

RESULTADOS PRELIMINARES DE UN ENSAYO ADAPTATIVO DE KIRI (*Paulownia* spp.) EN SAN CARLOS, MENDOZA.

PRELIMINARY RESULTS OF AN ADAPTIVE TRIAL OF KIRI (*Paulownia* spp.) IN SAN CARLOS, MENDOZA.

Fecha de Recepción: 20/11/2019 // Fecha de Aceptación: 02/12/2020

Christian G. Tarnowski

Licenciado en Genética (MSc), Estación Experimental Agropecuaria INTA La Consulta. Ex Ruta Nac. 40 - Km 96, San Carlos, Mendoza.
tarnowski.christian@inta.gov.ar

RESUMEN

El género *Paulownia* reúne varias especies forestales de rápido crecimiento y presenta características maderables muy similares al álamo, por ello ha despertado el interés en algunos productores, extensionistas e investigadores vinculados al sector foresto-industrial. Debido a que hay escasos reportes de ensayos técnicos en Mendoza, el objetivo de esta investigación fue evaluar el crecimiento de *Paulownia* bajo diferentes tipos de manejo. En el INTA La Consulta se plantaron diez individuos en 2017: cinco fueron fertilizados con 30 g de fosfato diamónico por planta y cinco sin fertilizar, y se usó manta térmica para protección contra heladas tardías. Se registró el crecimiento de los árboles (altura y diámetro a la altura del cuello), se efectuaron podas de formación y se evaluó el efecto de la nieve, granizo y vientos. A los 18 meses posteriores al recepe, en promedio, las plantas fertilizadas crecieron 5,13 m de altura y 6,8 cm de diámetro; mientras que las plantas sin fertilizar midieron 2,18 m de altura y 4,5 cm de diámetro. La manta térmica protegió a los brotes de las heladas tardías, pero no influyó sobre el crecimiento final en las plantas que fueron fertilizadas. Estos resultados preliminares sugieren la posibilidad de adaptación exitosa de *Paulownia* en esta región.

Palabras clave: rápido crecimiento; fertilización; manta térmica.

SUMMARY

The genus *Paulownia* brings together several fast-growing forest species and presents wood characteristics very similar to poplar, which has attracted the interest of forest growers, extension workers and forestry researchers. Because there are few reports of technical trials in Mendoza, the objective of this research was to evaluate growth of *Paulownia* trees under different management conditions. At INTA La Consulta, ten individuals were planted in 2017: five were fertilized with 30 g of diammonium phosphate, five remained unfertilized, and thermal blanket was used to protect against late frosts. Tree growth (height and diameter at neck height) was registered, formation pruning was carried out, and the effect of snow, hail and winds was taken into account. Eighteen months after the coppicing, on average, the fertilized plants grew 5.13 m in height and 6.8 cm in diameter; while the unfertilized plants measured 2.18 m in height and 4.5 cm in diameter. The thermal blanket protected the shoots from late frosts, but did not influence the final growth in the plants that were fertilized. These preliminary results suggest the possibility of successful adaptation of *Paulownia* in this region.

Key words: fast growth; fertilization; thermal blanket.

INTRODUCCIÓN

El género *Paulownia* (kiri) es originario de China y posee numerosas especies, de las cuales siete son forestales de rápido crecimiento y pertenecen a la familia *Paulowniaceae* (LUPI *et al.*, 2019). La madera es muy liviana ($0,270 \text{ g/cm}^3$) pero estable, se seca fácilmente, no se deforma ni se agrieta, es fácil de trabajar, adecuada para tallar y tiene excelentes propiedades de aislamiento (ZHU *et al.*, 1986; PEREYRA *et al.*, 2006). Los usos que posee la madera son muy similares al del álamo, es adecuado para la fabricación de muebles, contrachapado, pulpa, artesanías e instrumentos musicales. La primera experiencia con este género en la provincia de Mendoza data de 1976, donde fue realizado un ensayo adaptativo con *Paulownia fortunei* (Seem.) Hemsl. en el campo del ex IFONA (Instituto Forestal Nacional) localizado cerca de la ciudad de Rivadavia, pero los resultados del crecimiento posterior al recepe no fueron alentadores (Informe Técnico, 1977). Actualmente, existe mucha información técnica sobre el manejo de este cultivo en diferentes partes del mundo, por ejemplo, en Nueva Zelanda (BARTON *et al.*, 2007); en Bulgaria (BIO TREE Ltd); en Chile (MUÑOZ y CANCELINO, 2014); en Alemania (Cathalia International GmbH & Co. KG); en España (DEL CERRO BARJA, 2009) y una revisión reciente realizada en Argentina por LUPI *et al.*, (2019). Las mayores experiencias sobre el manejo silvícola y sanitario del kiri se encuentra en la provincia de Misiones, pues existe una superficie plantada de aproximadamente 3.110 ha, según el inventario forestal de los años 2015-2016 (SUBSECRETARIA DE DESARROLLO FORESTAL, 2016). Sin embargo, no existe, hasta la fecha, datos de crecimiento y adaptación de este cultivo en la provincia de Mendoza.

Es por ello que se iniciaron algunos ensayos en la zona bajo riego del Valle de Uco, más precisamente en el Departamento de San Carlos (Mendoza), cuya actividad forestal más importante está ligada al cultivo del álamo. El objetivo principal de este trabajo fue evaluar el crecimiento del kiri según las condiciones ambientales y de manejo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del sitio

El ensayo se instaló en la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) INTA La Consulta ($33^{\circ}42'32.9''\text{S}$ $69^{\circ}04'28.8''\text{W}$) localizado en el Departamento de San Carlos, provincia de Mendoza y se encuentra a una altitud de 940 m.s.n.m. En los tres años que se evaluó este ensayo, la estación meteorológica local registró una gran amplitud térmica, siendo la temperatura mínima promedio de $-10,4^{\circ}\text{C}$ y máxima de $37,8^{\circ}\text{C}$ con precipitaciones anuales de 350 mm. El tipo de suelo en general tiene un pH 8,0 es de textura franco-arenosa y una conductividad eléctrica promedio de $1102,4 \mu\text{Scm}^{-1}$, medida hasta 90 cm de profundidad en tres puntos diferentes de la parcela.

Material vegetal

Las plantas, sin identidad genética conocida, fueron adquiridas en un vivero de Misiones por un productor forestal local. El día 3 de enero de 2017 se plantaron en total 10 individuos en un surco subsolado, en sentido N-S y una distancia de 5 m entre plantas.

Tratamientos y mediciones

Cinco plantas (llamado Grupo 1 o G1) fueron fertilizadas con 30 g de fosfato diamónico 18-46-0 en el hoyo de plantación y las restantes cinco plantas (llamado Grupo 2 o G2) no fueron fertilizadas. Mensualmente, durante el período de crecimiento, se tomaron medidas de altura total y diámetro a la altura del cuello (DAC) de cada planta y se tuvieron en cuenta algunas observaciones ambientales, tales como ocurrencias de nevada, vientos fuertes y granizo. Se realizó un análisis de varianza con el programa Infostat (DI RIENZO *et al.*, 2016) y para la diferencia de medias se aplicó Tukey al 5%.

Para la realización de este ensayo fue utilizado como guía práctica la cartilla de PANTAENIUS y DALTON (1994), el cual describe las recomendaciones técnicas para el manejo del kiri en la provincia de Misiones. En el mes de agosto de 2017, todas las plantas fueron cortadas a nivel del suelo con una sierra de poda y la herida se protegió inmediatamente con una mezcla de Carbendazim 50% y pintura látex (1:5 v/v). El propósito de este recepe es favorecer el crecimiento rápido de un solo brote el cual se transformará en un fuste recto y de mejor calidad (KAYS *et al.*, 1988). A mediados del mes de octubre de 2017, cuando hubo una previsión del descenso de la temperatura mínima con posible riesgo de heladas, se cubrieron con manta térmica dos tocones seleccionados al azar en cada uno de los tratamientos G1 y G2.

A partir de los múltiples brotes emergidos en cada tocón, se eligió el más vigoroso para formar el fuste definitivo y se continuaron con las mediciones de DAC y altura total de la nueva planta. Se eliminaron los brotes laterales cada 15 días hasta una altura de 5 m. A mediados del mes de octubre de 2018 (1 año post-recepe) todos los fustes fueron pintados con pintura látex blanca para evitar lesiones provocadas por el sol (escaldaduras). Además, se instaló un sistema de riego por manguera con goteros cada 1 m, dando un caudal 3,5 a 4 L/h y con una frecuencia máxima de cuatro riegos por semana de 4 h cada turno en los meses de enero y febrero. Todo el ensayo tuvo el siguiente programa de fertirriego: en el período de diciembre de 2017 a enero de 2018 se fertilizó con 40 kg N/ha en cuatro aplicaciones, y entre noviembre de 2018 y abril de 2019 se incorporaron 29 kg N/ha en nueve aplicaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó que todas las plantas que fueron fertilizadas en el momento de la plantación (G1) se desarrollaron más en altura y DAC que las plantas no fertilizadas (G2) en los primeros cuatro meses de crecimiento (Gráfico 1). Dentro de las primeras, la altura media máxima fue de 106,25

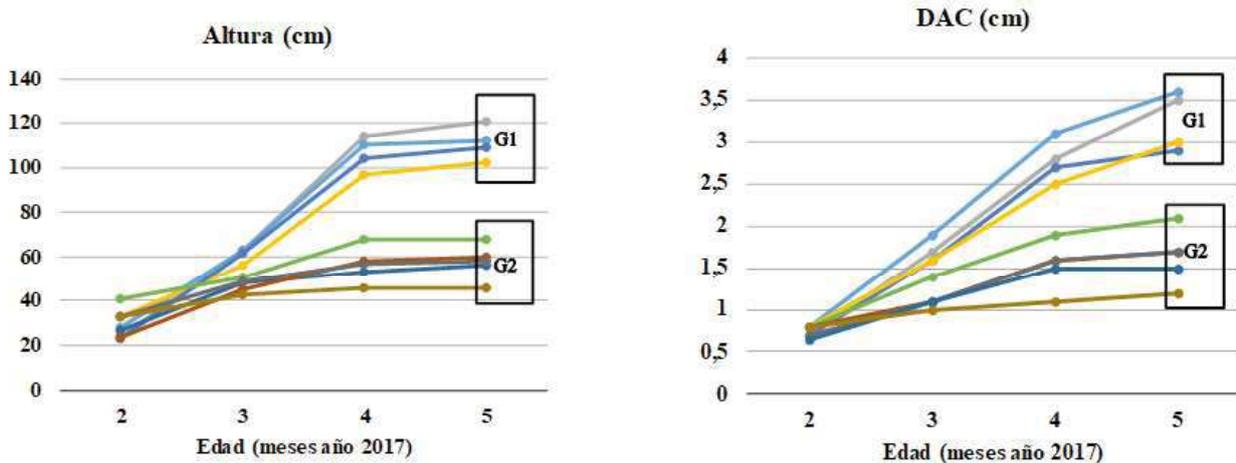


Gráfico 1. Crecimiento en altura y DAC de las plantas del G1 y del G2 desde la fecha de plantación hasta mayo de 2017.

Graph 1. Growth in height and DAC of G1 and G2 plants from the date of planting to May 2017.

cm y el DAC 3,45 cm; mientras que, en el segundo grupo, el valor promedio de altura fue de 56,40 cm y DAC de 1,66 cm, siendo las diferencias altamente significativas en ambas variables ($p=0,0002$).

FERNÁNDEZ *et al.*, (1997) evaluaron el efecto de la aplicación de dosis de NPK (0, 200, 400 y 800 g/planta) sobre el crecimiento inicial del kiri en un suelo degradado, localizado en Misiones, y luego de analizar la altura, DAP y volumen a los 19 meses de edad, también observaron diferencias altamente significativas entre las dosis de fertilización. Sin embargo, MARTÍNEZ *et al.*, (2010) encontraron que el crecimiento de un híbrido de *Paulownia* depende en mayor grado de la cantidad de agua que de la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo. El crecimiento es muy dependiente del sitio, según VAN DE HOEF (2003) pueden llegar a medir entre 4 a 6 m de altura durante el primer año de crecimiento.

A mediados del mes de julio de 2017, cuando las plantas tenían 7 meses de edad, se produjo una nevada con permanencia en el suelo por una semana y la Estación Meteorológica local registró una temperatura mínima de $-13,4$ °C. En China, la distribución natural de *Paulownia* abarca regiones con temperaturas mínimas entre -15 °C y -20 °C (ZHU *et al.*, 1986), por lo tanto, la especie tiene una adaptación natural a bajas temperaturas y ninguna de ellas sufrió mortandad. Un mes después, cuando se realizó el recepe, los tocones del G1 medían entre 2,9 y 3,6 cm de DAC; mientras que en el G2 las medidas de los tocones variaron entre 1,2 y 2,1 cm (Gráfico 1). A finales del mes de septiembre la mayoría de los tocones del G1 tenían múltiples brotes de hasta 15 cm de longitud. Sin embargo, en el G2 sólo el tocón más grueso tenía un brote de 10 cm de longitud y los demás aún no habían brotado. PANTAENIUS y DALTON (1994) recomiendan no realizar el recepe si la base de la planta no ha superado los 2 cm de diámetro ya que el desarrollo radicular es escaso y no se lograría un buen rebrote. No obstante ello, fueron recepadas todas las plantas para evaluar su comportamiento. KAYS *et al.*, (1988) en cambio, sugieren realizar el recepe cuando todas las plantas hayan alcanzado una altura mínima de 2,5 m, independientemente del diámetro del fuste y de la edad de la planta. El día 13 de octubre

de 2017 ocurrió una helada de $-0,5$ °C y provocó daños en todos los brotes nuevos surgidos en las plantas que no fueron cubiertas con manta térmica. Los síntomas observados fueron ennegrecimiento y muerte del tallo y de todas las hojas, sin embargo, todas esas plantas volvieron a rebrotar desde la base luego de dos semanas. No obstante, los brotes de las plantas que fueron protegidas no se vieron afectadas y siguieron con su normal desarrollo. Si bien esto causó una diferencia en el tamaño inicial de los brotes dentro del G1, el uso de la manta térmica no influyó en el crecimiento, cuyas medidas tendieron a homogeneizarse hacia principios de otoño (marzo de 2018), con valores promedios de 2,90 m de altura y 5,8 cm de DAC. Sin embargo, dentro del G2 estos parámetros tuvieron mayores diferencias como consecuencia del uso de la manta térmica, siendo la altura promedio para las plantas sin cubrir de 1,43 m y DAC de 2,9 cm; mientras que las plantas que fueron cubiertas midieron en promedio 2,42 m de altura y 5,2 cm de DAC.

En diciembre de 2017 hubo ocurrencia de viento Zonda en la región con una velocidad de hasta 59,5 km/h y la temperatura máxima fue de $43,2$ °C, esta condición estuvo presente por 10 horas en la Experimental. En ese momento, todas las plantas tenían menos de 1 m de altura y ninguna de ellas sufrió algún efecto por este fenómeno (ni siquiera caída de hojas). TAFT (2019) realizó una evaluación de crecimiento y adaptación de un ensayo de kiri de dos años de edad instalado en la EEA Pocitos del INTA en la provincia de San Juan, y observó que la presencia de vientos permanentes en la misma dirección genera curvaturas en los troncos y daños en las hojas por el efecto abrasivo de la arena en suspensión, lo cual produce árboles indeseables por lo menos para su uso maderero. Entonces, tal cual lo mencionan BARTON *et al.*, (2007), es importante considerar el efecto del viento en el sitio de plantación porque puede afectar la forma de la copa y el crecimiento en altura del kiri.

En el Tabla 1 se muestran los valores promedio de crecimiento mensual posterior al recepe de las plantas del G1 y del G2, en los meses donde se registraron incrementos

en altura y DAC. En el análisis de los datos de las cinco plantas del G1, fueron eliminadas las mediciones de un individuo que presentó características diferentes en cuanto a forma y color de hojas, así como mayor longitud del pecíolo. Además, era mucho más sensible al frío, por lo tanto, se trataría de otra especie de *Paulownia* que no pudo ser identificada.

La mayor tasa de crecimiento mensual se observó en enero de 2018 dentro del G1 donde se registró un incremento promedio de 78 cm de altura y 1 cm de DAC. Se destacó el crecimiento en altura de casi 3 cm por día en una de las plantas (Figura 1). TEZA (2001) observó en un ensayo con *P. fortunei* realizado en Misiones que el mayor crecimiento en altura fue de aproximadamente 1 m y ocurrió entre los meses de febrero y marzo.

La temperatura media del mes de enero fue de 24,6 °C, la más elevada del verano, y ese valor coincide con el rango de temperatura en el cual *Paulownia* crece en óptimas condiciones, que es entre 24-29 °C (ZHU *et al.*, 1986). En el verano del año siguiente, tanto el incremento en altura como en diámetro fue comparativamente menor, y coincidentemente las temperaturas medias no alcanzaron ese valor mínimo (Tabla 1). FALASCA y BERNABÉ (2010) realizaron una caracterización edafoclimática de Argentina para definir los sitios con mayor o menor aptitud para el cultivo del kiri, y la zona Oeste de la provincia de Mendoza, específicamente la región llamada Valle de Uco, fue catalogada justamente como: “Área apropiada con riego con limitaciones por temperaturas bajas en verano”. De todas formas, bajo un contexto de cambio climático global, es indispensable seguir probando diferentes especies e híbridos en varios sitios a fin de poder determinar su adaptabilidad.

En febrero de 2018 hubo una tormenta de granizo durante 30 minutos con tamaños que variaron entre 5 a 10 mm. Este evento provocó el quiebre del extremo apical de tres plantas del G1 y dos plantas del G2, además de rotura de hojas y daños en la corteza. No obstante, al cabo de dos

semanas, todas las plantas que fueron dañadas comenzaron a rebrotar a partir de las yemas axilares que se encontraban a mayor altura y luego se dejó una sola para que continúe el crecimiento. En el invierno, los brotes apicales de todas las plantas se helaron y al inicio de la primavera fueron seleccionados nuevamente los brotes más rectos y vigorosos, eliminando los restantes. *Paulownia* posee alta capacidad de rebrote, lo que permite inclusive hacer uso de las plantaciones por más de un turno de cosecha (MUELLER *et al.*, 2001).

Se comprobó que el período de crecimiento activo del kiri abarca seis meses consecutivos (de octubre a marzo), detiene su crecimiento en abril y a mediados de mayo sufre la caída de hojas. En la Tabla 1 y en el Gráfico 2 se observa que la altura promedio del G2 disminuyó en la medición de octubre de 2018 porque las tres plantas que no fueron cubiertas con manta térmica el año anterior, no lograron desarrollarse adecuadamente y volvieron a sufrir los efectos de una helada tardía de -0,5 °C, matando las hojas y el tallo joven no lignificado. En Chile observaron también que las heladas primaverales fuertes pueden dañar los brotes o tallos jóvenes, afectando severamente el crecimiento y la forma del árbol (MUÑOZ y CANCINO, 2014). En el G2 se observó que únicamente las dos plantas que fueron cubiertas con manta térmica posterior al recepe, crecieron hasta una altura aproximada de 2,5 m y no fueron afectadas por el frío, las cuales continuaron con su normal crecimiento en la siguiente primavera (Gráfico 2). Sin embargo, los fustes de las tres plantas que no fueron cubiertas no alcanzaron los 2 m de altura y se helaron hasta un 70% de su longitud, por tal motivo rebrotaron en la primavera las yemas ubicadas a unos 30 cm del suelo. Por otro lado, todas las plantas del G1 crecieron en ese mismo período hasta una altura promedio de 2,90 m y ninguna sufrió los efectos del frío.

Tabla 1. Crecimiento promedio mensual de altura y DAC de las plantas del G1 y del G2 posterior al recepe. Se muestra la temperatura media de cada mes (°C). (*) Una tormenta de granizo provocó el quiebre de la yema apical de varias plantas.

Table 1. Average monthly increase in height and diameter of G1 and G2 plants after coppicing. The average temperature of each month is shown (°C). (*) A hailstorm broke the main apical bud of several plants.

Año	2017			2018						2019		
Mes	Oct	Nov	Dic	En	Feb*	Mar	Oct	Nov	Dic	En	Feb	Mar
°C	13,9	18	22,5	24,6	24,3	21,5	15,1	18,5	20,1	22	21,5	17,5
Altura (m)												
G1	0,28	0,82	1,55	2,33	2,50	2,90	3,28	3,90	4,46	4,81	5,06	5,13
G2	0,24	0,48	0,95	1,51	1,69	1,82	1,04	1,43	1,69	1,95	2,16	2,18
DAC (cm)												
G1	1,6	2,9	3,7	4,7	5,6	5,8	5,9	6,0	6,3	6,6	6,7	6,8
G2	1,1	1,6	2,2	3,3	3,7	3,8	4,0	4,1	4,3	4,4	4,5	4,5



Figura 1. Planta de kiri de 3 meses de edad, brotada después del recepe.

Figure 1. Three-month-old plant of kiri, sprouted after the coppicing.

Casi todos los fustes que fueron pintados de blanco mostraron una lesión provocada por el sol (escaldadura) a unos 20 cm del suelo, hacia el lado Noroeste y con dimensiones de 15 cm de largo y 2 cm de ancho. Es muy probable que el daño haya sido ocasionado durante el invierno al acumularse una masa de aire frío a nivel del suelo y luego, al inicio de la primavera, la radiación solar dañó esa área del tronco ya sensibilizada (comunicación personal con Gerardo Pantaenius, Jefe de la Agencia de Extensión Rural INTA Eldorado). La corteza del kiri es muy delgada y susceptible de ser dañada por el frío del invierno, el viento fuerte y el sol (KAYS *et al.*, 1988).

A los 18 meses de edad (marzo de 2019), las plantas del G1 midieron en promedio una altura de 5,13 m y DAC de 6,8 cm. Dentro del G2 estos parámetros fueron estadísticamente significativos con respecto al tratamiento de la manta térmica. El promedio en altura de las dos plantas cubiertas fue de 4,37 m mientras que las tres plantas no protegidas midieron 0,72 m ($p = 0,0163$); y el DAC promedio fue de 6,15 cm y 3,43 cm, respectivamente ($p = 0,0117$). Si bien se incorporó nitrógeno al suelo en todo el ensayo mediante fertirriego y en dos períodos estivales, al parecer no causó un efecto cuantificable en el crecimiento de las plantas del G2, en particular las que no fueron protegidas

de las heladas. Por lo tanto, la no fertilización al momento de la plantación fue crucial en el desarrollo subsiguiente de esas plantas.

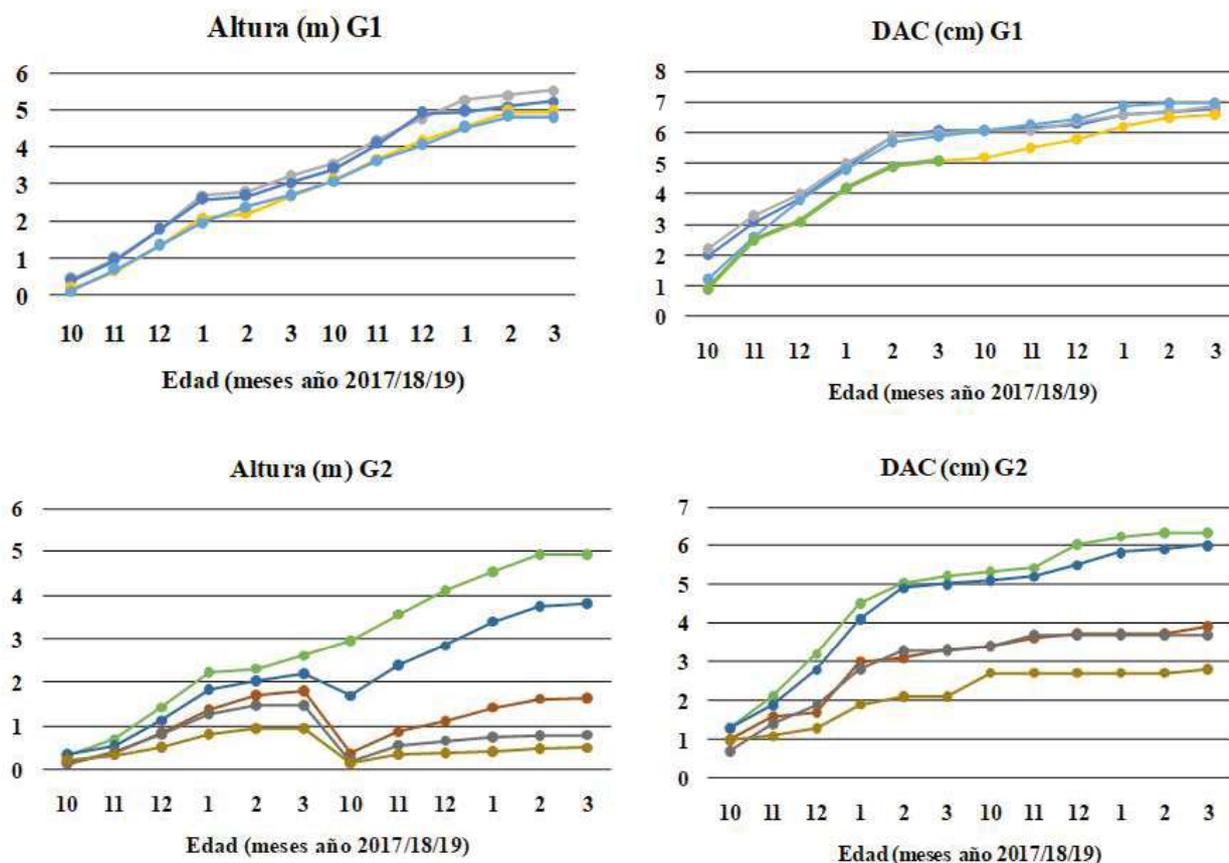
En Chile, una plantación de *Paulownia* de alta densidad (1000 plantas/ha) medidos a los 18 meses de edad, presentó una altura total de 3,51 m y 9,5 cm de DAC (MUÑOZ y CANCINO, 2014). Debido a que este cultivo tenía como destino la producción de biomasa para fines energéticos, crecieron en promedio 3,5 vástagos por árbol y sin podas de ramas. Sin embargo, si el destino final es producción de madera, deben realizarse diferentes manejos silvícolas (recepe, podas de ramas laterales y/o apicales, raleos intermedios) para obtener árboles con fustes rectos, libres de nudos y de buen diámetro en el menor tiempo posible (BARTON *et al.*, 2007).

Considerando la variación interanual entre marzo de 2018 y marzo de 2019, las plantas del G1 tuvieron un incremento promedio en altura de 2,24 m y DAC de 1 cm; mientras que en las plantas del G2, la diferencia de crecimiento en altura en ese mismo período fue en promedio de 0,36 m y DAC de 0,4 cm.

Hasta el momento no se detectó presencia de plagas o fitopatógenos en este cultivo.

Gráfico2. Crecimiento en altura y DAC de las plantas del G1 y del G2 después del recepe realizado en agosto de 2017 hasta marzo de 2019.

Graph 2. Growth in height of the five plants of the G1 (left) and diameter at neck height (right) after the coppicing performed in August 2017 until May 2019.



CONCLUSIÓN

De la realización de este trabajo se pueden concluir los siguientes aspectos:

La fertilización al momento de la plantación permite acelerar el crecimiento inicial de las plantas y llegar al invierno con un diámetro en la base superior a los 2 cm. Este diámetro basal mínimo es necesario para que el recepe tenga los efectos deseados.

Si bien el uso de la manta térmica impide el daño por heladas primaverales en los brotes jóvenes, no sería un insumo necesario pues *Paulownia* posee buena capacidad de rebrote y puede alcanzar un desarrollo óptimo si las plantas son fertilizadas al momento de la plantación.

La planta tiene que lograr un crecimiento en altura mínimo de 2,5 m durante el primer año posterior al recepe para escapar a los daños provocados por las heladas invernales y así obtener un crecimiento continuo.

La pintura blanca no evita la escaldadura en la parte basal de los troncos en plantas de un año de edad.

Es muy prematuro recomendar la plantación de *Paulownia* en esta región. Es necesario instalar ensayos en otros sitios de la provincia para estudiar también su crecimiento bajo otras condiciones ambientales y de manejo.

RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES FINALES

De acuerdo a las observaciones realizadas bajo estas condiciones ambientales y el tipo de manejo efectuado, se pueden mencionar los siguientes puntos: (1) La plantación debería realizarse a fines de octubre para evitar heladas tardías y ganar mayor crecimiento en verano. (2) Es imprescindible realizar una fertilización de arranque para obtener un óptimo crecimiento en altura y diámetro. (3) A pesar que no se evaluó la necesidad de agua para el riego, es fundamental en la época de pleno crecimiento regar por lo menos entre 15 y 20 L por planta por semana. (4) Hay que realizar el recepe solamente cuando el DAC sea mayor a los 2 cm. (5) La presencia de nieve en el suelo por una semana no afecta a las plantas en el primer año de plantación. (6) El viento zonda no causa daños cuando las plantas son pequeñas (menores a 1 m de altura). (7) El granizo provoca heridas del impacto en el fuste y quiebres de la yema apical, pero es posible el manejo de los rebrotes pues *Paulownia* posee una buena capacidad regeneradora. (8) Durante el primer año de crecimiento pos-recepe es importante realizar el

desbrote de las yemas axilares cada 15 días para obtener un fuste recto y libre de nudos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece muy especialmente al Sr. Jorge Nuñez por haber provisto las plantas para este ensayo, a la pasante de la Dirección de Desarrollo Foresto Industrial del MAGyP Virginia Dávila por su colaboración en las mediciones de las plantas y a la Ing. Agr. Natalia Naves, Técnica Regional de la Dirección Nacional de Desarrollo Foresto Industrial del MAGyP por contribuir con la logística y difusión de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- BARTON I.L.; Nicholas I.D.; Ecroyd C.E. 2007. *Paulownia*. Forest Research Bulletin No. 231: 1174 - 5096.
- DEL CERRO BARJA, A. 2009. Forestación de zonas semiráridas de Castilla-La Mancha con *Paulownia* spp. Informe del proyecto de investigación. Centro Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Albacete. Departamento Ciencia y Tecnología Agroforestal y Genética, Universidad Castilla-La Mancha. 70 p.
- DI RIENZO J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- FALASCA, S.L.; Bernabé, M.A. 2010. Aptitud agroclimática argentina para la implantación de bosques energéticos de *Paulownia* spp. Revista Geográfica. No. 148 (JULIO-DICIEMBRE 2010), pp. 151-163.
- FERNÁNDEZ, R, Lupi, A.; Pahr, N; Domecq, C. 1997. Respuesta del Kiri (*Paulownia* spp) a la fertilización y al encalado. Resultados a los 19 meses de edad. Revista YVYRARETA 8, Julio. 92-94 pp.
- INFORME TÉCNICO 1977. Memoria Anual del Instituto Forestal Nacional. Rivadavia, Mendoza, p. 9.
- KAYS, J.; Johnson, D.; Stringer, J. 1988. How to Produce and Market *Paulownia*. Maryland Cooperative Extension, University of Maryland, USA, Bulletin 319, 26 pp.
- LUPI, A.M.; Flores Palenzona, M.; Falconier, M.; Tato Vazquez, C.L. 2019. Antecedentes y cultivo del género *Paulownia* "kiri" en Argentina. Instituto de Suelos, Centro de Investigaciones Recursos Naturales, INTA Castelar. Dirección Nacional de Desarrollo Foresto Industrial del Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de la Nación. 27 p.
- MARTÍNEZ, E., Lucas-Borja, M.E., Andrés Abeillán, M., López Serrano, F.R., García Morote, A., del Cerro Barja, A., 2010. Aprovechamiento energético de *Paulownia* spp. en el ámbito mediterráneo. Revista Montes 102: 5-12.
- MUELLER J.P., Luginbuhl J. M., Bergmann B. A. 2001. Establishment and early growth characteristics of six *Paulownia* genotypes for goat browse in Raleigh, NC, USA. Agroforestry Systems 52: 63-72.
- MUÑOZ, F.; Cancino, C. 2014. Antecedentes de *Paulownia elongata x fortunei* para la producción de bioenergía. Universidad de Concepción, Chile. 72p.
- PANTAENIUS, G. y Dalton, E. 1994. El cultivo de kiri: Recomendaciones Técnicas. E.E.A Montecarlo, Misiones. Cartilla Técnica n° 1, 14 pp.
- PEREYRA, O., Suirezs T.M., Pitsch, C., Báez, R. 2006. Estudio de las propiedades físico-mecánicas y comportamiento en procesos industriales de la madera de kiri, grevillea, paraíso y toona. FLORESTA, Curitiba, PR, v. 36, n. 2, p: 213-223.
- SUBSECRETARIA DE DESARROLLO FORESTAL 2016. Actualización del inventario de bosques cultivados de la provincia de Misiones. Trabajo ejecutado por el laboratorio de Inventario y Manejo Forestal de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones, Eldorado, Misiones, 68 pp.
- TAFT, D.A. 2019. Evaluación del crecimiento de Kiri, *Paulownia* spp, en comparación con el Álamo *Guardi*, *Populus x canadensis* en la Provincia de San Juan (Argentina). Tesis de grado. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan, 56 pp.
- TEZA, V.G. 2001. Selección temprana y clonación de *Paulownia fortunei* Hemsley. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Misiones, 78 pp.
- VAN DE HOEF, L. 2003. *Paulownia*, Agriculture Notes (AGO778). Department of Primary Industries, Box Hill, Melbourne, Australia, ISSN 1329-8062 pages. 1-3.
- ZHU, Z.H., C.J. Chao, X.Y. Lu & Y.G. Xiong. 1986. *Paulownia* in China: cultivation and utilization. Asian Network for Biological Sciences and International Development Research Center, Singapore. 65 pp.