

Patrones de crecimiento juvenil en altura y diámetro en clones de *Populus deltoides* Marsh. y *Populus x canadensis* Mönch (= *P. x euramericana*).

GENNARI A.¹; PRADA E.¹; ACHINELLI F.²

¹ Papel Prensa S. A., Establecimiento Forestal "María Dolores", Alberti, Buenos Aires. anagennari@speedy.com.ar ; eprada@ener.com.ar

² Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales UNLP - Comisión de Investigaciones Científicas de Buenos Aires, La Plata, Buenos Aires. fachinel@ceres.agro.unlp.edu.ar

Resumen

Este trabajo se realizó con el objetivo de comparar los patrones de crecimiento juvenil en altura y diámetro de un conjunto selecto de clones introducidos y seleccionados en Argentina de *Populus deltoides* ('Australia 129/60', 'Delta Gold' ("Stoneville 66"), 'A 610/12', 'A 610/31', 'A 564/53') y *Populus x canadensis* ('BL Costanzo', 'Triplo', 'Conti 12', '2000 verde', 'A 568/1'). Los patrones de crecimiento juvenil de cada clon fueron definidos en función de la extensión de la estación de crecimiento y la identificación del período de ocurrencia de las mayores tasas de incremento. La experiencia se llevó a cabo en un Establecimiento Forestal situado en el Partido de Alberti, Buenos Aires, Argentina (34° 50' LS, 60° 30' LO, 55 m snm). El ensayo tiene un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones y parcelas de 4 plantas. Se registraron las fechas de apertura de yemas foliares y formación de yemas invernales para cada cultivar. La altura y el diámetro basal del brote dominante se midieron en forma mensual sobre 12 individuos de cada clon; a partir del mes de febrero se incrementó la frecuencia de los registros de altura, los que pasaron a efectuarse quincenalmente. La información fue relevada durante la primera y segunda estación de crecimiento. Se establecieron diferencias entre cultivares, tanto en la extensión del ciclo de crecimiento activo como en el momento de ocurrencia de las mayores tasas de incremento. Los cultivares procedentes de latitudes altas presentaron una estación de crecimiento más corta, entre 175 y 190 días según el clon, concentrando su mayor crecimiento en primavera y principios del verano y registrando los valores más altos en sus tasas de incremento en los meses de diciembre y enero. Los clones seleccionados en latitudes similares a las del sitio donde fueron implantados tuvieron un ciclo de crecimiento más extenso, de 210 a 220 días, manteniendo un activo crecimiento hasta fines del verano, con elevadas tasas en el mes de febrero e incluso la primer quincena de marzo si el contenido de agua en el perfil del suelo no actúa como limitante. Las diferencias fueron más marcadas para la variable altura. El conocimiento de los patrones de crecimiento juvenil en altura y diámetro posibilitará adecuar la realización de las prácticas culturales a los requerimientos particulares de cada clon y permitirá comparar el grado de adaptación de los cultivares introducidos y locales a las condiciones del sitio donde fueron implantados.

Palabras claves: Patrones de crecimiento juvenil, *Populus* spp., pampa húmeda.

Introducción

El crecimiento y desarrollo de las plantas está regulado por factores genéticos y ambientales (bióticos y abióticos) y por las complejas interacciones entre ambos. Si bien muchos de estos procesos escapan al control del silvicultor, establecer el momento en el cual los distintos genotipos presentan sus mayores requerimientos puede contribuir a optimizar la realización de los tratamientos silvícolas, manejando la intensidad y oportunidad de su ejecución. Conocer las diferencias en el ritmo de crecimiento de los genotipos disponibles, puede facilitar la elección de los clones a utilizar en función de las características abióticas del sitio donde se realizará la forestación.

Los cultivares de álamos pueden presentar diferencias en sus patrones de crecimiento cuando son implantados en un determinado sitio, y esas diferencias están relacionadas con el

origen de los materiales utilizados (Pauley y Perry, 1954; Bruckmann, 1957; Eldridge *et al.*, 1972; Gennari *et al.*, 2004). Los clones de *Populus* spp. procedentes de latitudes altas presentan una estación de crecimiento mas corta cuando son implantados en sitios de menor latitud. Por el contrario, aquellos originarios en latitudes bajas, cuando son desplazados a sitios de mayor latitud prolongan su estación de crecimiento y pueden sufrir daños por heladas (Pauley y Perry 1954; Alonzo, 1997).

En la región pampeana los mayores emprendimientos forestales con el genero *Populus* se localizan en el centro-norte de la provincia de Buenos Aires y sur de la provincia de Santa Fe, entre los 33° y 36° de Lat. Sur (Achinelli *et al.*, 2004). Las primeras plantaciones fueron realizadas con clones utilizados en el Delta del Paraná, en su mayoría procedentes de Europa. Estos materiales sufrieron sucesivos reemplazos hasta llegar a la situación actual en donde predomina el uso de cultivares de *Populus deltoides* seleccionados en EE.UU y Australia; recientemente se han incorporado clones obtenidos en la Argentina (Ragonese *et al.*, 1987) que mostraron un comportamiento destacado en ensayos comparativos (Cerrillo, 2004).

El objetivo de este trabajo es comparar los patrones de crecimiento juvenil en altura y diámetro de un conjunto selecto de clones de *Populus deltoides* y *Populus x canadensis*, estableciendo el momento del ciclo en el cual presentan sus mayores tasas de incremento.

Materiales y Métodos

El ensayo se implantó en julio de 2003, en un Establecimiento Forestal ubicado en el partido de Alberti, Provincia de Buenos Aires (34° 50' LS 60° 30' LO, 55 m snm). El perfil del suelo corresponde a un hapludol típico, con moderada capacidad de retención de humedad. La precipitación media anual es de 950 mm, registrándose el 76% de ese valor a lo largo de la estación de crecimiento (agosto a marzo). El diseño elegido fue el de bloques completos al azar con tres repeticiones y parcelas de 4 plantas, con una configuración de plantación de 3,5 m entre filas y 2,5 m entre plantas. Como material de plantación se utilizaron estacas de 60 cm de longitud.

Se evaluaron cinco clones de *Populus deltoides*: 'Australia 129/60', 'Delta Gold' ("Stoneville 66") introducidos de Australia y Estados Unidos respectivamente, 'A 610/12', 'A 610/31', 'A 564/53' obtenidos en INTA Castelar, Argentina y cinco clones de *Populus x canadensis*: 'Triplo', 'BL Costanzo', 'Conti 12', '2000 verde' procedentes de Italia y 'A 568/1' seleccionado en INTA Castelar, Argentina. Sobre estos materiales se efectuaron observaciones fenológicas de la fase de brotación con una periodicidad de 3-4 días, considerando como fecha de inicio de brotación para cada cultivar el registro de la fase 2 (apertura de escamas de la yema foliar y aparición del ápice del primordio foliar; UPOV, 1981). La extensión de la estación de crecimiento en altura para cada clon se determinó en los dos primeros ciclos de crecimiento, estableciendo como inicio de la actividad vegetativa la apertura de las yemas foliares y como finalización de la misma la formación de yemas invernales en el ápice de la guía dominante. Los valores obtenidos se analizaron estadísticamente mediante el análisis de la varianza (ANOVA). Se utilizó el test de Tukey para el contraste de medias.

La evolución estacional de la variable altura fue medida mensualmente, mediante la utilización de vara hipsométrica de 7,50 metros graduada a intervalos de 2 cm. A partir del mes de febrero los registros pasaron a efectuarse quincenalmente. Estas mediciones fueron realizadas durante los dos primeros ciclos de crecimiento (2003-2004 y 2004-2005). A comienzos del segundo ciclo y previo al inicio de la actividad vegetativa, se midieron los diámetros basales (50 cm del suelo) utilizando un calibre digital. A los efectos de evaluar la evolución estacional del crecimiento en diámetro se realizó el registro de esta variable con frecuencia mensual, considerandose la finalización del crecimiento cuando ya no se observaron diferencias entre dos mediciones sucesivas. A partir de las mediciones mensuales de altura y diámetro se calcularon las tasas de incremento para cada una de ellas, determinándose los meses del ciclo en donde los registros fueron máximos.

Resultados y Discusión

Comienzo de la estación de crecimiento:

Se analizaron las fechas de inicio de la fenofase de brotación en estacas y plantas de un año. Los clones de *Populus deltoides* (Stoneville 66, Australia 129/60, 610/12, 610/31, 564/53) iniciaron su actividad vegetativa con anticipación a los materiales de *Populus x canadensis* (Triplo, BI costanzo, Conti 12, 2000 verde); dentro de estos últimos la excepción fue el clon 568/1, único híbrido interéspecifico seleccionado en el país (Tabla 1).

Dentro de este conjunto de materiales evaluados se mostraron como más precoces los clones 610/12, 129/60 y 568/1, en tanto que la brotación más tardía ocurrió en los híbridos interespecificos Triplo y BI Costanzo.

Tabla 1. Fechas de inicio de la fenofase de brotación en estacas y plantas de un año, registradas en las temporadas 2003 - 2004 y 2004 - 2005 para los diferentes clones de álamo.

Clon	Estacas	Plantas de un año
`A 610/12´	16 de agosto	26 de agosto
`Australia 129/60´	16 de agosto	30 de agosto
`A 568/1´	16 de agosto	30 de agosto
`A 610/31´	19 de agosto	30 de agosto
`A 564/53´	19 de agosto	2 de septiembre
`Delta Gold´ (Stoneville 66)	19 de agosto	2 de septiembre
`Conti 12´	19 de agosto	5 de septiembre
`2000 verde´	22 de agosto	5 de septiembre
`BI Costanzo´	25 de agosto	8 de septiembre
`Triplo´	25 de agosto	8 de septiembre

La fenología relaciona los procesos de crecimiento y desarrollo de los vegetales con la marcha de los principales elementos del clima, fundamentalmente temperaturas, acumulación de frío y fotoperíodo. Así, la ocurrencia de una determinada fenofase esta estrechamente relacionada con las condiciones climáticas del lugar en donde crecen y se desarrollan las plantas. En Estados Unidos Thielges y Beck (1976) realizaron estudios para evaluar la incidencia del fotoperíodo y la acumulación de horas de frío en la ruptura del reposo de yemas foliares de diferentes clones de *Populus deltoides*, originados en latitudes cercanas a los 40° LN. Si bien estos autores no encontraron una respuesta diferenciada al aumento de horas de luz o fotoperíodo, hallaron una relación inversa entre la exposición a bajas temperaturas y el tiempo que transcurría hasta la apertura de las yemas foliares.

Se ha comprobado asimismo la relación entre la acumulación de temperaturas efectivas y la ruptura del reposo de las yemas foliares de álamos, estableciéndose que hay variaciones en los requerimientos calóricos de los diferentes cultivares (Pauley y Perry, 1954; Garau *et al.*, 1997). En evaluaciones que abarcaron el área de distribución de esta especie en Estados Unidos se determinó que la temperatura media del aire era menor al momento de iniciarse el crecimiento vegetativo en latitudes altas que en latitudes bajas (Kaszakurewicz y Fogg, 1967). Las diferencias encontradas en las fechas de inicio de la fenofase de brotación de los cultivares bajo estudio pueden encontrar explicación en estos antecedentes. Teniendo en cuenta los requerimientos calóricos de cada clon se podría esperar que el inicio de la actividad vegetativa se registre primero en los materiales procedentes de latitudes altas, en este caso los *Populus x canadensis* procedentes de Italia, pero una deficiencia en los requerimientos de frío determinada por la latitud del ensayo (34° 50´ LS) habría demorando el inicio de la brotación en estos clones.

En tanto, los materiales seleccionados en latitudes más bajas (Australia 129/60, Stoneville 66, 610/12, 610/31, 564/53, 568/1) tendrían por esta condición menores

requerimientos de frío, quedando así el inicio de la brotación condicionado principalmente por la acumulación de temperaturas efectivas o Grados-Días.

Extensión de la estación de crecimiento:

En función del momento en que se registró el inicio de la brotación y la finalización de la elongación del brote apical con formación de yemas invernales, los clones evaluados presentaron diferencias en la extensión de la estación de crecimiento en altura. (Tabla 2)

Tabla 2. Duración media en días de la estación de crecimiento en altura y contraste de medias con el Test de Tukey ($p < 0.05$); letras iguales identifican tratamientos sin diferencia significativa.

Clon	Extensión de la estación de crecimiento en altura en días	Rango
<i>P. deltoides</i> `Australia 129/60´	219	a
<i>P. x canadensis</i> `A 568 -1´	217	a
<i>P. deltoides</i> `A 564/53´	217	a
<i>P. deltoides</i> `A 610/31´	216	a
<i>P. deltoides</i> `A 610/12´	210	a b
<i>P. deltoides</i> `Delta Gold´(Stoneville 66)	199	b c
<i>P. x canadensis</i> `2000 verde´	190	c d
<i>P. x canadensis</i> `Conti 12´	188	c d e
<i>P. x canadensis</i> `Triplo´	181	d e
<i>P. x canadensis</i> `BL Costanzo´	175	e

Los cultivares BL costanzo y Triplo presentan la estación de crecimiento más corta, finalizando la elongación de su brote apical entre mediados y fines de febrero, seguidos por los clones Conti 12 y 2000 verde que cesan su crecimiento en altura entre fines de febrero y primeros días de marzo. El clon Australia 129/60 seleccionado en Canberra, Australia (35° 18' LS) y los híbridos interespecíficos (568/1) e intraespecíficos (610/12, 610/31 y 564/53) obtenidos en INTA Castelar, presentaron la estación de crecimiento más extensa, sin diferencias significativas entre ellos, formando las yemas invernales en los últimos días del mes de marzo.

Pauley y Perry (1954) realizaron estudios sobre diferentes ecotipos de *P. trichocarpa* y *P. deltoides* para evaluar la incidencia del fotoperíodo en la finalización del crecimiento en altura, encontrando que la fecha de cese de elongación del brote apical está inversamente relacionada con la latitud de origen de cada clon y que el cese del crecimiento en altura es el resultado de una interacción entre el genotipo de cada individuo y el fotoperíodo. Observaciones realizadas en Canberra sobre plantas de *P. deltoides* obtenidas a partir de semillas procedentes de distintas localidades de Estados Unidos, permitieron comprobar que las procedencias del norte finalizaban su crecimiento en altura antes que las procedencias del sur y que estas últimas emitían sus hojas con anterioridad y las perdían en forma más tardía (Eldridge *et al.*, 1972). En tanto Ceulemans y Deraedt (1999) trabajando con clones de *P. trichocarpa*, confirmaron los hallazgos de Pauley y Perry (1954) y concluyeron que los genotipos de latitudes altas están adaptados a condiciones de días largos; es por ello que cuando estos clones son llevados a menores latitudes finalizan su crecimiento tempranamente en verano, mientras que los orígenes de latitudes bajas necesitan condiciones de días cortos y pueden continuar su crecimiento avanzado el otoño.

La evolución de la variable altura a lo largo de la estación de crecimiento permitió determinar que los clones provenientes de latitudes altas concentran su crecimiento en primavera y principios del verano, siendo más marcada esta situación en los clones BL Costanzo y Triplo (Tabla 3). Por el contrario los *P. deltoides* y el *P. x canadensis* `A 568/1´,

seleccionados en latitudes menores (entre 33° y 35°) distribuyen su crecimiento a lo largo de los meses de primavera y verano finalizando su actividad a comienzos de otoño.

Tabla 3. Crecimiento acumulado en altura durante la estación de crecimiento expresado como porcentaje logrado respecto del total anual (valores promedio de dos períodos).

Clon	Noviembre	Diciembre	Enero	Mediados Febrero	Fin Febrero	Mediados Marzo	Fin Marzo
Bl Costanzo	32,5 %	56,5%	90%	96%	100		
Triplo	29,5%	47%	84,5%	93,5%	100		
Conti 12	28,5%	49,5%	78,5%	91%	100		
2000 verde	28,3%	46,5%	72%	83%	100		
568/1	23%	40,5%	60,5%	71,5%	87%	95%	100
Stoneville 66	22,5%	40%	65%	77%	94%	100	
Australia 129/60	21,5%	36,5%	59,5%	70,5%	86%	93%	100
610/12	24%	40%	64%	76%	91,5%	99%	100
610/31	22%	38%	61%	72,5%	88%	98%	100
564/53	23,5%	38,5%	60%	71,5%	87%	97%	100

La característica de concentrar una elevada proporción de su crecimiento durante primeros meses del ciclo podría limitar el desarrollo de los materiales provenientes de mayores latitudes si son implantados en localidades con predominio de primaveras secas. Ceulemans y Deraedt (1999) determinaron que el rendimiento de los clones de álamo está estrechamente relacionado con la extensión de la estación de crecimiento, siendo esta a su vez marcadamente influida por las condiciones climáticas del lugar. En el sitio en estudio los valores de las precipitaciones mensuales medias de una serie de 30 años indican que la lluvia acumulada en el transcurso de la estación de crecimiento es de 750 mm, registrándose el 54,5 % de ese valor (409 mm) entre agosto y diciembre. Si bien la distribución media de las precipitaciones en Alberti no sería limitante para el desarrollo de los cultivares de ciclo corto, la utilización de los mismos debería realizarse en forma conjunta con la implementación de prácticas de manejo específicamente orientadas a potenciar su crecimiento en los meses iniciales de la estación vegetativa.

Tasas de crecimiento estacional en altura y diámetro:

Los cinco clones de *P. x canadensis* evaluados mostraron valores muy similares en sus tasas de crecimiento en altura hasta el mes de enero, con valores entre 0,7 y 0,85 cm.día¹ en el mes de octubre y 2,29 a 2,58 cm.día¹ en enero. A partir de febrero se produce una marcada diferenciación entre genotipos. Los clones Bl. Costanzo y Triplo muestran una pronunciada caída en sus tasas, finalizando la elongación a fines del mes de febrero; el clon Conti 12 mantiene valores elevados en sus incrementos diarios hasta la primera quincena del mes de febrero (2,08 cm.día¹), disminuyendo en la segunda quincena y diferenciando yemas invernales en los primeros días de marzo. El cultivar 2000 verde conserva valores relativamente altos durante el mes de febrero, cayendo posteriormente en forma acentuada para formar sus yemas invernales en la primera quincena de marzo. Contrariamente al comportamiento de estos materiales, el clon 568/1 alcanza los mayores tasas de crecimiento en altura durante el mes de febrero (superiores a 3 cm.día¹), manteniendo un crecimiento activo en la primera quincena de marzo (2,08 cm.día¹) y finalizando la elongación de su brote principal entre los últimos días de marzo y los primeros de abril (Grafico 1).

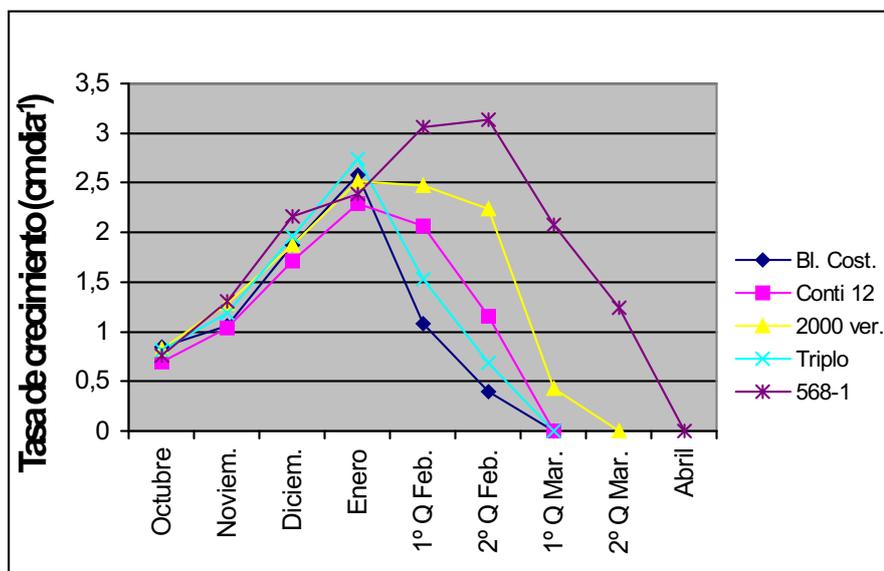


Gráfico 1. Valores medios de la tasa de crecimiento en altura para cinco clones de *Populus x canadensis*. En los meses de febrero y marzo los valores se determinaron con frecuencia quincenal.

Los cultivares de *P. deltoides* comparados en este ensayo muestran una evolución de sus tasas de crecimiento en altura muy similar entre sí. Todos registran sus mayores incrementos por unidad de tiempo en la primera y segunda quincena del mes de febrero con valores que oscilan entre 2,54 cm.día¹ (Stoneville 66) y 2,84 cm.día¹ (610/12). Se observa una mínima diferenciación entre ellos a partir del mes de marzo. Los clones Stoneville 66 y 610/12 registraron una disminución más acentuada de sus tasas en la primera quincena de marzo diferenciando yemas invernales a comienzos de la segunda quincena de ese mes; los cultivares Australia 129/60, 610/31 y 564/53 en tanto continúan durante la segunda quincena con la emisión de nuevas hojas para formar sus yemas invernales en los últimos días de marzo y primeros de abril (Gráfico 2).

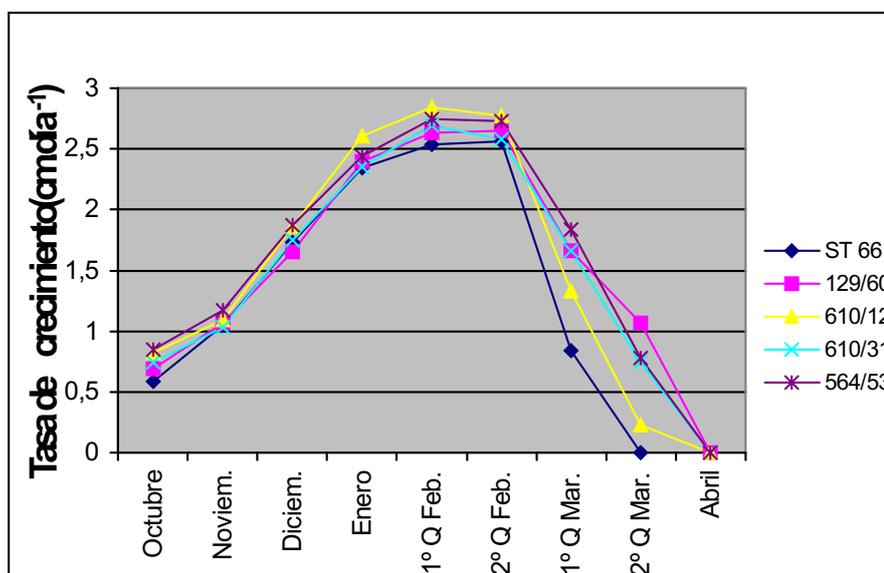


Gráfico 2 Valores medios mensuales de la tasa de crecimiento en altura para cinco clones de *Populus deltoides*. En los meses de febrero y marzo los valores se determinaron con frecuencia quincenal.

Las máximas tasas de crecimiento en diámetro basal se registraron entre los meses de diciembre y enero para todos los cultivares evaluados, presentando algunos materiales su valor

más alto en el mes de diciembre, como en los casos de Triplo (0,33 mm.dia¹), 564/53 (0,33 mm.dia¹) y Australia 129/60 (0,27 mm.dia¹), en tanto que los restantes clones lo hicieron en el mes de enero: BL Costanzo (0,32 mm.dia¹), Conti 12 (0,31 mm.dia¹), 2000 verde (0,29 mm.dia¹), 568/1 (0,33 mm.dia¹), Stoneville 66 (0,30 mm.dia¹), 610/12 (0,31 mm.dia¹) y 610/31 (0,28 mm.dia¹). A partir del mes de febrero se comienzan a observar algunas diferencias entre los distintos genotipos. Los híbridos interespecíficos introducidos registran una declinación más acentuada de sus incrementos mensuales con valores de 0,10 mm.dia⁻¹ (clon BL costanzo) hasta 0,20 mm.dia⁻¹ (clon 2000 verde), manteniendo las restantes variedades tasas de entre 0,25 y 0,29 mm dia⁻¹ (Gráficos 3 y 4). Todos los cultivares cesaron el crecimiento en diámetro a fines de marzo, pues las mediciones realizadas al concluir dicho mes no presentaron variaciones respecto de las efectuadas a fines de abril.

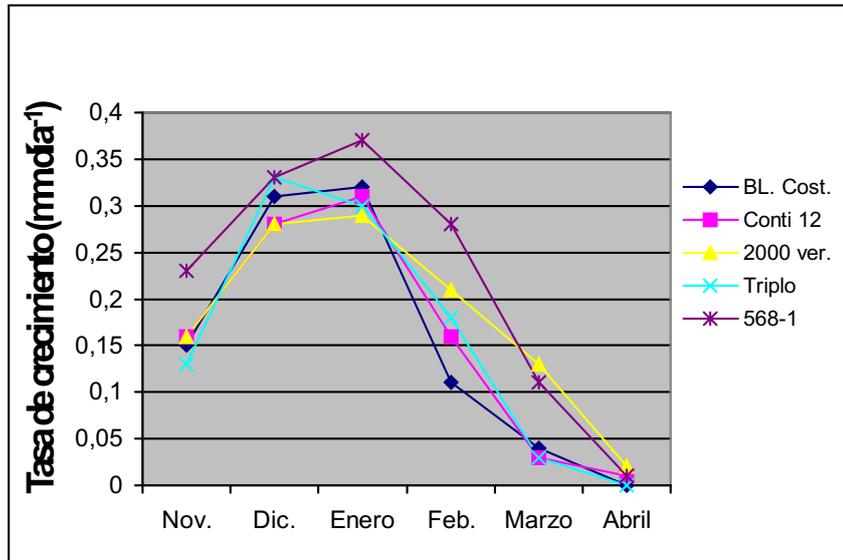


Grafico 3 Evolución mensual de la tasa de crecimiento en diámetro basal para cinco clones de *Populus x canadensis*. Valores en mm. día⁻¹.

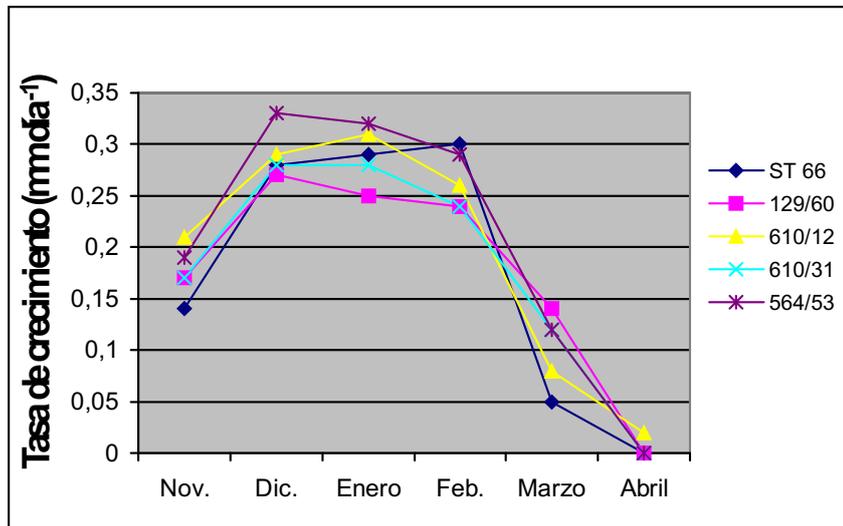


Grafico 4 Evolución mensual de la tasa de crecimiento en diámetro basal para cinco cultivares de *Populus deltoides*. Valores en mm.día⁻¹.

Los valores mas elevados para las tasas de crecimiento se registraron entre enero y febrero para la variable altura y entre diciembre y enero para el diámetro, en concordancia con los registros mas elevados de temperatura media del aire. Es importante destacar sin embargo que algunos cultivares disminuyen marcadamente su ritmo de crecimiento a comienzos del mes

de febrero, mientras que por el contrario otros genotipos mantienen altas tasas hasta la primera quincena del mes de marzo; estos últimos muestran así una prolongación en su ciclo que permite un mejor aprovechamiento de la estación de crecimiento.

Consideraciones finales

Los patrones de crecimiento juvenil detallados en el presente trabajo aportan información sobre el grado de adaptación de los distintos genotipos a las condiciones de sitio de Alberti, en particular al fotoperíodo y las temperaturas. El conocimiento de estos períodos y los momentos de ocurrencia de las tasas máximas de crecimiento contribuyen a definir los momentos de mayores requerimientos de recursos por parte de cada uno de los clones, y en función de ello determinar el tipo, la intensidad y el momento de realización de prácticas culturales específicas tendientes a maximizar su crecimiento.

Bibliografía

- Achinelli, F., Denegri, G. y Marlats, R. (2004). Evolución y perspectivas del cultivo de salicáceas en la pampa húmeda argentina. SAGPyA Forestal 32: 14-23.
- Alonzo, A. (1997). Estado actual del mejoramiento de Salicáceas en la Argentina. Actas del Simposio sobre Silvicultura y Mejoramiento genético de especies forestales. Bs As. CIEF. Tomo I: 157-171.
- Bruckmann, J.J. (1957). Ecotipos de álamos y zonas fototérmicas concordantes en la República Argentina. Revista Forestal Argentina, 1(2): 53-59.
- Cerrillo, T. (2004). Comparative growth of Poplar clones in the south of Santa Fe, Argentina-First Report. En Abstracts of Submitted Papers, 22nd Session of the International Poplar Commission (IPC 2004): The contribution of poplars and willows to sustainable forestry and rural development, Santiago, Chile, 29 noviembre al 2 de diciembre, p. 18.
- Ceulemans, R. and W. Deraedt (1999). Production physiology and growth potential of poplars under short-rotation forestry culture. Forest Ecology and Management, 121: 9-23.
- Daniel, P. W., E. Helms y F. S. Baker (1982). Principios de Silvicultura, Ed. McGraw Hill, México, 492 pp.
- Eldridge, K. G; Rout, A.R and J.W.Turnbull (1972). Provenance variation in the growth pattern of *Populus deltoides*. Aust. For. Res. 5: 45-50.
- Garau, A., Filippini de Delfino, S. G. Berrondo (1997). Influencia de factores climáticos en las fechas de inicio de floración y brotación de clones de álamo en el Delta del Paraná. Actas del II Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano, Comisión de Bosques Cultivados.
- Gennari, A., Prada, E., Achinelli, F. y R. Marlats (2004). Juvenile growth patterns in Poplar clones (*Populus* spp) in the Argentinian Humid Pampas. En Abstracts of Submitted Papers, 22nd Session of the International Poplar Commission (IPC 2004): The contribution of poplars and willows to sustainable forestry and rural development, Santiago, Chile, 29 noviembre al 2 de diciembre, p. 98.
- Kaszakurewicz, A. and P. Fogg (1967). Growing season of cottonwood and sycamore as related to geographic and environmental factors. Ecology, 48 (5): 785-793.
- Pauley S. and T. Perry (1954). Ecotypic variation of the photoperiodic response in *Populus*. Journal of the Arnold Arboretum 35: 167-188.
- Ragonese A., Rial Alberti F., Ciocchini R. y Garcia A. (1987). Fitotecnia de Salicáceas en el Centro Nacional de Investigación Agropecuaria Castelar (INTA). Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, 41(6): 5-30.
- Thielges B. A. and R.C. Beck (1976). Control of bud break and its inheritance in *Populus deltoides*. Tree physiology and Yield Improvement, Academic Press London, pp. 253-259.
- UPOV (1981). Principes directeurs pour la conduite de l'homogénéité et de la stabilité des peupliers. Document TG/21/7, Geneve, 36 pp.