

# El cultivo de *Paulonia* (*Paulonia elongata* x *fortunei*) para la obtención de madera y biomasa en Castilla-La Mancha: Primeros resultados

Manuel Esteban Lucas Borja,  
Eduardo Martínez García,  
Francisco Antonio  
García Morote,  
Francisco Ramón  
López Serrano,  
Manuela Andrés Abellán,  
David Candel Pérez,  
Antonio del Cerro Barja

Departamento de Ciencia  
y Tecnología Agroforestal y  
Genética, Área de Tecnología  
del Medio Ambiente  
de la Universidad  
de Castilla-La Mancha

**Entre los beneficios de las especies del género *Paulownia* destacan la considerable producción de biomasa, la fijación de CO<sub>2</sub>, el potencial uso para reforestaciones de terrenos agrícolas abandonados y la madera de excelente calidad. A partir de un diseño experimental sencillo se cuantifica la producción de biomasa y se estudia la adaptabilidad de la especie híbrida *Paulownia elongata* x *fortunei* al ambiente mediterráneo, tras lo cual se propone su gestión agronómica. Así, en las mejores condiciones experimentales, la especie es capaz de producir unos 6.000 kg/ha de biomasa total, con un poder calorífico inferior de 19.500 kJ/kg, valor superior a la producción de otras especies forestales y agrícolas.**

## INTRODUCCIÓN

*Paulownia* es el único género con especies arbóreas de la familia *Scrophulariaceae*, compuesta principalmente por herbáceas. Las siete especies de este género son exclusivas de China (Zhao-Hua *et al.*, 1986), excepto *Paulownia fortunei*, que se extiende hasta Vietnam y Laos, y *Paulownia tomentosa*, que también vive en Corea y Japón. Para

proyectos forestales las especies más utilizadas son *Paulownia elongata*, *P. fortunei* y *P. kawakam*, además de algunos híbridos entre ellas. Estos árboles se han introducido por todo el mundo, desde el este de Asia, principalmente en Japón y Corea, pasando por Indonesia, hasta Estados Unidos (Carolina del Norte y del Sur, California, Indiana y Kentucky), México, Brasil, India e Italia.

Este género se cultiva hace más de 2.600 años, pero empezó a ser estudiado a partir de 1972 por el investigador forestal de origen chino Zhu Zhao-Hua. Inicialmente fue plantado por los agricultores chinos con el fin de proteger sus cultivos de las tormentas de arena y de las inundaciones, asegurando así buenas cosechas. En la actualidad, después de diversas investigaciones, se conocen en detalle todas sus virtudes, las mismas por las que este árbol empezó a ser mejorado genéticamente, a comienzos de la década de 1990, para que se adaptara a distintos climas a fin de promover su cultivo en el mundo, en reforestaciones para uso maderable y energético.

Principalmente, el valor industrial y comercial que tienen los árboles de este género radica en su rápido crecimiento, mucho mayor que el alcanzado por otras especies, hecho que los hace muy productivos y rentables. Entre otros beneficios, destacan la excelente calidad y belleza de su madera, sus idóneas condiciones para recuperar, controlar y estabilizar la erosión de suelos gracias a su profundo sistema radicular, la considerable producción de biomasa, la capacidad de fijación de CO<sub>2</sub>, la posibilidad de aprovechamiento del follaje para ramón de ganado, el potencial uso para reforestaciones de terrenos agrarios abandonados o degradados, su valor ornamental, etc. No obstante, en ciertos lugares se han

convertido en especies invasoras.

Los árboles pertenecientes al género *Paulownia* poseen un rápido crecimiento, que es especialmente llamativo en los primeros años de desarrollo. En condiciones normales, un árbol de 10 años de edad puede alcanzar 30–40 cm de diámetro normal y un volumen de madera próximo a 0,3–0,5 m<sup>3</sup>. Sin embargo, si las condiciones de cultivo son óptimas, se pueden alcanzar volúmenes de madera cercanos a los 4–4,5 m<sup>3</sup>, con unos crecimientos anuales en diámetro de 3–4 cm.

De igual forma, se adaptan a gran variedad de climas, pues el rango de temperaturas al que pueden adecuarse las especies del género varía ampliamente, llegando a soportar mínimas absolutas de -20 °C y máximas absolutas de 45 °C (Zhao-Hua *et al.*, 1986). Diferentes experiencias demuestran que el rango óptimo de temperaturas para el crecimiento en altura y diámetro se localiza usualmente entre 24 °C y 29 °C de temperatura media diaria (Zhao-Hua *et al.*, 1986). Las especies de este género pueden lograr desarrollarse en zonas con una precipitación anual próxima a los 150 mm, siendo necesarios algunos riegos estivales de periodicidad semanal, que generalmente deben superar los 100 mm en total.

Aunque crece mucho mejor en suelos fértiles, estas especies son tolerantes a suelos pobres, en los que también pueden lograr incrementos de

diámetro apreciables. Crecen en casi todo tipo de suelos, exceptuando aquellos con más del 30% de componente arcilloso y los demasiado rocosos. A su vez, sus raíces verticales, de 2 a 3 metros, lo convierten en un gran amortiguador de crecidas, por lo que se planta en riberas de ríos y canales. Es, por tanto, un buen recuperador de tierras y un gran estabilizador de suelos agroforestales, si bien, como se ha indicado anteriormente, puede adquirir carácter invasor.

Se trata de especies caducifolias que presentan una copa ancha y ramas de tendencia horizontal, con hojas de gran tamaño, de color verde oscuro, forma entre ovalada y acorazonada, de 20 a 40 centímetros de ancho. La madera de *Paulownia* spp. se distingue por tener algunas características diferenciales que la sitúan entre las maderas semipreciosas: color claro, gran resistencia, ligereza, fácil de trabajar y grano fino. Por si todo esto fuera poco, la madera posee una alta calidad, es dura pero ligera y de baja densidad, entre 300 y 400 kg/m<sup>3</sup>, muy demandada para la construcción por sus excelentes características de trabajo y elevada resistencia al fuego, pues su temperatura de ignición está entre los 420 y 430 °C, inferior al promedio de las maderas duras, que va de 220 a 225 °C. Además, es resistente a la deformación, torsión y agrietamiento; posee una gran capacidad aislante y un tiempo de secado

*Plantación experimental con dos meses de edad*



muy corto (24–48 horas en hornos para madera y 30–60 días al aire libre). Posee múltiples utilidades: carpintería en general, construcción, pasta de celulosa, planchas y contrachapados, etc. Otra ventaja importante, respecto a otros vegetales, radica en su gran capacidad para generar biomasa. Un árbol de ocho años de edad presenta una proporción de biomasa de aproximadamente 275,4 kg de materia seca total.

Por otro lado, las especies del género *Paulownia* pueden considerarse una fuente de materias primas alternativas a las maderas clásicas para la producción de pasta de celulosa, con unas características más próximas a los residuos agrícolas (paja de trigo, tallos de girasol, sarmientos de vid, tallos de sorgo, podas de olivo, etc.) que a las maderas de, por ejemplo, pino y eucalipto.

También se ha estudiado su comportamiento en plantación con cultivos intercalares como el maíz o el trigo. A pesar de que los primeros datos demuestran que *Paulownia* spp. es una alternativa viable a cultivos agrícolas en terrenos semiáridos, todavía se considera necesario investigar más sobre su valor agroforestal, tanto en lo indicado como en otros posibles usos: forrajero, apícola, ornamental, etc.).



*Apeo de árboles con motosierra utilizados en el ensayo de biomasa*

### RESULTADOS OBTENIDOS EN CASTILLA-LA MANCHA

Desde el Área de Tecnologías del Medio Ambiente, del Departamento de Ciencia y Tecnología Agroforestal y Genética de la Universidad de Castilla-La Mancha, se está desarrollando un proyecto de investigación dirigido por el catedrático Dr. Antonio del Cerro

Barja, cuyo equipo de investigadores está estudiando una plantación experimental de paulonia de tres años de edad, sobre la que se han realizado diferentes inventarios y muestreos.

En este proyecto se estudian los efectos de varios factores: marco de plantación (marco 3x2 y marco 3x3) y tratamientos de riego y fertilización:



*Plantación de experimentación con cinco meses de edad, antes de realizar el recepe*

1. Riego a dosis baja (1.000 litros/planta) sin fertilización.
2. Riego a dosis baja (1.000 litros/planta) con fertilización (0,4 kg/planta de complejo NPK (15-15-15).
3. Riego a dosis alta (2.000 litros/planta) sin fertilización.
4. Riego a dosis alta (2.000 litros/planta) con fertilización (0,4 kg/planta de complejo NPK 15-15-15).

En todos los inventarios, y en ambos marcos de plantación, se observa que los pies presentan valores mayores de las diferentes variables consideradas (diámetro en la base, diámetro normal y altura total) cuando se realiza fertilización. A dosis de riego altas se obtienen valores superiores. También se observa que la combinación de riego a dosis altas sin fertilización proporciona valores superiores en las variables consideradas que la combinación de riego a dosis bajas con fertilización, lo que induce a pensar que el riego tiene mayor importancia que la fertilización.

A su vez, se llega a la conclusión de que las trozas comerciales que se obtendrían de las parcelas experimen-

tales cuyo marco de plantación es mayor (3x3 metros) poseerían mejores dimensiones comerciales (Db, Dn y Ht) que las obtenidas con un marco menor.

Analizando los valores de biomasa total, en kg/ha, para cada una de las parcelas, se observa:

- Los resultados obtenidos del análisis estadístico realizado reflejan que los factores “edad”, “marco”, “riego”, “fertilización”, “interacción edad-riego” e “interacción edad-fertilización” tienen un efecto estadísticamente significativo en la biomasa total para un 95%.
- La acumulación de biomasa total, en todas las parcelas, refleja un modelo de crecimiento exponencial, propio de especies de crecimiento muy rápido.
- Las parcelas experimentales con un marco de plantación de 3x2 metros producen más biomasa, aunque también son las parcelas en las que se alcanza la menor cantidad de biomasa generada (2.596,38 a 6.079,13 kg/ha) que las parcelas con un marco de 3x3 metros (2.637,94

a 5.033,45 kg/ha). No obstante, según los análisis estadísticos, no existen diferencias significativas entre los límites inferiores de biomasa alcanzados en los dos marcos, pero sí entre los límites superiores al 95% de probabilidad.

- Los datos de los inventarios realizados reflejaban que las parcelas con un marco de plantación de 3x2 metros alcanzaron los valores más altos de biomasa y que poseían árboles con unas dimensiones comerciales menores que las parcelas con marco 3x3 metros. Así, se deduce que los árboles procedentes de parcelas con un marco de 3x2 metros podrían destinarse para usos energéticos, una vez que se haya alcanzado la producción esperada por superficie. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, podría deducirse un turno de corta, para fines energéticos, próximo a los cuatro años de edad.

La biomasa de *Paulownia* spp. puede ser una materia prima interesante para su aprovechamiento energético,



Operario realizando trabajos de poda en las parcelas de experimentación.

como combustible en centrales de biomasa o en pequeñas calderas domésticas, ya que proporciona elevadas cantidades de materia seca por unidad de superficie y posee un poder calorífico excepcional, de manera que supera los rendimientos energéticos de otras especies habitualmente utilizadas para estos fines (chopo, sauce, eucalipto, etc.).

### CONCLUSIONES

1. El marco de plantación es variable en función del objetivo final esperado (producción de madera o biomasa). En este sentido, el marco aconsejable para biomasa es 3x2 metros (1.666 árboles/ha) e incluso inferior. Para producción de madera se recomiendan marcos es 3x3 metros (1.111 árboles/ha) e incluso superiores.

2. El riego debe efectuarse al menos una vez a la semana, preferiblemente mediante sistema localizado por goteo. Las dosis de riego mínimas deben ser del orden de 1.500-2.000 m<sup>3</sup>/ha para obtener buenos rendimientos finales.

3. Puede efectuarse un abonado durante los primeros años y en la época de verano, con una dosis aproximada de 400 g/planta de complejo fertilizante NPK 15-15-15 (repartida en dos aplicaciones), si bien esta actuación no produce diferencias significativas en las producciones finales.

4. En los primeros años de crecimiento es conveniente eliminar los brotes laterales cada dos o tres semanas, hasta una altura de 3 metros, con el objetivo de obtener un fuste libre de nudos.

5. El híbrido utilizado es capaz de producir, en parcelas con un marco de 3x2 m, riegos de 2.000 m<sup>3</sup>/ha y fertilización con NPK, unos 6.000 kg/ha de biomasa total, que equivalen a una fijación de 11 t/ha de CO<sub>2</sub>, teniendo en cuenta que el contenido de carbono de la especie es del 49,5%.

6. El poder calorífico que proporciona la biomasa se sitúa próximo a los 19.500 kJ/kg, valor muy superior al de los residuos forestales y agrícolas, y similar a otras especies de crecimiento rápido como el chopo y el eucalipto.



Plantación de experimentación con dos años de edad en Barrax (AB).



Inicio de la plantación en Villamalea (AB)

### Referencias bibliográficas

- CRUZ, A.C. DE LA (2005). *Dinámica de nutrientes en parcelas experimentales de Populus x euramericana* (Dode) Guinier "I-214". Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. Inédita.
- JIMÉNEZ, L. & A. RODRÍGUEZ (2003). *La Paulownia como materia prima para la fabricación de papel*. Química Teórica y Aplicada 516: 100-105.
- MARCOS, F. (2001). *Biocombustibles sólidos de origen forestal*. AENOR. Madrid.
- MUTHURI C. W. & C.R. BLACK (2005). *Tree and crop productivity in Grevillea, Alnus and Paulownia-based agro-forestry systems in semi-arid Kenya*. Forest Ecology and Management 212: 23-39.
- PARDO, I.M. (2007) *Estudio de viabilidad de la reutilización de los residuos de la comarca "La Manchuela"*. ADIMAN. Cuenca.
- WAYNE, K. & G. DONALD (2004). *Tree crops for marginal farmland*. University of Tennessee. 31 pp.
- ZHAO-HUA, Z., X. YAO GUO & L. XIN-YU (1986). *Paulownia in China: cultivation and utilization*. The Chinese Academy of Forestry. Beijing, China. **F**

**Gestión de  
Subvenciones**

**Tratamiento de  
Aguas Residuales**

**Riego por goteo**

**Automatismo y  
Asesoramiento  
Técnico**

**Jardinería**

**Proyectos**

**Embalses**

**Aspersión**

**Riegos Levante Hellín, S.L.**

**Estudio y proyecto de instalaciones de riego**



Ctra. Madrid - Cartagena, Km. 307,5 • Teléfono: 967 543 237 - Fax: 967 305 814  
02400 HELLÍN (Albacete) • e-mail: [rlh@infonegocio.com](mailto:rlh@infonegocio.com)