

Aplicación de distintas dosis y métodos de riego en cultivo de álamos 'Conti 12' en alta densidad de plantación para producción de biomasa

Perez S., Bustamante J, Ferro Malecki M. y Zanetti P.

Docentes de la Facultad Ciencias Agrarias de la UNCuyo; sperez@fca.uncu.edu.ar

Resumen

En Mendoza y en el mundo la crisis energética global ha impulsado la investigación y desarrollo de otras fuentes de energía que constituyan un recurso alternativo a los combustibles fósiles.

La biomasa proveniente de forestaciones en alta densidad de plantación y en cortas rotaciones es un recurso renovable que puede ser destinado a la producción de energía; en la productividad de su cultivo influyen factores como las características genéticas de la especie, las condiciones climáticas y edáficas del sitio y la presencia o no de riego.

El agua es un recurso escaso por lo que es necesario conocer los requerimientos de riego en cultivos de alta densidad de plantación, a fin de maximizar la eficiencia en el uso de la misma y la productividad de estos sistemas, promoviendo el uso sustentable del recurso.

Se plantea así como objetivo general relacionar la biomasa producida por un cultivo de álamo *Populus x canadensis* 'Conti 12' en alta densidad y corta rotación con distintos métodos y estrategias de riego.

Para ello se estableció un ensayo con dicho clon en una densidad de plantación de 14.512 plantas.ha⁻¹ en una propiedad rural ubicada en el distrito de Perdriel, Luján de Cuyo.

Se utilizó como material de plantación estacas leñosas de 30 cm de longitud, que se plantaron dejando 1 ó 2 yemas sobre la superficie del suelo.

El marco de plantación utilizado fue en una doble hilera distanciada a 75 cm, luego a 150 cm otra doble hilera, y así alternativamente, con un distanciamiento entre plantas de 70 cm en el sentido de la hilera.

Luego de un año las plantas se receparon y la aplicación de los tratamientos de riego se realizará durante una rotación completa de cultivo de dos años. Los tratamientos consistieron en la aplicación de 3 láminas de riego, en las que se repuso el 100 de la Etc, el 150 % de la Etc y el 50% de la Etc, por medio de 2 métodos de riego, superficial y por goteo con 3 repeticiones, en un diseño de parcelas divididas.

Finalizado el primer ciclo vegetativo (el 1° año de la rotación) se efectuó el control de crecimiento, que consistió en la medición de número, diámetros y altura de brotes, a fin de estimar la producción de biomasa, en kg de materia fresca por ha, y determinar las diferencias que pudieran existir como resultado de la aplicación de los tratamientos.

Introducción y antecedentes

En Mendoza y en el mundo la crisis energética global ha impulsado la investigación y desarrollo de otras fuentes de energía, que sean renovables y amigables con el ambiente, y que constituyan un recurso que permita hacer frente a su vez, al fenómeno de calentamiento global que se ha producido como resultado, entre otras causas, del uso de los combustibles fósiles.

La madera proveniente de forestaciones en alta densidad de plantación y en cortas rotaciones es un recurso renovable que puede ser destinado a la producción de energía. Países del norte y centro de Europa están utilizando biomasa forestal para proveer de electricidad y calefacción a distintas ciudades y pueblos (Gasol *et al*, 2009). Suecia posee 16.000 ha cultivadas con especies forestales en cortas rotaciones (Christersson *et al*, 2006) y la biomasa obtenida provee del 20 % de la energía que consume el país (Helby *et al*, 2006), como energía calórica.

Dickmann (2006) define a los cultivos de forestales en cortas rotaciones (SRF) como: “un sistema silvicultural con cortos ciclos de corta, generalmente de uno a quince años, al que se aplican técnicas culturales intensivas como fertilización, irrigación y control de malezas y que utiliza material vegetal genéticamente superior de especies forestales con alta capacidad de regeneración por rebrotes de cepa”

En Mendoza, Argentina, Calderón *et al* (2004) destacan la buena adaptación de las Salicáceas a las condiciones ecológicas de Cuyo por lo que podrían constituirse en una seria alternativa para la producción de biomasa con destino energético. Bustamante *et al* (2009) obtuvieron los primeros resultados de producción de biomasa para dos clones de *Populus* spp en densidades de plantación 10.000 y 20.000 plantas por ha y esperan alcanzar rendimientos de 40 tn.ha⁻¹.año⁻¹ en el caso de *Populus x canadensis* ‘Conti 12’ (comunic. personal, 2009)

En el cultivo de forestales en cortas rotaciones y alta densidad de plantación para la producción de biomasa influyen en la productividad las características genéticas de la especie, las condiciones climáticas y edáficas del sitio, como así también el manejo del cultivo, en particular la aplicación o no de riego.

El agua es un recurso escaso por lo que es necesario conocer los requerimientos riego en este tipo de cultivos, a fin de maximizar la eficiencia y sustentabilidad en el uso del recurso y la productividad de estos sistemas agroforestales.

Simultáneamente conociendo el requerimiento de agua para la producción de biomasa a partir de cultivo de álamo en alta densidad de plantación, se podrá establecer la eficiencia energética en relación a la obtención de biomasa.

Si bien se conoce que la aplicación de agua mediante métodos de riego localizado es más eficiente, implica la utilización de energía adicional para el funcionamiento del equipo. Esta energía adicional en cultivos con destino energético tendrá que ser incorporada en el

análisis de balance energético por lo que será necesario evaluar y comparar los rendimientos obtenidos en métodos de riego por superficie y localizado.

Objetivos generales

Relacionar la biomasa producida de un cultivo de álamo ‘Conti 12’ en alta densidad y corta rotación con distintos métodos y estrategias de riego.

Contribuir a realizar un uso racional de recurso hídrico en la producción de biomasa forestal.

Materiales y métodos

En una propiedad rural ubicada en el distrito de Perdriel, Luján de Cuyo, se estableció un ensayo de cultivo de álamo *Populus x canadensis* ‘Conti 12’ con una densidad de plantación de 14.512 plantas.ha⁻¹.

Se utilizó como material de plantación estacas leñosas de 30 cm de longitud, que se plantaron dejando 1 ó 2 yemas sobre la superficie del suelo.

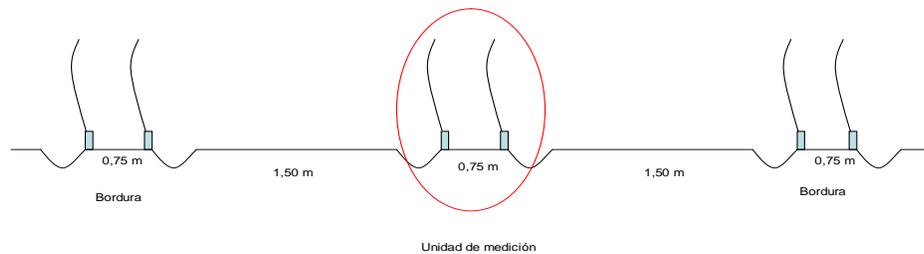
El marco de plantación utilizado fue en una doble hilera distanciada a 75 cm, luego a 150 cm otra doble hilera, y así alternativamente, con un distanciamiento entre plantas de 70 cm en el sentido de la hilera. Este sistema de plantación fue propuesto por la Forestry Commission U.K.

Estudios previos realizados en el lugar del ensayo determinaron que la textura del suelo es franco a franco arenoso, la profundidad libre de impedimentos es mayor de 0,80 m y se analizaron además salinidad y fertilidad.

Muestra /Determinación			
Profundidad	0 – 30 cm	30 – 60 cm	Más de 60 cm
Vol. sedimen. (cm ³ %g)	96	84	88
Textura	Franco	Franco arenoso	Franco arenoso
pH	7,62	7,58	7,80
Conduc. Eléctrica (dS/m)	1,66	1,33	1,19
Nitrógeno total (mg/kg)	550	360	310
Fósforo ext. Carbón 1:10 (mg/kg)	9,4	2,1	3,5
Potasio intercambiable (mg/kg)	440	140	1100
Materia orgánica (g%g)	0,8	0,4	0,3
Relación C/N	8,6	6,66	4,9
Limo americano (2 a 50 µm)	24	26	50
Limo internacional (2 a 20 µm)	9	17	24
Arcilla (menor de 2 µm)	6	5	1
Wc (g%g)	12,5	13,4	11,6
Wm (g%g)	6,4	6,9	5,9

Luego del primer año de plantación se procedió a cortar todos los brotes producidos a 30cm del suelo a fin promover el desarrollo de mayor número de brotes por planta.

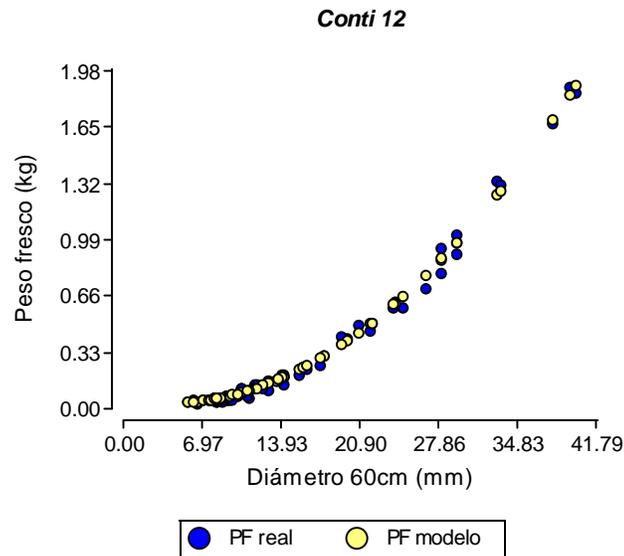
La unidad de medición está determinada por una muestra de 30 plantas (Facciotto *et al*, 2008) por tratamiento y repetición. La parcela de ensayo está conformada por 3 hileras dobles, separadas entre sí alternativamente a 75 cm y a 150 cm. En la hilera doble central se ubica la unidad de medición y 1 hilera doble de cada lado de la misma constituyen las correspondientes borduras.



La aplicación de los tratamientos de riego se realizará durante una rotación completa de cultivo que corresponde a dos años. Los tratamientos de riego consisten en la aplicación de 3 láminas de riego por medio de 2 métodos de riego (superficial y por goteo) con 3 repeticiones, en un diseño de parcelas divididas.

Finalizado el primer ciclo vegetativo (el 1º año de la rotación) se efectuó el control de crecimiento, que consistió en la medición de número y diámetro de brotes a 60 cm de altura, a fin de estimar la producción de biomasa, en kg de materia fresca por ha, y determinar las diferencias que puedan existir como resultado de la aplicación de los tratamientos.

Para estimar la biomasa producida, como respuesta a la aplicación de los tratamientos, el dato de diámetro del brote a 60 cm de altura se ingresó en un modelo de predicción previamente calculado a partir de datos recogidos en el mismo lugar de ensayo, con el propósito de estimar la producción de biomasa, evitando de esta manera, el corte, acondicionamiento y pesado de las muestras.



Relación entre el diámetro a 60cm (mm) de brotes de Conti 12, con su correspondiente peso fresco (kg) y su estimación con $PF=0.04 -0.01.D60 + 0.0014.D60^2$ ($R^2=0,99$; $n=69$)

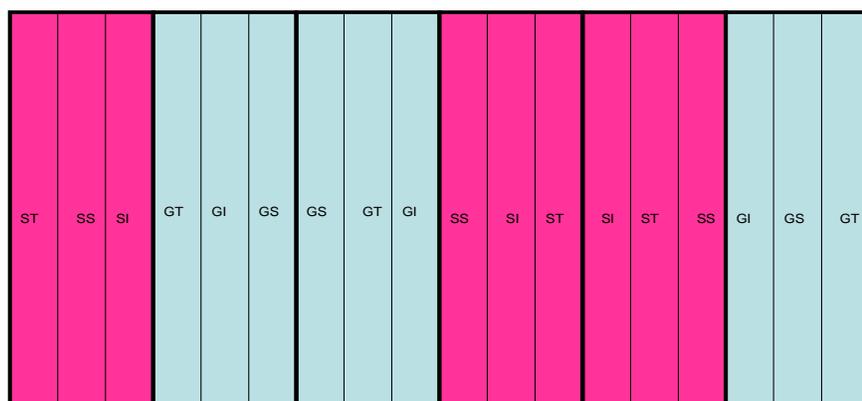
Riego

Se aplicaron 6 tratamientos con 3 repeticiones: éstos consisten en la combinación de 3 láminas de agua con 2 sistemas de riego, superficial por medio de surcos y localizado por medio de goteo.

La lámina de agua testigo se determinó a través de ET_c , utilizando un $K_c=0,7$ (Ciancaglini *et al* 1983 y Riu *et al* 1993) y la ET_o se determinó por la Ecuación de Penman - Monteith (Allen *et al* 2006), a partir de los datos de la Estación Agrometeorológica de la Facultad de Ciencias Agrarias. Los 2 tratamientos restantes de lámina de agua corresponden a una lámina 50% superior a la determinada por fórmula de ET_c y una lámina 50% inferior.

A su vez cada lámina se aplicó en riego superficial por surcos y en riego por goteo. Como resumen se indica que los tratamientos son:

- ST: Riego por Surcos, lámina testigo (100% ET_c)
- SS: Riego por Surcos, lámina 150 % ET_c
- SI: Riego por Surcos, lámina 50% ET_c
- GT: Riego por Goteo, lámina testigo (100% ET_c)
- GS: Riego por Goteo, lámina 150% ET_c
- GI: Riego por Goteo, lámina 50% ET_c



■ GOTEO
■ SURCOS

ST: Riego por Surcos, lámina testigo (100% Etc)
 SS: Riego por Surcos, lámina 150 % Etc
 SI: Riego por Surcos, lámina 50% Etc
 GT: Riego por Goteo, lámina testigo (100% Etc)
 GS: Riego por Goteo, lámina 150% Etc
 GI: Riego por Goteo, lámina 50% Etc

Resultados

El detalle de las medidas resumen obtenidas en el Análisis de Estadística Descriptiva (Infostat, 2012) son:

Según intensidad de lámina aplicada

Lámina	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx
50	Rendimiento	36	0,06	0,03	58,63	0,02	0,19
100	Rendimiento	43	0,06	0,05	81,18	0,02	0,29
150	Rendimiento	47	0,06	0,04	68,50	0,02	0,18

Según método de riego

Riego	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx
Goteo	Rendimiento	63	0,06	0,05	74,08	0,02	0,29
Surco	Rendimiento	63	0,06	0,04	65,80	0,02	0,19

Combinación de distintas láminas y métodos de riego

Riego	Lámina	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx
Goteo	50	Rendimiento	18	0,05	0,02	37,20	0,03	0,09
Goteo	100	Rendimiento	21	0,07	0,06	87,89	0,02	0,29
Goteo	150	Rendimiento	24	0,07	0,05	72,34	0,02	0,18
Surco	50	Rendimiento	18	0,06	0,04	71,48	0,02	0,19
Surco	100	Rendimiento	22	0,05	0,03	62,94	0,02	0,15
Surco	150	Rendimiento	23	0,06	0,04	64,58	0,02	0,15

El dato de peso fresco por tratamiento y repetición se sometió a Análisis de la varianza (Infostat, 2012). La aplicación de distintas láminas de agua en riego superficial o en riego por goteo, no arrojó diferencias significativas para un $\alpha=0,05$ durante el primer año de la rotación de cultivo.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento	18	0,48	0,00	25,55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Error)
Modelo.	1,8E-03	9	2,0E-04	0,81	0,6250	
Riego	1,5E-04	1	1,5E-04	0,62	0,4745(Riego>Repetición)	
Riego>Repetic.	9,4E-04	4	2,3E-04	0,95	0,4842	
Lámina	1,7E-04	2	8,4E-05	0,34	0,7212	
Riego*Lámina	5,4E-04	2	2,7E-04	1,10	0,3797	
Error	2,0E-03	8	2,5E-04			
Total	3,8E-03	17				

Discusión y Conclusiones

Debido a que los resultados corresponden al crecimiento observado luego de la aplicación de los tratamientos durante el 1° ciclo vegetativo de la rotación del cultivo, éstos son considerados preliminares. Se tiene previsto la continuación del ensayo durante un ciclo vegetativo más, al término del cual se podrá obtener en forma directa el rendimiento en kg de materia seca, que se someterá a un nuevo análisis estadístico a fin de establecer las diferencias significativas entre los tratamientos.

Bibliografía

Allen R, Pereira I, Raes D, and Smith M. 2006. **Manual N° 56. Evapotranspiración del cultivo.** Estudio FAO Riego y Drenaje. Roma. 298 p.

Bustamante J, Perez S, Llera J, Zanetti P y Funes D. 2009. **Cultivo de álamos en alta densidad: peso de biomasa al primer año.** Resúmenes Jornadas Nacionales de Salicáceas Mendoza 2009. ISSN 1850 – 3543.

Calderón A, Settepani V, Bustamante J, Riu N y Perez S. 2004. **Red de ensayos de adaptación y comportamiento de clones de álamos en la región regadía de Cuyo.** Revista SAGPYA Forestal N° 32: 31 – 35.

Christersson L. 2006. **Biomass production of intensively grown poplars in the southernmost part of Sweden: Observation of characters, traits and growth potential.** Biomass and Bioenergy: 30 : 497 – 508.

Ciancaglini N, Romero R, Zuluaga J, Rearte E y Nuñez. 1983. **Respuesta a diferentes regímenes en cultivos regionales varios (*P. x euramericana* I-214) en vivero. Ciclo**

1981 – 1982. VII Jornadas de Investigación Universidad Nacional de Cuyo. Resúmenes CIUNC (159)

Dickmann D. 2006. **Silviculture and biology of short-rotation woody crops in temperate regions: Then and now.** Biomass and Bioenergy 30: 696–705

Facciotto G, Di Candilo M, Bergante S, Lioia C and Diozzi M. 2008. **Poplar clones for Biomass production in italian SRC.** 16th European Biomass Conference & Exhibition. Valencia, Spain.

Gasol C, Gabarrell X, Antón A, Rigola M, Carrasco J, Ciria P and Rieradevall J. 2009. **LCA of poplar bioenergy system compared with Brassica carinata energy crop and natural gas in regional scenario** Biomass and Bioenergy: 33: 119–129

Helby P, Rosenqvist H, Roos A. 2006. **Retreat from Salix—Swedish experience with energy crops in the 1990s** Biomass and Bioenergy 30 : 422–427

Infostat. 2012. **Software Estadístico.** Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. www.infostat.com.ar

Riu N y Ciancaglini N. 1993. **Respuesta de álamos de 1 año a diferentes regímenes de riego.** XIV Congreso Argentino de la ciencia del suelo. Mendoza. pp. 345 – 346.