



# 7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

**Gestión del monte: servicios  
ambientales y bioeconomía**

26 - 30 junio 2017 | Plasencia  
Cáceres, Extremadura

---

---

7CFE01-556

---

---

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales  
Plasencia. Cáceres, Extremadura. 26-30 junio 2017  
ISBN 978-84-941695-2-6

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

## ESTUDIO DE LA PRODUCCIÓN DE MADERA Y BIOMASA DE 4 CLONES PAULOWNIA SP. EN MÉRIDA (BADAJOZ) ESPAÑA.

Berdón Berdón, J.<sup>1</sup>, Montero Calvo, A. J.<sup>1</sup>, Royano Barroso, L.<sup>2</sup>, Parralejo Alcobendas, A. I.<sup>2</sup> y González Cortés, J.<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura-Instituto del Corcho la Madera y el Carbón vegetal, Polígono el Prado s/n 06800 Mérida (Badajoz), España.

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura-Finca la Orden.; 06187 Guadajira (Badajoz), España.

### Resumen

Las especies forestales de crecimiento rápido, se han convertido en una alternativa a tener en cuenta para tierras de regadío poco rentables. El objetivo de este proyecto es dar a conocer las magnitudes de producción del cultivo de Paulownia tanto para la producción de biomasa como de madera, en el entorno de las vegas bajas del Guadiana. Asimismo buscamos, de entre los clones empleados, los que mejor se adapten a las condiciones de la zona con una mayor producción. Para ello, en el año 2012 se realizó la plantación de dos parcelas con 4 clones distintos de Paulownia, de entre los existentes en ese momento en el mercado español (112, COT2, L1 y X1). Una parcela se ha destinado a la producción de madera (M), con 156 plantas para un turno de corta estimado de 10 años, en un marco de plantación de 4x4m y en la otra, con destino a la producción de biomasa (B), se plantaron 264 plantas con un turno de corta de 3 años y un marco de plantación de 3x2m.

En febrero de 2016 y tras finalizar 3 periodos de crecimiento y en parada vegetativa, se procedió a la corta de la plantación con destino a la producción de biomasa, en el primero de los 7 turnos de corta de los que disponen estos clones. Tras lo cual, se ha podido constatar que el clon X1 ha tenido un comportamiento significativamente inferior en cuanto a producción de materia seca y a sus crecimientos tanto diametrales como de altura. Entre los otros 3 clones no se aprecian diferencias significativas. La producción total de la parcela con destino a la producción de biomasa ha sido de 24280,1 Kg de materia seca/ha. Es decir 8093,4 Kg ms/ha año para el total de la parcela (B) con la suma de los 4 clones.

### Palabras clave

Biomasa, árboles de crecimiento rápido, paulownia, madera, muestreo aleatorio por bloques.

### 1. Introducción

El género es originario de las zonas rocosas y xéricas del sudeste asiático. Está ampliamente distribuido por todas las zonas templadas del mundo. Alrededor de 50 países están desarrollando programas de forestación para la producción de madera con alguna de las especies del género. Las altas producciones y su adaptabilidad a diferentes climas y suelos caracterizan a las especies del género.

Tiene tres requerimientos para su crecimiento:

- Suelos bien drenados, lo que limita su implantación en suelos arcillosos.
- Disponibilidad de agua durante el verano.
- Alta insolación.

En cuanto a sus propiedades tecnológicas, su resistencia a patógenos, estabilidad dimensional y un alto punto de inflamación aseguran el éxito de la madera como madera de sierra.

Su madera es ligera, blanda, de fibra recta, poco nudosa y con un lustre satinado. El secado artificial, incluso a alta temperatura, no induce defectos importantes. El secado al aire es rápido. Tiene poca tendencia al alabeo. Sus usos actuales como madera de sierra abarcan la ebanistería, carpintería, construcción, aviación, embalaje, etc.

Los clones mejorados de *Paulownia* permiten unos turnos de entre 6 y 10 años para madera de sierra. En buenas estaciones con condiciones de cultivo óptimas, la *Paulownia* puede llegar a los 10 metros de altura, con un fuste limpio de 5m y diámetro de 22 cm en 4 años. En estos sitios es común tener árboles de 45 a 50 cm de diámetro normal a los 10 años, con producciones de 12m<sup>3</sup>/ha/año. En Estados Unidos, Japón y otros países la *Paulownia* está considerada como una madera de primera categoría, alcanzando precios incluso superiores al nogal (Graves y Stringer, 1989). En España el género *Paulownia* ha empezado a cultivarse en los últimos 10 años, tanto para cultivos destinados a sierra, como a la producción de biomasa. Hay estudios que dan producciones de biomasa total de hasta 6079,13 kg (ms)/ha y contando solo la parte aérea de 4079.45 Kg (ms)/ha (Lucas Borja, M.E. et al, 2011). Visto su posible interés tanto para la producción de madera de sierra como de biomasa, se acomete el presente estudio.

## 2. Objetivos

- Disponer de una magnitud de la producción del género en biomasa y madera de sierra para la zona de estudio.
- Conocimiento de la idoneidad de los distintos clones seleccionados para su crecimiento en la zona de estudio.

## 3. Metodología

El estudio comenzó en el año 2012 con la plantación de 2 parcelas, una para la producción de biomasa (B) y otra para la producción de madera de sierra (M). El estudio se basa en los siguientes clones de *Paulownia*, de entre los existentes en el mercado español:

Tabla 1. Clones empleados, productores y especies que los forman

Nombre del clon y productor	Especie/s que lo conforman
COT 2 (Cotevisa)	<i>Paulownia elongata x fortunei</i>
L1 (Cotevisa)	<i>Paulownia elongata x fortunei</i>
X1 (Cotevisa)	<i>Paulownia fortunei</i>
112 (In-vitro)	<i>Paulownia elongata x fortunei</i>

En ambas parcelas, se receparon todas los pies al final de 2012. Por lo tanto, el primer año de puesta en producción fue 2013. Se ha estimado un ciclo de producción de biomasa de 3 años, siendo en febrero de 2016 cuando se realizó la primera corta de la parcela para biomasa (B). En la parcela con destino a sierra, se prevé un ciclo de corta de 10 años.

Con este estudio se pretenden conocer el comportamiento y la producción de este género en las vegas del Guadiana, así como la existencia de diferencias significativas en cuanto a su producción entre los distintos clones empleados, tanto para la producción de biomasa como de madera.

Para ello se realizó un diseño de plantación por bloques aleatorizados completos, en ambas parcelas quedando como se refleja en la (figura 1):

- Parcela con destino a la producción de Biomasa (B): se hicieron 8 bloques de 32 individuos, con 8 individuos por clon.
- Parcela con destino a la producción de Madera (M): 13 bloques de 12 individuos, con 3 individuos por clon.

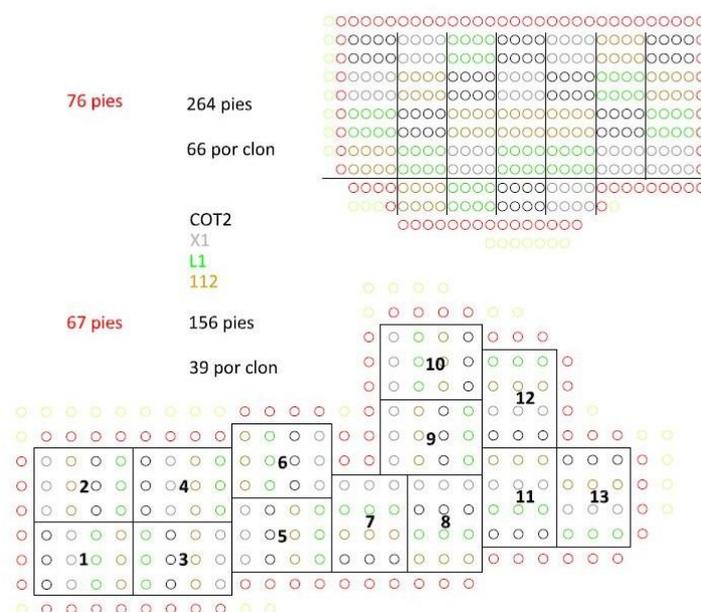


Figura1. Distribución de los distintos clones en ambas parcelas, arriba biomasa y abajo madera.

La ejecución del proyecto se ha dividido en tres fases que se describen a continuación:

#### **Fase 1. Implantación.**

Ambas plantaciones se encuentran en las instalaciones del Instituto C.M.C. en Mérida, concretamente en dos parcelas independientes, situadas en el lado oeste, reservando la zona norte para la plantación destinada a biomasa y la sur a la producción de madera. En ambas se realizó una instalación de riego por goteo, que además permitiera la fertirrigación.

Tabla 2. Superficie de las parcelas, nº de pies y su espaciamiento

Zona	Superficies	Nº pies	Nº pies de borde	Espaciamiento
(B) Biomasa	2048	264	74	3x2 m
(M) Madera	3836	168	71	4x4 m

Previamente al laboreo se eliminó con la pala frontal de un bulldozer toda la vegetación herbácea preexistente y se eliminó una pequeña terraza que existía en la parcela (M), a raíz de su eliminación afloraron multitud de restos de escombros que fueron eliminados de la parcela. Se ha realizado un laboreo pleno y cruzado con un subsolador de desfonde 80 cm. Posteriormente, para conformar las líneas de plantación, se realizó un subsolado lineal cada 4 metros en la parcela (M) y cada 3 metros en la parcela (B).

La plantación se realizó mediante un ahoyado manual, a una profundidad suficiente como para albergar el cepellón sin enterrar en ningún caso las primeras hojas.

Debido a la presencia de conejos en la zona se decidió instalar protectores con un  $\varnothing$  de 22cm y una altura de 33 cm, confeccionados con malla balconera. Tras el recepado realizado en febrero de 2013 para favorecer un rebrote uniforme y vigoroso, los protectores fueron retirados una vez las plantas superaron su altura.

Ambas parcelas permiten la fertirrigación mediante un sistema de riego localizado por goteo, con 2 goteros autocompensantes de 4l/h por planta. Se instaló un programador de riego hunter X Core conectado a la instalación de riego existente, para controlar el riego en ambas parcelas, ayudado por un sensor solar y de lluvia (Solar-Sync de Hunter), que regula el tiempo de riego en función de la humedad ambiental y de la insolación. El agua procede de un pozo de sondeo situado en las

instalaciones del ICMC. Además se instaló un venturi para la fertilización y administración de fitosanitarios, mediante el riego.

### **Fase 2. Mantenimiento.**

Para mejorar la estructura del suelo y controlar la vegetación competidora, se hicieron varios gradeos ligeros con un tractor agrícola tipo Pascuali, durante la época de implantación (el primer año). Posteriormente, para no dañar las raíces, el control de herbáceas se hizo, mediante desbroces manuales o tratamientos químicos con herbicidas y productos que retrasan la emergencia de dichas especies (Glifosato y Oxyfluorfen), cuando fue necesario.

Durante el primer año se apreciaron daños por plagas en pies muy jóvenes por el ataque de *Stagonomus bipunctatus*, también conocido como chinche del arroz o pudenta, controlando sus ataques mediante el uso combinado de: Imidacloprid y complementariamente Cipermetril al 3% acompañado de Metilclorpirifos al 1%, que controlaron completamente sus ataques.

Durante 2013 hubo algunos pies de la parcela (B) que se vieron afectados por ataque de *Phytophthora citrophthora*, que se aisló en los tejidos necrosados de los pies afectados y que produjo la muerte completa de una planta y la muerte de la parte aérea de otras dos, que finalmente rebrotaron de raíz. Se hizo un tratamiento a base de fosfitos con Fosetil aluminio a suelo, que resultó muy efectivo, a la vista de que no se produjeron más casos de ataque por ese hongo durante 2014 ni 2015. Tras la primera corta en febrero de 2016, algunos brotes han vuelto a verse afectados, por lo que se ha repetido el tratamiento con Fosfitos a suelo, rebrotando todos los pies afectados.

La dosis de riego se ha calculado en función de la evapotranspiración de la zona y las necesidades que mostraba la planta. El riego ha ido aumentando con el crecimiento de los pies en las distintas parcelas, desde 1 hora diaria (6 días por semana) hasta las actuales 2,5 a 3 horas (de 20 a 25 litros/pie), 4 días por semana durante los meses de verano.

En ambas parcelas se realizó un abonado con 500 kg/ha de 15-10-15 desde principios de junio 2012 hasta junio de 2014, además se hizo aporte de ácidos húmicos y fúlvicos para la mejora de la estructura y la capacidad de intercambio del suelo. Desde entonces (junio de 2014) hasta ahora se ha aplicado una formulación más rica en Nitrógeno de origen ureico 15-5-5+3%MO.

Solamente en la parcela con destino a la producción de Madera (M), se han realizado podas para evitar bifurcaciones del fuste y producir un fuste limpio de ramas. En los años 2014 y 2015 se procedió a la eliminación total de los brotes y ramas sobre el fuste hasta como máximo de 2/3 de la altura.

### **Fase 3. Toma de datos y análisis.**

Se ha realizado un seguimiento de la evolución de la altura total redondeada a los 5cm, con mediciones al inicio y final de cada año de crecimiento (solo en parcela M) y un seguimiento quincenal o semanal de los crecimientos del diámetro redondeados a 1mm, en ambas parcelas.

Por otro lado en febrero de 2016 se realizó la corta de todos los pies de la parcela (B), al concluir el primer ciclo de producción (3 años). Tras la corta, se procedió al pesaje de todos los pies apeados mediante una báscula electrónica de gancho con una precisión de 100g. Para el cálculo y determinación de la humedad se extrajo una rodaja de cada pie nada más ser cortados, todas ellas fueron pesadas individualmente (peso en verde) y posteriormente se procedió a su secado en estufa durante 48h, momento en el nuevamente se procedió a su pesaje para obtener su peso seco y de esa manera poder calcular el contenido de humedad.

El análisis de los datos se ha realizado con el software estadístico R (paquete agricolae), para practicar un test de comparación de medias de los parámetros estudiados diámetro y peso. Con las mediciones de diámetros y pesos corregidos por humedad se ha realizado un test paramétrico de comparación de medias. La realización de este tipo de test requiere la comprobación de tres hipótesis previas: independencia de los datos, normalidad en las distribuciones y homocedasticidad. La primera la obtenemos con el diseño del ensayo en bloques aleatorios, la normalidad la comprobamos a través del test de Kolmogorov-Smirnov. Por último la homocedasticidad la comprobamos a través del test de Bartlett para comprobar la homogeneidad de varianzas para ambas variables, si son poblaciones normales. Posteriormente se realizará un test de comparación de medias: el test de Welch para varianzas desiguales y el test HSD de Tukey en caso contrario.

## 4. Resultados

Solamente vamos a valorar la parcela con destino a la producción de Biomasa puesto que la parcela con destino a la producción de madera aún no ha sido cortada por lo que no puede evaluarse todavía su producción.

Las mediciones realizadas, tal y como se ha descrito previamente se resumen en las siguientes tablas y figuras:

Tabla 3. Resumen de las mediciones realizadas.

Estadístico	Uds.	N	Media	Desv. Est.	Mín.	Máx.
Diámetro	mm	244	106.3	13.6	51.2	136.6
Peso húmedo	g	244	40.2	11.3	7.2	70.8
Peso seco	g	244	14.6	4.0	2.6	24.4

Tabla 4. Resumen de diámetros (mm) por clon.

Estadístico	N	Media	Desv. Est.	Mín.	Máx.
112	61	110.5	11.1	84.7	133.7
COT2	61	110.3	10.2	81.8	134.3
L1	61	110.6	10.2	91.0	136.6
X1	61	93.6	14.3	51.2	121.6

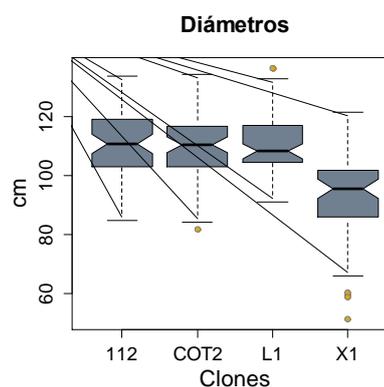


Figura 2. Diámetros(mm) por clones

Tabla 5. Resumen de pesos secos (Kg) por clon.

Estadístico	N	Media	Desv. Est.	Mín.	Máx.
112	61	15.6	3.6	6.7	23.2
COT2	61	15.9	3.1	8.0	23.3
L1	61	16.1	3.5	10.5	24.4
X1	61	10.9	3.6	2.6	19.5

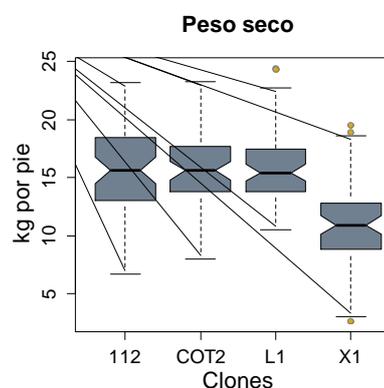


Figura 3. Peso seco(Kg) por clones

En las (Figuras 2 y 3) se muestra la distribución de las mediciones de diámetro normal y peso seco de cada uno de los clones. Dichas distribuciones, apuntan a un posible comportamiento diferenciado del clon X1. Además con el test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, quedó comprobada la normalidad de ambas distribuciones.

Utilizando el test de Bartlett para comprobar la homogeneidad de varianzas para las variables diámetro y peso seco. En el caso de los diámetros por clon el resultado de este test nos da un p-valor de 0.02071 con lo que queda rechazada la homogeneidad de varianzas con una probabilidad del 95%. Este resultado obliga a comparar las medias de los diámetros usando el test de Welch, para varianzas desiguales. Sin embargo en la variable peso seco el p-valor es de 0.5869, por lo se acepta la hipótesis de la homogeneidad de varianzas lo que nos permite realizar un análisis de comparación de medias múltiples de Tukey.

### Análisis de comparación de medias de las mediciones de diámetros.

Se realiza el test para cada par de clones. Los resultados se reflejan en la siguiente tabla:

Tabla 5. Resultados del test de Welch para la variable diámetro, por pares de clones.

Clones comparados	p-valor	Significación
112 - COT2	0.8946	
112 - L1	0.9871	
112 - X1	3.952e-11	***
COT2 - L1	0.8766	
COT2 - X1	2.636e-11	***
L1 - X1	1.431e-11	***

El clon X1 presenta diferencias significativas respecto a los clones 112, COT1 y L1 respecto a la variable “diámetro”, siendo su media significativamente menor.

### Análisis de comparación de medias de las mediciones de pesos de madera al 0% de humedad.

El análisis de la varianza de los datos de peso seco, arroja una alta significación (p-valor  $\approx 0$ ), por lo que sabemos que no todos los clones tienen un mismo comportamiento en cuanto a su producción de peso seco. Sometemos a esta variable al test HSD, para comparar medias no pareadas.

Tabla 7. Resultado del test HSD

Clon	Medias	Grupo
L1	16.07	a
COT2	15.90	a
112	15.62	a
X1	10.93	b

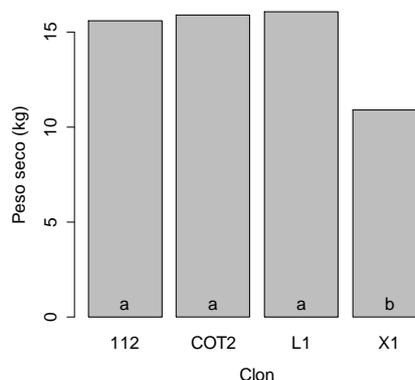


Figura 6. Medias de pesos seco agrupadas.

Se ha comprobado, por otro lado, que la pertenencia a un determinado bloque no actúa como factor diferenciador en la producción de biomasa.

A la vista de los resultados obtenidos se concluye que el clon X1, tiene una producción de biomasa seca significativamente inferior a los otros tres clones ensayados.

### Análisis de la composición de la biomasa de los diferentes clones una vez astillados.

Se tomaron muestras de astilla de los diferentes clones intentando representar todas las partes del árbol, obteniendo los valores medios que aparecen en las (tablas 8 y 9).

Tabla 8. Tabla de análisis de la composición elemental y poder calorífico.

CLON	HUMEDAD % <sup>1</sup>	CENIZAS % <sup>2</sup>	O % <sup>4</sup>	Cl % <sup>3</sup>	ANÁLISIS ELEMENTAL <sup>4</sup>				PODER CALORÍFICO <sup>5</sup>	
					C %	N %	H %	S % <sup>3</sup>	PCI (Kcal/kg)	PCS (Kcal/kg)
X1	64.85	1.95	44.05	0.07	47.31	0.41	6.04	0.01	4414	4731
COT 2	62.79	1.96	42.51	0.12	51.56	0.45	5.60	0.02	4425	4718
112	63.02	1.51	46.07	0.14	46.01	0.21	5.89	0.00	4341	4650
L1	63.55	1.85	45.66	0.08	45.89	0.27	6.04	0.00	4437	4753

1: UNE-EN ISO 18134-1, 2: UNE-EN ISO 18122, 3: UNE-EN ISO 16994, 4: UNE-EN ISO 16948, 5: UNE-EN ISO 14918.

Tabla 9. Tabla de análisis del contenido de metales pesados

ANÁLISIS ICP <sup>6</sup>							
CLON	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Cr (ppm)	Ni (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Cd (ppm)
X1	3.65	0	0.48	0.6	9.34	5.03	0.25
COT 2	6.01	0	0.54	0.8	8.98	8.03	0.10
112	4.67	0	0.41	0.81	8.80	4.27	0.22
L1	8.67	0	0.63	1.22	10.88	5.03	0.22

6: UNE-EN ISO 16968

## 5. Discusión

En la parcela (B) la pertenencia a un determinado bloque no actúa como factor diferenciador en la producción de biomasa. Por lo tanto y a la vista de los resultados obtenidos, la producción de biomasa seca del clon X1, es significativamente inferior a los otros tres clones ensayados.

En las condiciones de cultivo y calidad de estación en las que se ha realizado este ensayo, la elección de cualquiera de los clones 112, COT2 o L1 no debe basarse en su producción de biomasa, puesto que es la misma.

La producción total de la parcela (B) ha sido de 24280,1 Kg de materia seca/ha. Es decir 8093,4 Kg ms/ha año para el total de la parcela con la suma de los 4 clones. En el estudio de, Del Cerro (2009) con el clon 112 la producción fue de 6079,13 kg ms/ha (en 17 meses) o lo que es lo mismo 4291,15 Kg ms/ha año, en unas condiciones de plantación, riego y abonado similares. Esta diferencia de producción es posiblemente debida a las condiciones edafoclimáticas.

Los resultados obtenidos de las determinaciones de humedad, cenizas, oxígeno, cloro, análisis elemental (C, H, N y S), poder calorífico y elementos minoritarios en las astillas de Paulownia, procedentes de los ensayos realizados en la parcela (B), aparecen en las (tablas 8 y 9). Todos los valores obtenidos están dentro de los niveles recogidos en la normativa de biocombustibles sólidos para astillas de madera clase B1 (UNE-EN ISO 17225-4, 2015), excepto para el cloro. El agua utilizada en el riego procede de un pozo con contenido elevado en cloro (153 mg/l) y otros elementos, superando incluso los niveles del agua de consumo en Mérida (46 mg/l). Sin embargo, otra muestra de astillas de Paulownia procedente de una parcela de ensayo de CICYTEX en la Finca La Orden en Guadajira (Badajoz), regada con agua del canal utilizado por los agricultores en sus parcelas en las vegas bajas del Guadiana, presenta un valor de contenido en cloro mucho más bajo (0,01%), cumpliendo la norma de biocombustibles sólidos (límite máximo 0,05%). Kasamaky (2007) obtuvo valores similares en la caracterización de la biomasa de Paulownia a los del presente trabajo. En cuanto al PCS, los valores están comprendidos entre 4200 y 4400 Kcal kg<sup>-1</sup> en función del clon analizado, mientras que el porcentaje de cenizas se sitúa alrededor del 2%. La analítica realizada por el Instituto de Investigación en Energías Renovables "IER" (2012) también presentó valores similares.

## 6. Conclusiones

Las plantaciones de Paulownia son viables en la zona de las Vegas Bajas del Guadiana, condiciones extrapolables a todas las zonas de vega de Extremadura, siempre que se mantengan las condiciones de suelos bien aireados, no arcillosos, sin encharcamientos de larga duración y con disponibilidad de riego en los primeros años. Posteriormente, si bien el riego y el abonado pueden no ser necesarios, sí que favorecen el crecimiento y desarrollo de esta especie. El cloro es fácilmente asimilable por los clones en estudio, permaneciendo en la madera tras la corta, por lo que puede suponer un condicionante en determinadas zonas con aguas ricas en este elemento.

A la vista de los resultados, se ha constatado el comportamiento similar de los clones L1, COT2 y 112 tanto en sus crecimientos en diámetro y altura, como en la producción de biomasa en peso. Siendo significativamente superiores a los del clon X1, por lo que queda claro que estos 3 clones se adaptan mejor a las condiciones de cultivo y de estación. Por lo tanto, la elección de cualquiera de

esos clones no se puede realizar en base a su producción en biomasa o su crecimiento, en las condiciones de cultivo y calidad de estación en las que se ha realizado este ensayo.

La producción total de la parcela con destino a la obtención de biomasa ha sido de 24280,1 Kg ms/ha. Es decir 8093,4 Kg ms/ha\*año para el total de la parcela.

Por otro lado, desde el punto de vista sanitario, cabe destacar el buen comportamiento frente a plagas, dado el elevado vigor de este género, siendo algo más sensible en los primeros estadios de crecimiento. Queda clara la sensibilidad al ataque de algún hongo patógeno de origen agrícola como *Phytophthora citrophthora*, siendo muy eficaz el tratamiento con fosfitos a suelo.

## 7. Agradecimientos

Agradezco el apoyo y ayuda a todos los compañeros de CICYTEX, en especial a los ubicados I.C.M.C. por su paciencia y dedicación en los trabajos de campo y medición, en especial a Adrián J. Montero, *alma mater* de este proyecto.

## 8. Bibliografía

CLATTERBUCK, W.K., HODGES, D.G.; 2004. Tree crops for marginal farmland: Paulownia.

BERGMAN, B.A.; 2003. Five years of Paulownia field trials in North Carolina; *New Forest* 25:185-199, 2003.

DEL CERRO BARJA, A; 2009. Forestación de zonas semiáridas de Castilla-La Mancha con Paulownia spp. ETSIAM de Albacete, Departamento de Ciencia y Tecnología Agroforestal y Genética. 71 pp.

GRAVES, D.H.; STRINGER, J.W.; 1989. Paulownia: A guide to establishment and cultivation. University of Kentucky. Cooperative Extension Service, FOR-39.

IER (Instituto de Investigación en Energías Renovables) (2012). <http://paulownia112.com/wp-content/uploads/2012/12/INFORME-DE-RESULTADOS-MS344-ANALISIS-BIOMASA-CLON-IN-VITRO-112r.pdf>.

KASAMAKY, P.; 2007. La *Paulownia sp.* como base de los cultivos energéticos. URL: <http://www.vicedex.com/pdf/paulownia.pdf>. [Consulta: 3-12-2013].

LUCAS BORJA, M.E.; MARTÍNEZ GARCÍA, E.; GARCÍA MOROTE, F.A.; LÓPEZ SERRANO, F.R.; ANDRÉS ABELLÁN, M.; CANDEL PÉREZ, D.; DEL CERRO BARJA, A; 2011. El cultivo de Paulonia (*Paulownia elongata x fortunei*) para la obtención de madera y biomasa en Castilla-La Mancha: Primeros resultados. COITF. *Revista foresta* n°47-48: 106-110.

TUSET, J. J., LAPEÑA, I., GARCÍA-MINA, J. M.; 2003; Efecto fungitóxico del ácido fosforoso en naranjo dulce a la infección con zoosporas de *Phytophthora citrophthora*. *MAGRAMA, Bol. San. Veg. Plagas*, n°29: 413-420.

UNE-EN ISO: 17225-4, 16994, 16968, 18122, 16948, 18134-1, 14918. Biocombustibles sólidos.

VAN DE HOEF, L. 2003. Paulownia. *Agriculture Notes*, Ag.: 1-3.

WANG, Q., SHOGREN J.F.; 1991. Characteristics of the Crop-Paulownia system in China. Center for Agricultural and Rural Development. Iowa S.U. Working paper 91-WP 84.

WAYNE, K. & DONALD, G.; 2004. Tree Crops for Marginal Farmland. Paulownia. Practical guide from the University of Tennessee. 31 pp.