

Comportamiento dasométrico de guías de álamo en estaquero para la instalación de sistemas silvopastoriles en el bajo delta bonaerense del río Paraná

Casaubon E. ^{*(1)}; Peri P. ⁽²⁾; Cornaglia P. ⁽³⁾

⁽¹⁾EEA Delta (INTA); ⁽²⁾ EEA Santa Cruz (INTA)-UNPA-CONICET; ⁽³⁾ Fac. Agr., UBA

* ecasaubon@correo.inta.gov.ar

RESUMEN

El material de propagación comúnmente utilizado para la instalación de Sistemas Silvopastoriles (SSP) de *Populus deltoides* en el bajo delta bonaerense del río Paraná, es la guía de un año (3,5-4 m de largo, sin raíz), para la producción de madera de calidad para usos diversos (aserrado, debobinado, triturado y pulpa para papel). En este sentido los estaqueros comerciales de álamo se diseñan habitualmente para producir más metros de guías por unidad de superficie a distancias de plantación entre cepas madres que fluctúan entre 0,4x0,8 m y 0,5x0,8 m. Sin embargo las guías de bajo DAP presentan dificultades de enraizamiento y son propensas al daño del ganado vacuno. En consecuencia, utilizar materiales de propagación de mayor DAP permitiría acelerar el ingreso del ganado vacuno al sistema evitando o minimizando los daños que ocasionan los animales a las plantas jóvenes. Por lo tanto el objetivo de este estudio fue evaluar los cambios que se producen en diferentes distancias de plantación sobre la dimensión y características morfológicas de las guías de *P. deltoides* `Australiano 106/60`, materiales de plantación potencialmente aptos para instalar un SSP. Los dos mayores distanciamientos de cepas madres utilizados (1x1 m y 1,2x1,2 m) proporcionaron guías que por sus dimensiones y calidad pueden acelerar el ingreso de los animales al SSP minimizando los daños en el fuste.

Palabras clave: Sistemas Silvopastoriles, *Populus deltoides* Marsh, Delta del Río Paraná, Estaqueros, Guías.

INTRODUCCION

Las formas de multiplicación de las salicáceas en el mundo son muy diversas (Dhiman, 2013). En el delta del Paraná, para instalar Sistemas Silvopastoriles (SSP) se utilizan como materiales de propagación estacas, estacones y guías (de 1, 2 ó 3 años de edad) (Casaubón *et al.*, 2009). En los SSP la palatabilidad que poseen las jóvenes hojas de álamo, preferente durante la temporada primavera-estival, facilitan la ocurrencia de daños a la planta joven, cuando las ramas y hojitas tiernas se encuentran a la altura del animal, retrasando el ingreso del ganado vacuno al sistema (Casaubón *et al.*, 2012). Si bien cuando se utilizan guías como material de plantación, el ingreso de los animales a la forestación puede producirse al primer año (Casaubón, 2013), las guías de bajo DAP son muy propensas al daño por ganado vacuno (quebraduras, tumbado, descortezado) y a la pérdida de plantas por dificultades en el enraizamiento (Molnar & Culming, 1968); Nanda *et al.*, (1971), resultando imprescindible contar con materiales de buen DAP para facilitar y acelerar la instalación del SSP, evitando o minimizando los daños que pudieran ocasionar los animales a las jóvenes plantas en la etapa de instalación del sistema. En este sentido los estaqueros comerciales de álamo se diseñan mayormente para producir más metros de guías por unidad de superficie (a distancias de plantación estrechas que fluctúan entre 0,4x0,8 m y 0,5x0,8 m) que guías de un mayor diámetro individual. Por lo tanto el objetivo de este estudio fue evaluar los cambios que se producen en diferentes distancias de plantación sobre la dimensión y características morfológicas de las guías de *P. deltoides* `Australiano 106/60`, materiales de plantación potencialmente aptos para instalar un SSP.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características del área de estudio: El Delta del Paraná está ubicado en la porción final de la Cuenca del Plata, y ocupa una superficie aproximada de 1.700.000 ha (Burkart, 1957; Bonfils, 1962). Las características ambientales del bajo Delta bonaerense y entrerriano resultan propicias para el desarrollo de SSP con salicáceas (Casaubón *et al.*, 2005). El clima del Delta es templado húmedo, sin estación seca (De Fina & Ravelo, 1979). La temperatura media anual varía entre 16 y 17°C. La media de verano entre 22 y 23° y la de invierno entre 10 y 11°. Si bien el promedio de precipitaciones es de 1021 mm anuales (Malvárez, 1997; Kandus, 1997), durante 2007 las precipitaciones fueron de 1.488 mm (45,7% superior al promedio), en 2008 de 596 mm (41,6% inferiores al promedio) y en 2009, de 1.402 mm (un 37,3% superior al promedio).

El ensayo, de 0,25 hectáreas, se instaló en agosto de 2006, en el campo experimental de la EEA Delta del Paraná de INTA, 34° 10'31,3" LS y 58° 51'16,1" LO. En el centro del ensayo se abrió una calicata de un metro de profundidad y se tomaron muestras de las diferentes capas de suelos. En el Instituto de Suelos de INTA Castelar se determinaron textura, carbono orgánico, N, P, Ca, Mg, Na y K, pH, capacidad de intercambio catiónico (CIC) y porcentaje de sodio de intercambio (PSI) (Tabla 1).

Tabla 1: Resultados obtenidos en los análisis físico-químicos de las muestras de suelos tomados en el ensayo.

Capa N°	Profundidad (cm)	Clase textural	pH	CO (%)	NO (%)	P (ppm)	Relación C/N	CIC (meq/%)	PSI (%)	Cationes de intercambio (meq/%)			
										Ca	Mg	K	Na
1	0-20,5	Arcillo limosa Franco	4,9	8,04	0,6	3,9	13,4	28,6	0,7	12,3	5,7	0,6	0,2
2	20,6-32,5	limosa Franco	4,7	1,23	0,11	2,2	11,2	13,8	0,7	4,2	3	0,3	0,1
3	32,6-69	limosa Franco	4,7	1,44	0,14	2,1	10,3	15,8	2,5	5,7	2,9	0,3	0,4
4	+ de 69	arenosa	4,3	0,12	0,02	16,6	6	6,6	3	2,5	1,3	0,2	0,2

Manejo del terreno: El ensayo se plantó en un terreno típico de bañado protegido por un dique perimetral sistematizado mediante la construcción de un sistema de drenaje compuesto por canales, zanjas y sangrías. Los excesos de agua se eliminaron a través de un sistema de compuertas instalado a orillas del Canal Laurentino Comas y de un sistema de bombeo. El tratamiento que recibieron los estaqueros fue similar al que se realiza habitualmente en la región. Si bien los estaqueros nunca recibieron agua de riego, en la zanja y en el canal lateral siempre hubo agua disponible. Para favorecer el prendimiento de las estacas, aumentar la temperatura del suelo y la disponibilidad de agua y nutrientes, minimizando la competencia de malezas se utilizó como "mulching" una lámina de polietileno negro de 100 micrones de espesor (Toscani, 1980).

Diseño experimental: Se instalaron 16 parcelas de 36 m² de superficie. El diseño utilizado fue de bloques completos aleatorizados (DBCA) con 4 repeticiones (bloques). Los tratamientos fueron 4 densidades de plantación de cepas madres: 0,6x0,6 m; 0,8x0,8 m; 1x1 m y 1,2 x1,2 m. En todos los casos se comprobó el cumplimiento de los supuestos para el análisis de un ANOVA. Los valores del DAP medio, Ht media, índice de sinuosidad medio y el coeficiente de esbeltez medio, se compararon utilizando modelos lineales mixtos (MLGM) para mediciones repetidas en el tiempo del paquete estadístico Infostat. Para evaluar los cambios en DAP y Ht a través de los tres años de estudio se usaron los modelos lineales mixtos (MLGM) para mediciones repetidas en el tiempo del paquete estadístico Infostat (Infostat, 2008).

Para determinar el modelo que mejor ajusta al grupo de datos analizados se utilizaron los criterios de Akaike (AIC) y el Criterio Bayesiano de Información (BIC). La variable respuesta

utilizada fue el DAP y la Ht promedio de las guías de cada parcela. Se incorporaron como factores fijos al distanciamiento (4 niveles: 0,6 m, 0,8 m, 1 m y 1,20 m) y la edad del material de plantación (3 niveles: 1, 2 y 3 años de edad), y como factor aleatorio al bloque y a la parcela dentro de cada bloque. Para evaluar la sinuosidad y esbeltez (estabilidad o conicidad) de las guías, la variable respuesta utilizada fue el índice de sinuosidad medio y el coeficiente de esbeltez medio. Como factores fijos se incorporaron en ambos casos al distanciamiento (4 niveles: 0,6 m, 0,8 m, 1 m y 1,20 m) y la edad del material de plantación (3 niveles: 1, 2 y 3 años de edad), y como factor aleatorio al bloque. En todos los casos la normalidad de los residuos fue verificada en forma gráfica (Q-Q plot) y la homogeneidad de varianzas a partir del gráfico de residuos estudentizados vs predichos (InfoStat, 2008).

Plantación y manejo de los estaqueros: El ensayo se instaló utilizando estacas (E) de 0,70 m de largo como material de propagación provenientes de un estaquero de la Estación Experimental Agropecuaria Delta del Paraná de INTA. En cada parcela se colocó como mulching una lámina de polietileno negro de 100 mm de espesor para controlar la maleza. Las E se hincaron en el terreno 0,40 m de profundidad, quedando aproximadamente 0,30 m en superficie utilizando como herramienta de plantación una barreta especialmente diseñada para ese fin. Previo a la plantación, se hidrató muy bien el hoyo, se colocó la estaca, se apisonó el suelo alrededor de la estaca y se volvió a regar. Transcurridos 6 meses desde la plantación se hizo un raleo de guías dentro de las parcelas dejando siempre en pie a la más vigorosa, recta y mejor posicionada de todas las guías desarrolladas en cada cepa, mientras que las restantes se eliminaron utilizando tijeras de podar de dos manos.

Mediciones dasométricas: En cada parcela se evaluaron en el otoño de 2007, 2008 y 2009, luego del período de crecimiento, las siguientes variables: diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura total (Ht) en las 9 guías centrales de cada parcela, descartando para el análisis las guías de la bordura. Para medir el DAP se utilizó un calibre y para la Ht una vara telescópica de fibra de vidrio.

Índice de sinuosidad (IS): En 2009, al finalizar el ensayo, se evaluó la altura de la guía recién apeada y el largo total de las 9 guías centrales de cada parcela utilizando una cinta métrica y una vara de fibra de vidrio. Se identificó y marcó con pintura el crecimiento en altura que había tenido la guía al primero, segundo y tercer año. Además se estableció un índice de sinuosidad (IS) equivalente al cociente entre el largo total de cada guía y su altura total, es decir la relación que existe entre la distancia que separa dos puntos a lo largo de la guía (la base y el ápice) y la distancia en línea recta entre ellos. Una guía recta tiene un IS igual a 1, esto indica la mayor rectitud de la guía, mientras que valores superiores a 1 indican mayor sinuosidad.

Coefficiente de esbeltez o factor de estabilidad: Al tercer año de crecimiento del estaquero se relacionó la Ht (m) de las 9 guías centrales y su DAP (m) en cada año de crecimiento. Este coeficiente se utilizó como un indicador de estabilidad de los árboles contra daños ocasionados por fuerzas mecánicas. Cuanto más bajo es el valor de esbeltez de la guía mayor estabilidad tendrá la misma frente a los daños mecánicos (Durlo & Denardi, 1998).

RESULTADOS

Producción de guías de álamo: Analizando el DAP y la Ht, se registró una interacción muy significativa ($p=0,0001$) entre el distanciamiento y el año de plantación (Tabla 2).

Tabla 2: *Diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura total (Ht) promedio de guías de Populus deltoides 'Australiano 106/60' creciendo a diferentes densidades en estaquero durante tres años. Letras diferentes indican diferencias significativas $P \leq 0,05$ para una misma variable.*

Distancia (m)	N	2007		2008		2009	
		DAP(cm)	Ht (m)	DAP(cm)	Ht (m)	DAP(cm)	Ht (m)
0,6x0,6	36	2,15(0,62)h	4,60(0,82)h	3,42(1,02)f	6,48(1,54)f	4,46(0,35)e	7,97(2,17)e
0,8x0,8	36	2,73(0,50)g	5,09(0,55)gh	4,38(0,79)e	7,79(1,02)e	5,47(0,44)cd	9,60(1,88)c
1,0x1,0	36	3,14(0,69)f	5,22(0,64)g	5,22(0,93)d	8,41(0,93)de	6,94(0,69)b	10,88(1,50)b
1,2x1,2	36	3,49(0,38)f	5,28(0,43)g	5,72(0,68)c	8,94(0,61)cd	7,78(0,27)a	11,95(1,03)a

Si bien en el primer año los dos distanciamientos más amplios presentaron mayores valores de DAP, no se detectaron diferencias significativas entre ellos, al segundo y al tercer año se diferenciaron significativamente entre sí ($p < 0,05$). Los mayores valores de DAP correspondieron al distanciamiento mayor, sin embargo, en el distanciamiento más estrecho y en los dos intermedios los valores de DAP se diferenciaron significativamente entre ellos durante los tres años de medición. Con respecto a la Ht durante el primer y segundo año, el distanciamiento menor fue el que proporcionó la menor Ht diferenciándose significativamente de los dos distanciamientos mayores. En el tercer año todos los distanciamientos presentaron diferencias significativas entre sí, correspondiendo los valores de Ht más altos a los distanciamientos mayores.

Índice de sinuosidad (IS): En los tres años de medición, las guías más rectas (menor valor de IS) se registraron en las dos mayores distancias de plantación (1,2x1,2 m y 1x1 m) y las guías más sinuosas en el distanciamiento menor ($p=0,04$) (Figura 1). Las guías obtenidas en el distanciamiento 0,8x0,8 m solo presentaron diferencias marginales. Sin embargo, no hubo diferencias significativas ($p=0,1539$) entre cada año de medición.

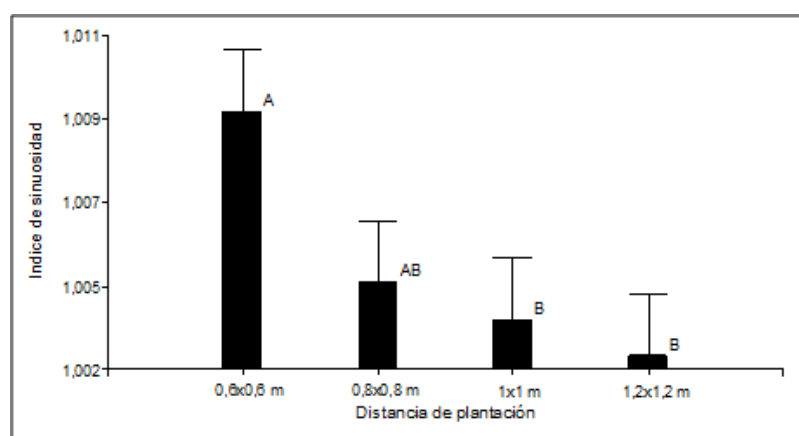


Figura 1: Índice de sinuosidad (\pm desvío estándar) en cada distanciamiento de plantación de *Populus deltoides* 'Australiano 106/60' al tercer año de edad del estaquero. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Tabla 4: Medias ajustadas del Coeficiente de esbeltez y errores estándares para la interacción distancia*año. LSD Fisher (Alfa=0,05). Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Distancia	Año	CE	E.E
0,6x0,6	1	227,13	6,39 a
0,6x0,6	2	195,14	2,83 b
0,8x0,8	1	190,15	6,39 bc
0,6x0,6	3	182,04	2,12 cd
0,8x0,8	2	180,27	2,83 cd
0,8x0,8	3	175,24	2,12 cd
1x1	1	171,16	6,39 de
1x1	2	166,60	2,83 e
1x1	3	159,74	2,12 ef
1,2x1,2	2	157,41	2,83 ef
1,2x1,2	3	154,95	2,12 f
1,2x1,2	1	152,09	6,39 f

Coeficiente de esbeltez o factor de estabilidad: Se registró una interacción altamente significativa ($p=0,001$) entre las variables distancia de plantación y año de medición. En el

primero, segundo y tercer año del ensayo, el menor coeficiente de esbeltez (árboles más cónicos) se obtuvo en el mayor distanciamiento (1,2x1,2 m), seguido por el tercero (1x1 m), mientras que los mayores valores correspondieron a los distanciamientos más estrechos (0,6x0,6 y 0,8x0,8 m) (Tabla 4).

Tabla 5: Coeficiente de correlación de a pares y sus probabilidades asociadas entre variables productivas, dasométricas y morfológicas promedio de los 4 distanciamientos de plantación analizados en los estaqueros de *Populus deltoides* "Australiano 106/60" al tercer año de edad de plantación. En la tabla solo figuran las correlaciones estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$).

	Distancia	DAP (cm)	Ht (m)	Índice de Sinuosidad
DAP (cm)	0,98 ($p=0,02$)			
Ht (m)	0,98 ($p=0,02$)	0,99 ($p=0,01$)		
Volumen			0,97 ($p=0,03$)	
Índice de sinuosidad		-0,97 ($p=0,03$)	-0,98 ($p=0,02$)	
Coeficiente de esbeltez	-0,99 ($p=0,01$)	-0,98 ($p=0,03$)	-0,97 ($p=0,04$)	0,96 ($p=0,04$)

Se encontró una correlación positiva entre la distancia de plantación, el DAP, la Ht y el volumen promedio de las guías en los cuatro distanciamientos y una correlación negativa entre distancias de plantación e índice de sinuosidad y coeficiente de esbeltez promedio; las guías más rectas, esbeltas (cónicas) y en consecuencia más estables se obtendrían en los distanciamientos mayores (Tabla 5).

DISCUSION

En nuestro ensayo, al tercer año de crecimiento, al duplicarse las distancias de plantación (0,6x0,6 m vs. 1,2x1,2 m) en el estaquero, el DAP promedio de las guías se incrementó un 174% y la Ht un 150%. En cuanto a la homogeneidad de las guías producidas, se observa que la variabilidad en sus dimensiones aumenta con la densidad y con la edad de las mismas, y disminuye en los mayores distanciamientos. Este dato es importante en la práctica ya que los distanciamientos mayores proporcionarían guías más homogéneas en sus dimensiones que los menores lo cual tendría consecuentemente una incidencia positiva en la homogeneidad de los rodales que originen. Respecto a qué edad y a qué distancia de plantación se producen guías más rectas (las cuales son más seguras frente a daños mecánicos en la instalación de un SSP), los resultados demuestran que las mayores distancias "actuaron positivamente en relación a su rectitud y estabilidad". Según el Conaf-Infor (1997); Sanhueza (1998); Ulloa (2004) y Sotomayor (2009), en SSP bajo plantaciones de álamo de Chile, implantadas con guías de dos años de edad como material de propagación, el ganado vacuno ingresa a la plantación recién al 4^{to}, 5^{to} ó 6^{to} año, cuando los árboles adquieren un DAP que no resulta dañado por los animales. Esto confirma la importancia de la resistencia que deben tener los materiales de propagación al momento de instalar un SSP con ganado vacuno. En contraposición, Larocque (1999), Ciria *et al.*, (2002), Sixto *et al.* (2007) y Cañelas (2012), señalan que en las plantaciones más densas, si bien se incrementa la producción por unidad de superficie debido a un cierre rápido de copas y a la ocupación total del espacio, reducen el DAP medio y el número de ramas y hojas promedio. En ensayos de álamo para bioenergía, Cañelas *et al.* (2012) mencionan que, al final del primer año, la producción de biomasa difiere significativamente entre sitios y densidades de plantación. Ulloa (2004) (comunicación personal) diferencia al momento de instalar una plantación 2 categorías de guías, las que

tienen 7 u 8 m de altura y las que poseen 4 ó 5 m y menciona que las de menor tamaño prolongan un año más el turno de corta de la plantación. En nuestro ensayo, después del 1^{er} año de crecimiento, la producción por unidad de superficie se incrementó con la densidad de la parcela. Sin embargo, después del tercer año, al final de la primera rotación, no se encontraron diferencias significativas en el crecimiento, y al igual que en nuestro caso, la mayor producción por superficie se logró en las mayores densidades de plantación. Los resultados obtenidos tienen asimismo relación con lo manifestado por Concuera *et al.* (2005), en que una menor competencia en el estaquero por luz, agua y nutrientes incide directamente en el mayor rendimiento en diámetro, altura y volumen total como ocurre en este ensayo.

CONCLUSIONES

El incremento volumétrico promedio de guías en los estaqueros es directamente proporcional a las distancias de plantación. En este sentido los mayores distanciamientos suministraron al tercer año de edad, guías de mayores dimensiones y menor índice de sinuosidad y coeficiente de esbeltez.

BIBLIOGRAFÍA

- Burkart A., 1957. Ojeada sinóptica sobre la vegetación del delta del río Paraná. *Darwiniana*.11(3):545.
- Bonfils C. 1962. Los suelos del Delta del Río Paraná. Factores generadores, clasificación y uso. *Revista de Investigación Agrícola*. INTA. T.XVI, N°3. Buenos Aires Argentina.
- Cañelas, I., Huelin, P., Hernández, M., Ciria, P., Calvo, R., Gea-Izquierdo, G. & H. Sixto. 2012. The effect of density on short rotation *Populus* sp. Plantations in the Mediterranean area. *Biomass and Bioenergy*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe>. 2012.06.032.
- Casabón, E., Peri, P.L., Cornaglia, P., Cueto, G., Rossi, C. & González, A. 2009. Establecimiento de sistemas Silvopastoriles en el delta del río Paraná. Evaluación del daño animal. 1er. Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Posadas; Misiones; Argentina. ISBN 978-987-521-350-0.
- Casabón, E., Peri, P.L., Cornaglia, P., Carou, N. & Cueto, G. 2012. Valor forrajero de hojas de álamo en el bajo delta del río Paraná. 2do. Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Santiago del Estero. Argentina. ISBN 978-987-679-123-6.
- Casabon, E., 2013. Establecimiento de Sistemas Silvopastoriles: Efecto de la edad del material de multiplicación y manejo del pastoreo con bovinos. Tesis de Maestría. Universidad de Buenos Aires. Pp. 99.
- Ciria M., González E. & J. Carrasco. 2002. The effect of fertilization and planting density on biomass productivity of poplar harvested after three-years rotation. 12th European Conference and technology exhibition on biomass for energy, industry and climate protection. Vol I, pp. 283-286.
- Conaf-Infor. 1997. Monografía de álamo (*Populus spp.*). Potencialidad de especies y sitios para una diversificación silvícola nacional. 143 p. Santiago de Chile.
- Corcuera, L., Maestro, C. & E. Notivol. 2005. La ecofisiología como herramienta para la selección de clones más adaptados y productivos en el marco de una selvicultura clonal con chopos. *Invest. Agrar: Sist Recur For*. 14(3), 394-407.
- De Fina, A. & A. Rabelo. 1979. *Climatología y fenología Agrícolas*. Editorial Universitaria de Buenos Aires. 3° Edición. 351 pp.

- Dhiman, R. 2013. Métodos asexuales poco comunes para la multiplicación masiva de álamos. Novedades de los álamos y los sauces. Boletín de la Comisión Internacional del álamo N°1.
- Durlo, M. & L. Denardi. 1998 Morfometría de *Cabralea canjerana*, em mata secundária nativa do Rio Grande do Sul. Ciência Florestal, 1(8): 55-67.
- InfoStat, 2008. InfoStat versión 2008. Manual del usuario. Grupo InfoStat, FCA. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. Primera edición. Editorial Brujas, Argentina.
- Kandus, P. 1997. Análisis de patrones de vegetación a escala regional en el bajo Delta bonaerense del Río Paraná (Argentina). Tesis doctoral. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires. 241 pp.
- Larocque, G. 1999. Performance and morphological response of the hybrid poplar DN- 74 (*Populus deltoides x nigra*) under different spacings on a 4-year rotation Ann. For. Sci. Volume 56, Number 4. Pg. 275-287.
- Malvárez, I. 1997. Las comunidades vegetales del Delta del Río Paraná. Su relación con factores ambientales y patrones de paisaje. Tesis doctoral. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires. 167 pp.
- Molnar, J.M. & W.A. Culmning. 1968. Effect of CO₂ on propagation of softwood, conifer and herbaceous cuttings. Can. J. Plant Sci. 48, 595-599.
- Nanda K.K., Jain M.K. & S. Malhotras. 1971. Effect of glucose and auxins in rooting etiolated stem segments of *Populus nigra*. Ibid. 24, 387-391.
- Sanhueza, A. 1998. Cultivo del álamo. (*Populus spp.*). Parte 2. Corporación Nacional Forestal. Santiago de Chile, Chile. 214 pp.
- Sixto, H., Hernández, M., Barrio, M., Carrasco, J. & I. Cañelas. 2007. Plantaciones del género *Populus* para la producción de biomasa con fines energéticos: revisión. Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales. 16(3), 277-294. ISSN:1131-7965.
- Sotomayor, A. 2009. Sistemas Silvopastoriles, alternativa productiva para un desarrollo sustentable de la agricultura en Chile. 1^{er} Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Posadas. Misiones. Argentina. 26-48.
- Thornley, J. 1969. A model to describe the partitioning of photosynthate during vegetative plant growth. Ann Bot. 33,419-430.
- Toscani, H. A. 1980. Implantación de estaqueros de salicáceas sobre cobertura de polietileno negro en la región Delta del Paraná. VIII Congreso Internacional de plásticos en Agricultura. Lisboa. Portugal.
- Tschaplinski, T.J., Tuskan, G.A., Gebre, G.M. & D.E. Todd. 1998. Drought resistance of two hybrid *Populus* clones grown in a largescale plantation. Tree Physiol. 18, 653-658.
- Ulloa, J. & L. Villacura. 2004. Compañía Agrícola y Forestal El Álamo Ltda. Un sistema de producción integral y sostenible. 22^{da} Sesión de la Comisión Internacional del Álamo. Pg. ID 173.