

## Incremento volumétrico de un ensayo con híbridos de *Populus* spp.

Oscar Vallejos-Barra<sup>a\*</sup>, Ricardo Baettig Palma<sup>b</sup>

\* Autor de correspondencia:<sup>1</sup>Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Forestales, Departamento de Producción Forestal, 2 Norte 685, Talca, Chile, tel.:56-71-2200445, ovallejo@utalca.cl

<sup>b</sup>Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Forestales, Departamento de Industrias Forestales, 2 Norte 685, Talca, Chile.

### Resumen

El aumento de los requerimientos energéticos demandados por la sociedad ha impulsado el interés por establecer ensayos para seleccionar especies o híbridos que en el menor tiempo posible generen la mayor cantidad de volumen o biomasa. En esta investigación, se determinó el incremento medio anual del volumen de un ensayo con híbridos de *Populus* con la finalidad de dar a conocer la potencialidad de los híbridos del catálogo del Centro Tecnológico del Álamo (CTA) de la Universidad de Talca. De dicho catálogo se escogieron los seis híbridos más promisorios y se compararon con seis híbridos comerciales. El ensayo se estableció a 10 km al norte de la ciudad de Talca, en la estación experimental Panguilemo de la Universidad de Talca. En terreno se midió el diámetro basal y la altura por tres años a las seis plantas centrales de cada parcela, con cuatro repeticiones por híbrido para ambas densidades de plantación (5.000 y 10.000 plantas por hectárea). El volumen se calculó utilizando el exponente mórfico de un Paracono. El incremento volumétrico varió entre 5,306 y 15,828 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, detectando diferencias significativas entre los híbridos. El grupo de mayor productividad estuvo compuesto por cinco híbridos todos del catálogo del CTA, lo que demuestra que si se desea una mayor productividad en plantaciones dendroenergéticas que utilicen híbridos de *Populus* se deberían considerar algunos de los híbridos selectos del catálogo del Centro Tecnológico del Álamo (CTA) de la Universidad de Talca.

Palabras clave: selección de híbridos, bioenergía, corta rotación.

### Abstract

The energetic requirements increasing demanded by society required interest in establish assays for species or hybrid selections that in short time generating high biomass or volume quantity. In this research it determined the mean annual increase in an assay with *Populus* hybrid with the aim of present the potentiality of hybrids of the Alamo Technological Center (CTA) of the Talca University. The assay was established at 10 km at north of Talca in Panguilemo experimental station of Talca University. In this site was measured the basal diameter and height by three years in six central plants in each subsite with four replicas by hybrid for both plants densities (5000 and 1000 plants ha<sup>-1</sup>). The volume was calculated utilizing the morfoid exponent of paracone. The volume increase varied between 5306 and 15258 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>, and it was detected significant differences between hybrids. The major productivity group was composed by five hybrids from CTA catalogue that suggest a major productivity if it used dendroenergetic plantations that utilizing *Populus* hybrids would considerate some selected hybrids from Alamo Technological Center of Talca University.

Keywords: hybrids selections, bioenergy, short rotation.

### Introducción

El interés cada vez mayor por los biocombustibles se debe a los problemas medioambientales asociados a la extracción, transporte y uso del petróleo, así como de las fluctuaciones en su precio. De ese modo el Gobierno de Chile ha encomendado a las compañías eléctricas que deberán suministrar al año 2025 un 20% de su energía desde fuentes renovables no convencionales (Ministerio de Energía 2013). Se calcula que en Chile los residuos forestales bordean los 4,8 millones de metros cúbicos anuales (Spichiger & Morales 2008), pero la problemática de recolección y transporte han favorecido el establecimiento de plantaciones dendroenergéticas (Machado 2010). Por lo general en estas plantaciones se ensayan híbridos del género *Populus* por su adaptabilidad y elevado potencial de generación de biomasa (Baettig et al. 2010, Canellas et al. 2012, Broeckx et al. 2012, Fang et al. 2013), siendo ampliamente estudiados en función de la producción de bioenergía (Dillen et al. 2013).

La cuantificación volumétrica de las plantaciones dendroenergéticas permite expresar y caracterizar el desarrollo de las mismas. La literatura reporta estudios del incremento medio anual (IMA) volumétrico, con gran dispersión de los resultados (Tabla 1), ya que Truax et al. (2012) afirman que los híbridos del género *Populus* son muy sensibles a la calidad de sitio.

Tabla 1: Listado de estudios que han registrado el incremento medio anual volumétrico de diversos híbridos de *Populus*.

Autor	País	Edad (años)	IMA volumétrico (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> )	Híbrido
Cristersson (2010)	Suiza	9 – 18	10,0 – 31,0	OP 42
Fortier et al. (2010)	Canadá	6	14,3 – 22,4	Diversos híbridos
Truax et al. (2012)	Canadá	8	6,0 – 12,0	Diversos híbridos
Truax et al. (2014)	Canadá	8 – 13	1,1 – 27,5	Diversos híbridos

Pese a la masificación de plantaciones dendroenergéticas cuyas rotaciones por lo general no superan los tres años, no se encontraron reportes en la literatura sobre su IMA en volumen, de modo que la presente investigación será un aporte en ese sentido, además de establecer las similitudes o diferencias entre los híbridos selectos del catálogo CTA e híbridos comerciales tradicionalmente recomendados.

### Materiales y Métodos

El ensayo del proyecto se encuentra en la estación experimental Panguilemo de la Universidad de Talca, ubicada en la localidad del mismo nombre distante a 10 km al norte de la ciudad de Talca (32°23'13'' S; 71°40'42'' W). El clima imperante es de tipo mediterráneo con precipitación media anual de 700 mm y temperaturas promedio que oscilan entre 11 y 20 °C (Ortega-Farias et al. 2001). El suelo corresponde a la serie Talca (tipo alfisol) que presenta una textura franca de color pardo oscuro en el horizonte superior (0-40 cm), y una textura arcillosa de color pardo rojizo oscuro en profundidad, drenaje moderado y capacidad de uso IIr, con limitaciones que afectan el arraigamiento de los cultivos debido al aumento en profundidad de la textura arcillosa (Ortega et al, 2001).

El ensayo está conformado por ocho bloques donde se experimenta con 58 híbridos del género *Populus* y abarca una superficie de 1.2 hectáreas. En la mitad del ensayo (cuatro bloques) se plantó a una densidad de 5.000 plantas por hectárea, mientras que la otra mitad fue de 10.000 plantas. En cada uno de los bloques se encontraban los 58 híbridos, que estaban dispuestos en parcelas con 14 plantas, de las cuales se midió el diámetro basal y la altura de las seis plantas centrales. El diámetro basal fue medido a 10 cm de altura desde el suelo, con un pie de metro digital con una precisión de 0,05 mm. Para la medición de altura se utilizó una vara de altura graduada, con una precisión de 1 cm. El volumen se calculó utilizando el exponente mórfico de un Paracono  $\left( \frac{\pi}{(40000 (1,5+1))} Db^2 h \right)$ , donde Db es el diámetro basal en cm y h es la altura en m. Db es el diámetro basal en cm y h es la altura en m.

Como se registraron plantas con uno, dos y tres años de edad se analizó el incremento medio anual (IMA) del volumen de los seis híbridos más destacados del catálogo (CTA\_8, CTA\_10, CTA\_16, CTA\_17, CTA\_47 y CTA\_50) y de seis híbridos comerciales (Buaupré, Flevo, Gaver, I-214, NNDV y Raspalje). Para determinar las diferencias significativas del IMA en volumen se aplicó un análisis de varianza paramétrico con dos factores, densidad de plantación (5.000 y 10.000 plantas ha<sup>-1</sup>) y los híbridos ensayados (12 híbridos). Para identificar las diferencias se utilizó la prueba de comparación múltiple de Duncan (Duncan 1955).

#### Resultados y discusión.

El IMA del volumen varió entre 3,827 y 20,327 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> para el híbrido comercial Gaver y el híbrido CTA\_10, respectivamente (Figura 1). El aumento de la densidad de plantación incrementó el IMA volumétrico en un promedio de 62%, ya que desde un promedio de 8,441 pasó a 13,705 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> (Tabla 2).

El análisis de varianza evidenció diferencias significativas entre las densidades y también entre los híbridos (ambas probabilidades < 0.05) y no hubo interacción entre ellos (probabilidad > 0.05). En términos gráficos (Figura 1), se observa que no hubo interacción entre las fuentes de variación ya que la tendencia de los híbridos fue similar para ambas densidades.

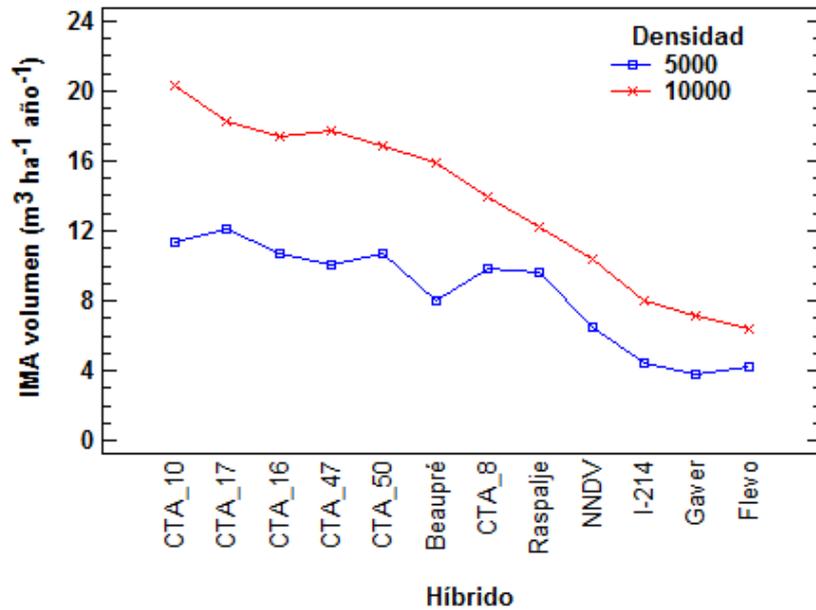


Figura 1. IMA volumen por híbridos según densidad de plantación.

El grupo de mayor incremento medio anual en volumen estuvo conformado por la mayoría de los híbridos del catálogo del Centro Tecnológico del Álamo. El híbrido CTA\_10 del catálogo presentó diferencias significativas en relación a los híbridos comerciales.

Tabla 2. Prueba de rangos múltiples de Duncan según fuente de variación.

Plantas ha <sup>-1</sup>	Densidad	Grupos Homogéneos	Nombre	Híbrido	Grupos Homogéneos
	Promedio (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> )			Promedio (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> )	
5.000	8,441	A	Flevo	5,306	A
10.000	13,705	B	Gaver	5,467	A
			I-214	6,201	A
			NNDV	8,466	AB
			Raspalje	10,961	BC
			CTA_8	11,866	BCD
			Beaupré	11,907	BCD
			CTA_50	13,801	CDE
			CTA_47	13,900	CDE
			CTA_16	14,016	CDE
			CTA_17	15,158	DE
			CTA_10	15,828	E

La prueba de comparación múltiple de Duncan (Tabla 2) confirma la diferencia significativa en ambas fuentes de variación. La mayor densidad, 10.000 plantas ha<sup>-1</sup>,

genera mayor IMA. En los híbridos se observa la supremacía de los híbridos del catálogo del CTA por sobre los híbridos comerciales, destacándose el híbrido CTA\_10.

La productividad general del ensayo es similar a lo reportado por Truax et al. (2012), pero inferior a los resultados descritos por Christersson (2010), Fortier et al. (2010) y Truax et al. (2014). El grupo de mayor desarrollo supera a lo obtenido por Truax et al. (2014) en ensayos con fertilización hasta 50 kg de P ha<sup>-1</sup>, sobre esa dosis se presenta la situación contraria, lo mismo si se compara con los resultados de Christersson (2010) y Fortier et al. (2010)

El potencial productivo del grupo de mayor desarrollo corroboró el proceso de selección clonal que inició el Centro Tecnológico el Álamo a principios de la década del 2000. De hecho las variedades híbridas que se encuentran en proceso de registro desde 2009 (MINAGRI/SAG2009) estuvieron en la parte más alta del ranking.

#### Referencias

- Baettig, R., M. Yáñez, & M. Albornoz. 2010. Cultivos dendroenergéticos de híbridos de álamo para la obtención de biocombustibles en Chile: Estado del arte. *Bosque* 31: 89 – 99.
- Broeckx, L.S., M.S. Verlinden, & R. Ceulemans, 2012. Establishment and two-year growth of a bio-energy plantation with fast-growing *Populus* trees in Flanders (Belgium): Effects of genotype and former land use. *Biomass & Bioenergy* 42: 151 – 163.
- Canellas, I., P. Huelin, M.J. Hernández, P. Ciria, R. Calvo, G. Gea-Izquierdo & H. Sixto. 2012. The effect of density on short rotation *Populus* sp plantations in the Mediterranean area. *Biomass & Bioenergy* 46: 645 – 652.
- Christersson, L., 2010. Wood production potential in poplar plantations in Sweden. *Biomass & Bioenergy* 34: 1289 – 1299
- Dillen, S.Y., S.N. Djomo, N. Al Afas, S. Vanbeveren, & R Ceulemans. 2013. Biomass yield and energy balance of a short-rotation poplar coppice with multiple clones on degraded land during 16 years. *Biomass & Bioenergy* 56: 157 – 165 .
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11:1-42.

- Fang, Sh., X. Zhai, J. Wan, & L. Tang. 2013. Clonal variation in growth, chemistry and calorific value of new poplar hybrids at nursery stage. *Biomass & Bioenergy* 54: 303 – 311.
- Fortier, J., D. Gagnon, B. Truax, & F. Lambert. 2010. Biomass and volume yield after 6 years in multiclonal hybrid poplar riparian buffer strips. *Biomass & Bioenergy* 34: 1028 – 1040
- Machado, C. 2010. Situación de los Biocombustibles de 2da y 3era Generación en América Latina y Caribe. 104 p. OLADE / IICA (Organización Latinoamericana de Energía e Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). Consultado 20 abril 2014. Disponible en <http://www.bivica.org/upload/biocombustibles-situacion.pdf>
- Ortega-Farias, S., J. Márquez, H. Valdés, & J. Paillán, 2001. Efecto de cuatro láminas de agua sobre el rendimiento y calidad de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. fa-144) de invernadero producido en otoño. *Agricultura Técnica* 61: 469-477
- Ministerio de Agricultura / Servicio Agrícola Ganadero (MINAGRI/SAG). 2009. Boletín del Registro de Variedades Protegidas. Año 32 - N°1. 31 de octubre de 2009.
- Ministerio de Energía. 2013. Ley 20698 “Propicia la ampliación de la matriz energética, mediante fuentes renovables no convencionales”. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 4p.
- Ortega-Farias S, J Márquez, H Valdés, J Paillán. 2001. Efecto de cuatro láminas de agua sobre el rendimiento y calidad de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. fa-144) de invernadero producido en otoño. *Agricultura Técnica* 61(4): 479 – 487.
- Spichiger, J., & E. Morales. 2008. Potencial de biomasa forestal, Potencial de generación de energía por residuos del manejo forestal en Chile. Proyecto Energías Renovables No Convencionales en Chile (CNE/GTZ). 54 p.
- Truax, B., D. Gagnon, J. Fortier, & F. Lambert. 2012. Yield in 8 year-old hybrid poplar plantations on abandoned farmland along climatic and soil fertility gradients. *Forest Ecology and Management* 267: 228 – 239 .
- Truax, B., D. Gagnon, J. Fortier, & F. Lambert. 2014. Biomass and volume yield in mature hybrid poplar plantations on temperate abandoned farmland. *Forests* 5: 3107 – 3130