de la celulosa con un consumo anual aproximado de 400.000 toneladas (Climent, 1992). Para aumentar la producción de madera, resulta fundamental el mejoramiento genético forestal orientado hacia la generación de clones de gran producción y adaptados a los diversos ambientes de

la Provincia. Se debe destacar que esta adaptación se ve dificultada por la reducida variabilidad de las plantaciones isogénicas (Padró Simarro, 1992).

La actividad forestal tiene, en forma comparada con otras producciones rurales, el inconveniente de sus largos turnos. Esta característica complica la toma de decisiones y acentúa las consecuencias de las acciones iniciales que solo se manifiestan al cabo de cierto tiempo. Por ello, la detección de caracteres asociados tempranamente a las características finales de un producto, es un objetivo fundamental para permitir el acortamiento de los

plazos destinados a la selección en los programas de mejoramiento genético (Magnussen, 1988). Se pueden producir altos retornos en la inversión de un plan de mejoramiento genético a través de los tests y las selecciones tempranas, siempre que existen relaciones u altas asociaciones entre la expresión juvenil y adulta de un cierto parámetro (Namkoong, 1979).

Diversos autores presentan resultados sobre la elección anticipada basada en distintos estimadores del crecimiento. Barrett y Rial Alberti (1972) trabajaron en selecciones clonales del Género *Salix* con correlaciones entre los crecimientos en vivero y las alturas en los primeros años de plantación. Kremer (1984) en *Pinus pinaster* utilizó la altura, en los primeros años de crecimiento, como predictor del volumen alcanzado a la madurez. Padró Simarro y Oresanz (1984) tomaron el perímetro de los árboles a 1,30 m del suelo como estimador, y determinaron la edad a la cual se produce el ordenamiento definitivo en clones de *P. x euroamericana*. Jiang (1987) recomienda los registros de crecimiento en vivero para asociarlos a los crecimientos en la etapa madura. Lopez (1991), realizó una evaluación temprana del crecimiento en altura total, diámetro a 1,30 m del suelo y volumen individual en progenies de *Eucalyptus grandis* de procedencia local, y detectó diferencias con respecto al ordenamiento de los resultados a edades más avanzadas.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento de la altura, diámetro y volumen como estimadores del crecimiento para una selección temprana en clones producidos por cruzamientos inter e intraespecíficos de *Populus L.*

## MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se realizó en la Estación Experimental Julio Hirschhorn de la Facultad

de Ciencias Agrarias y Forestales (34° 55' SL; 57° 57' WL; 5 msnm).

De un ensayo comparativo de crecimientos de 52 clones de *Populus sp.*, establecido con un diseño de bloques completos al azar, de 3 plantas por parcela, con 8 repeticiones, plantado con una densidad de 816 árboles por hectárea (4m x 4 m), se tomaron cuatro clones que representaron los mayores y menores valores de la prueba a los 9 años de edad. Los dos primeros en posición y sin diferencias significativas entre sí, fueron: (1) *Populus deltoides* cv "A-562-47" (*P. deltoides* cv "Australia-129-60" x *P. deltoides* cv "Stoneville 107"); (2) *Populus x euroamericana* cv "A-568-1" (*P. deltoides* cv "Australia-129-60" x *P. nigra* cv "Itálica"). Los dos últimos con diferencias altamente significativas respecto del resto fueron: (3) *P. x euroamericana* cv "I-Fierolo" (28258); (4) *P. x euroamericana* cv "I-Cima" (28248).

Estos 4 clones se propagaron vegetativamente, empleándose de cada uno, 8 estacas de extracción apical, 8 medias y 8 basales, atendiendo a una posible variación topofítica (Alonso y Sancho, 1964). Las estacas fueron plantadas en bandejas, en un sustrato de perlita y vermiculita, dispuestas en vivero, con un diseño totalmente aleatorizado. Durante la prueba, cada 45 días, se adicionó 1 litro de solución nutritiva completa de Hoagland por bandeja, manteniendo el suelo a capacidad de campo mediante riegos periódicos.

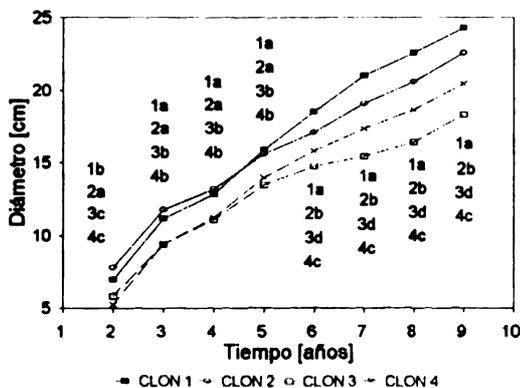
En vivero se midieron las alturas alcanzadas por los brotes dominantes de cada estaca a los 24, 52, 222 días de su emergencia. En plantación, se registraron las alturas totales desde el 1<sup>er</sup> al 9<sup>er</sup> año, los diámetros a 1,30 m del suelo (diámetro normal) y los volúmenes cilíndricos obtenidos a partir del área basal y la altura total del 2<sup>do</sup> al 9<sup>er</sup> año. Los diámetros se midieron con cinta y las alturas con el hipsómetro Blume Leiss.

Para las comparaciones se realizaron análisis de la varianza y posteriormente el Test de comparación de medias de Tukey al 95 %.

Se calcularon los coeficientes de correlación entre: el diámetro 9<sup>no</sup> año y los observados entre el 2<sup>do</sup> al 8<sup>vo</sup> año; la longitud de guía alcanzada a los 222 días y las alturas entre el 1<sup>er</sup> al 9<sup>no</sup> año en plantación; la altura del 9<sup>no</sup> año y las alcanzadas entre el 1<sup>er</sup> al 8<sup>vo</sup> año en plantación; el volumen del 9<sup>no</sup> año y los observados entre el 2<sup>do</sup> al 8<sup>vo</sup> año. Para el cálculo de cada coeficiente de correlación se emplearon 24 observaciones por clon.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para los diámetros, el orden de los clones permaneció sin cambios a partir del 5<sup>o</sup> año, pero la agrupación sin diferencias significativas se mantuvo constante a partir del 6<sup>o</sup> año (Fig. 1). Pese a estos cambios, a partir del 2<sup>do</sup> año, los coeficientes de correlación entre los diámetros (Tabla 1) fueron altamente significativos, no reflejando lo ocurrido en el orden de los clones y en sus agrupamientos sin di-

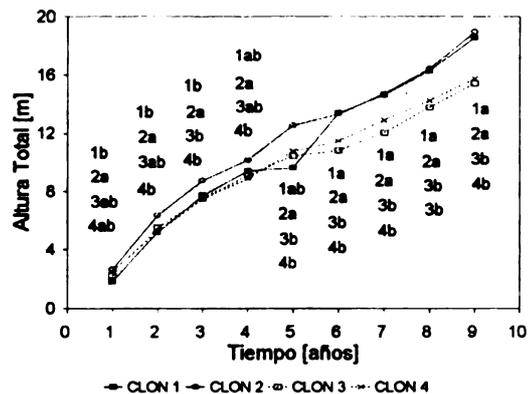


**Figura 1.** Diámetros normales medios (cm) observados en plantación. Para cada año, los clones (indicados con números) seguidos de letras iguales no difieren entre sí, según el test de rango de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ).

Average normal diameter (cm) observed in field. For each year, the clones (indicated with numbers) followed by the same letter do not differ, according to Tukey range test ( $\alpha=0,05$ ).

ferencias significativas. El lapso hasta alcanzar los ordenamientos finales sin diferencias significativas entre clones, coincidió con el determinado por Padró Simarro y Oresanz (1984) en *P. x euroamericana*, quienes encontraron, que si dos clones no presentan diferencias significativas de crecimiento en perímetros a los 6 años, no es necesario prolongar su seguimiento en busca de futuros cambios.

En alturas totales, el orden de los grupos con diferencias significativas permaneció sin alteraciones a partir del 6<sup>o</sup> año, pero el orden de los clones se hizo constante desde el 7<sup>o</sup> año (Fig. 2).

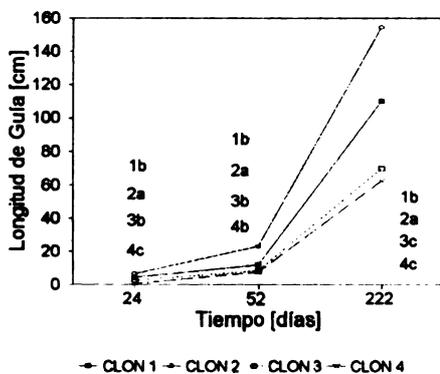


**Figura 2.** Alturas totales medias (m) observadas en plantación. Para cada año, los clones (indicados con números) seguidos de letras iguales no difieren entre sí, según el test de rango de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ).

Average total heights (m) observed in field. For each year, the clones (indicated with numbers) followed by the same letter do not differ, according to Tukey range test ( $\alpha=0,05$ ).

Los coeficientes de correlación entre alturas siguieron una secuencia diferente a la de los diámetros, pasando por diferentes niveles de significancia hasta llegar en coincidencia con el ordenamiento definitivo (sexto año) con un elevado valor absoluto y de alta significancia (Tabla 1).

Se observó que los alargamientos registrados en vivero, a los 24 y 52 días (Fig. 3) presentaron modificaciones, tanto en el orden de los clones, como en sus agrupamientos con diferencias significativas, similares a los registros producidos en altura a campo en los primeros años. A los 222 días se observaron posicionamientos similares al 7<sup>mo</sup> año.



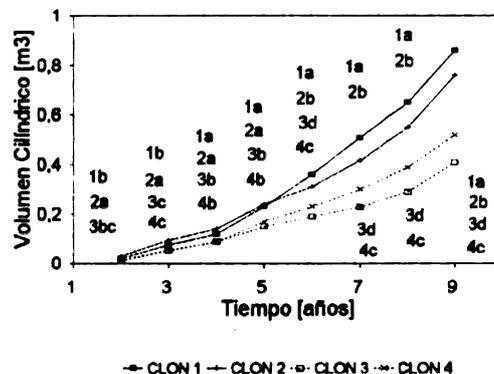
**Figura 3.** Longitudes (cm) medias del brote más largo por estaca a los días 24, 52 y 222, observadas en vivero. Para cada observación los clones (indicados con números) seguidos de letras iguales no difieren entre sí, según el test de rango de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ).

Average lengths (cm) of the longest sprout, observed in nursery, at 24, 52 and 222 days. For each observation, the clones (indicated with numbers) followed by the same letter do not differ, according to Tukey range test ( $\alpha=0,05$ ).

Los coeficientes de correlación entre la longitud de la guía a los 222 días y las alturas a campo, presentaron aumentos graduales y alternados de niveles de significancia (Tabla 1). En los años 5, 6 y 7 los valores absolutos fueron bajos, y su aceptación podría estar condicionada a la decisión del evaluador (Pimentel Gomes, 1984). Por otra parte, puede tomarse en cuenta al estrés de adaptación a campo como un factor de retardo en la ma-

nifestación de correlaciones más altas (Nanson, 1987). Según Jiang (1987), los estimadores tomados con mayor frecuencia en la selección temprana son los relacionados con la etapa de vivero. Para el presente trabajo, el estimador de crecimiento a los 222 días en vivero, se manifestó como un predictor orientativo de los ordenamientos obtenidos en la etapa de madurez. Kremer (1984), para *Pinus pinaster*, determinó que la evolución del crecimiento en altura tomada en la fase primaria del desarrollo era un buen predictor genético del volumen en la madurez. Barrett y Rial Alberti (1972) trabajando en *Salix sp.*, concluyeron que no deben realizarse selecciones clonales antes del tercer año debido a los bajos coeficientes de correlación entre las alturas al 3<sup>er</sup> y 9<sup>no</sup> mes en vivero con respecto al 4<sup>to</sup> y 5<sup>to</sup> año en plantación.

En cuanto al volumen, el orden de los clones con diferencias significativas se mantuvo luego del 6<sup>to</sup> año (Fig. 4). A partir del 2<sup>do</sup> año, el coeficiente de correlación fue altamente



**Figura 4.** Volúmenes cilíndricos medios ( $m^3$ ) observados en plantación. Para cada año, los clones (indicados con números) seguidos de letras iguales no difieren entre sí, según el test de rango de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ).

Average cylindrical volumens ( $m^3$ ) observed in field. For each year, the clones (indicated with numbers) followed by the same letter do not differ, according to Tukey range test ( $\alpha=0,05$ ).

**Tabla 1.** Coeficientes de correlación calculados para diámetro normal, altura total y volumen cilíndrico respecto del 9<sup>o</sup> año, y para la longitud de guía respecto de aquella alcanzada a los 222 días en vivero.

Correlation coefficients calculated for normal diameter, total height and cylindrical volumen with respect to the 9<sup>o</sup> year, and for the shoot length with respect to the length reached at 222 days.

Variable	Años								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Diámetro Normal</i>	—	0,63**	0,74**	0,78**	0,86**	0,94**	0,94**	0,94**	—
<i>Altura Total</i>	-0,20 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>	0,36*	0,34 <sup>ns</sup>	0,47**	0,85**	0,82**	0,87**	—
<i>Longitud de Guía</i>	0,15 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	0,58**	0,41*	0,49**	0,57**	0,59**	0,72**	0,68**
<i>Volumen Cilíndrico</i>	—	0,60**	0,73**	0,74**	0,81**	0,94**	0,93**	0,95**	—

Referencias: ns no significativo; \* significativo al nivel 5 % ; \*\* significativo al nivel 1 %.

References: ns not significant; \* significant at 5 % levels; \*\* significant at 1 % levels.

significativo (Tabla 1). En el 6<sup>o</sup> año, cuando se produjo el ordenamiento definitivo de los clones, el valor fue  $r = 0,94$ , sucediendo lo mismo que con los diámetros.

El objetivo fundamental de la selección temprana es el de permitir el acortamiento de los plazos en los programas de mejoramiento genético (Magnussen, 1988). Con los resultados obtenidos en esta experiencia, dicho objetivo se cumpliría al cabo de de 6 a 7 años. Este lapso representa un 50 a 60 % de los turnos para álamo, que oscilan entre los 10 y 12 años en la Argentina. Esto significa un avance que Namkoong (1979) destaca a través de los retornos de la inversión en mejoramiento genético, obtenidos por medio de la anticipación del comportamiento en caracteres de tipo cuantitativo como el volumen de madera. Debe destacarse que todos estos autores han trabajado con especies de turnos mucho más largos, y los tiempos insumidos para las predicciones tempranas han sido en

forma relativa proporcionalmente mas cortos.

## CONCLUSIONES

El tiempo proporcional para alcanzar el ordenamiento final en los comportamientos de los estimadores analizados osciló para los clones evaluados entre el 50 y el 60 % de los turnos de corta en la Argentina (10 a 12 años).

Para la selección temprana en crecimiento, el empleo del coeficiente de correlación en forma aislada no fue suficiente al no reflejar los cambios reales en el orden de los clones y en sus agrupamientos con diferencias significativas.

Las pruebas de vivero han sido orientativas respecto de comportamientos futuros.

Para los clones evaluados el diámetro y el volumen se constituyeron en los estimadores del crecimiento más efectivos para la selección temprana.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alonso A y R Sancho** (1964) Topósis en la elección de estacas de Salicáceas para plantación. IDIA Suplemento Forestal 1:15-22.
- Barret W y F Rial Alberti** (1972) Valor de la selección temprana en progenies de sauces. IDIA Suplemento Forestal 7: 3-8.
- Cilment M** (1992) Consideraciones sobre el uso del álamo para celulosa. Seminario sobre costos y rentabilidad forestal. Asociación Forestal Argentina, Buenos Aires: 54-67.
- Falconer DS** (1981) Introduction to quantitative genetics. Ed 2 Longman, New York. 253 pp.
- Jiang IBJ** (1987) Early testing in forestry breeding: a review. Forest Tree Improvement 20: 45-78.
- Kremer A** (1984) Component Analysis of height growth, compensations between components and seasonal stability of shoot elongation in maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.). Crop Physiology of Forestry 15: 77-78.
- Lopez JA** (1994) Evaluación del crecimiento y estimación de parámetros genéticos en progenies de *Eucalyptus grandis* de procedencia local.
- Actas de las Jornadas sobre *Eucalyptos* de alta productividad. Centro de Investigaciones y Experiencias Forestales, Capital Federal, Argentina: 118-127.
- Magnussen S** (1988) Minimum age-to-age correlation in early selections. Forest Science 31: 135-139.
- Namkoong G** (1979) Introduction to quantitative genetics in forestry. USDA, U.S. Forest Service Technical Bulletin 1588. 151 pp.
- Nanson A** (1987) Juvenile-mature correlation basic on Norway Spruce provenances and progeny tests. Forest Tree Improvement 20: 3-25.
- Padró Simarro A** (1992) Clones de Chopo para el valle del medio Ebro. Diputación General de Aragón España. 203 pp.
- Padró Simarro A y JV Oresanz** (1984) Correlaciones juventud-madurez en algunos clones euroamericanos de chopo. Revista del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, Serie Forestal 8: 65-71.
- Pimentel Gomes F** (1984) A Estatística Moderna na Pesquisa Agropecuária. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, Piracicaba, Brasil. 160 pp.