

## APUNTES SOBRE ALGUNAS LATIFOLIADAS DE MADERAS VALIOSAS. 2. *Paulownia* spp. Verónica Loewe M., Ingeniero Forestal. División Silvicultura, Instituto Forestal, Huérfanos 554, Santiago, Chile.

### INTRODUCCION

**Paulownia** es el único género arbóreo de la familia **Scrophulariaceae**. En China está representado por 9 especies (**P. catalpifolia**, **P. elongata**, **P. kawakamii**, **P. fargesii**, **P. fortunei**, **P. australis**, **P. albiphloea**, **P. tomentosa** y **P. taiwaniana**), que se distribuyen naturalmente en China, excepto **P. fortunei** que se extiende hasta Vietnam y Laos y **P. tomentosa** que además crece en Korea y Japón (Chinese Academy of Forestry, 1986).

Estas especies son utilizadas en China desde hace más de dos milenios, aprovechando su madera y su valor ornamental (las plantaban alrededor de las casas con fines paisajísticos y para atraer al Fénix, ave fabulosa que según las antiguas leyendas era la única de su género; vivía varios siglos, se dejaba quemar en una hoguera y renacía de sus cenizas), y su cultivo responde a un concepto ecológico incorporado en la filosofía cotidiana. Actualmente existen allí 1.300.000 ha plantadas, siendo las dos especies principales **P. elongata** y **P. fortunei** (Op. cit).

El género **Paulownia** fue llamado así por Von Siebold en honor a la princesa rusa Ana Paulovna, hija del Zar Pablo I (Collingwood y Brush, 1964; San Miguel, 1985).

Especies del género son cultivadas tanto en Europa como en Norteamérica. En Australia son usadas con fines ornamentales en zonas costeras, ya que resisten los vientos marinos. También han sido introducidas en Rhodesia (Streets, 1962).

Estas especies son muy adaptables y de crecimiento extremadamente rápido. Bajo condiciones normales un árbol de 10 años puede medir 30-40 cm de DAP y, en condiciones óptimas, pueden producir madera utilizable a los 5-6 años (Chinese Academy of Forestry, 1986).

La madera es liviana, pero resistente. Se seca sin problemas, tiene un veteado hermoso y no se raja ni deforma fácilmente. Es fácil de trabajar y tiene excelentes propiedades de aislación, por lo que se le dan numerosos usos.

Las hojas son caducas, grandes y pecioladas en su juventud, más pequeñas en la madurez (Collingwood y Brush, 1964) y emergen tardíamente. Su sistema radicular es profundo. Por las razones expuestas estas especies son considera-

das adecuadas para combinarlas con cultivos intercalados, en cuyo caso se ha visto que mejoran el microclima para los cultivos agrícolas y que los rendimientos aumentan considerablemente (Chinese Academy of Forestry, 1986).

Las inflorescencias son grandes, azules o blancas según la especie y muy aromáticas, por lo que constituyen una fuente interesante para la producción melífera (Chinese Academy of Forestry, 1986; Collingwood y Brush, 1964; Donald, 1990). Las flores aparecen en primavera, un poco antes que las hojas (Streets, 1962), y al igual que las hojas son ricas en Nitrógeno, por lo que sirven como fertilizante y como forraje. También poseen muchas propiedades medicinales.

Por lo anteriormente expuesto dichas especies son adecuadas tanto con fines ornamentales como productivos; se pueden emplear tanto en zonas con pendiente como en áreas urbanas e industriales y también pueden ser usadas para la recuperación de suelos degradados por la actividad minera (Op. cit).

Genéticamente son especies muy variables y se propagan fácilmente, tanto sexual como vegetativamente, lo que ha posibilitado un rápido desarrollo de su silvicultura.

## CARACTERÍSTICAS DE CRECIMIENTO

El rápido crecimiento es una característica de las especies del género **Paulownia**. Bajo un régimen de manejo adecuado se pueden obtener árboles maderables en solo 5-6 años (Chinese Academy of Forestry, 1986).

En el este de Honan, bajo condiciones normales, el incremento diamétrico anual es de 3-4 cm, con máximos de 8-9 cm en algunos años (Op. cit).

En los Cuadros N°s 1, 2 y 3 se, indican las características de crecimiento de algunas especies, siendo posible observar las notables magnitudes de incremento que presentan.

Estos árboles poseen un sistema radicular profundo y bien desarrollado, las raíces superiores son numerosas, delgadas y ramificadas dicotómicamente, y las raíces absorbentes tienen un espesor de 1-5 mm y hasta 60 cm de longitud (Chinese Academy of Forestry, 1986).

Cuadro N° 1

## DESARROLLO DE ALGUNOS EJEMPLARES DE BUEN CRECIMIENTO

Especie	Localidad	Edad (años)	DAP (cm)	Altura (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Ubicación	
						Lat. N	Long. E
P. elongata	Lan - Kau Country Provincia de Honan	19	104.0	17.1	4.81	34°51'	115°50'
P. elongata	Minchuan Country Provincia de Szechuan	13	73.0	17.5	2.50	34°50'	115°55'
P. fortunei	Yeng Jang Country Provincia de Szechuan	31	100.5	21.7	6.65	28°06'	108°55'
P. fortunei	Gui Lin City Provincia de Kwangsi	11	75.1	22.0	3.69	25°00'	109°50'
P. fortunei	De Jiang Country Provincia de Kweichow	80	202.0	49.5	34.00	26°13'	108°45'

Fuente: Chinese Academy of Forestry, 1986.

Cuadro N° 2

## CRECIMIENTO DE 4 ESPECIES DE Pawlonia A LOS 5 AÑOS DE EDAD EN WU

Especie	D.A.P.		Altura		Volumen		Incidencia enfermedades (%)	
	Medio	Incremento anual (cm)	Media	Incremento anual (m)	Medio (m <sup>3</sup> )	Incremento (%) (P. glabrata = 100)	Esco-ba Brujas	Quemadur-as.
P. elongata	18.0	3.6	11.1	2.2	0.1191	275	10	0
P. tomentosa	15.3	3.0	9.5	1.9	0.0716	165	30	10
P. fortunei	14.7	2.9	9.3	1.9	0.0696	161	0	0
P. glabrata	12.9	2.6	7.9	1.6	0.0433	100	50	40

Fuente: Chinese Academy of Forestry, 1986.

Cuadro N° 3

**CRECIMIENTO DE 4 ESPECIES DE Paulonia A Los 10 AÑOS DE EDAD EN JUAN CHENG**

Especie	D.A.P		Altura		Volumen	
	Media	Incremento Anual (cm)	Media	Incremento Anual (m)	Medio (m <sup>3</sup> )	Incremento % (P. glabrata = 100).
P. elongata	39.6	4.0	13.2	1.3	0.6232	306
P. catalpifolia	25.0	2.5	11.5	1.2	0.2996	148
P. tomentosa	28.1	2.8	10.2	1.0	0.2496	120
P. glabrata	27.3	2.7	9.9	1.0	0.2020	100

Fuente: Chinese Academy of Forestry, 1986.

Con respecto al crecimiento del fuste, a continuación se detallan algunas características de las dos especies más difundidas:

#### a) *Paulownia elongata*

El crecimiento del fuste en altura es intermitente, verificándose cada 2-4 años, por lo que un individuo de 10 años de edad ha pasado por 3-4 períodos rítmicos de crecimiento. Generalmente el primer periodo es el de mayor crecimiento alcanzando 3-4 m, siendo los sucesivos de menor incremento (Chinese Academy of Forestry, 1986).

Bajo condiciones normales, la tasa máxima de incremento volumétrico se alcanza entre los 8 y los 13 años, período en el cual el incremento anual es igual al crecimiento total de los primeros 6 años y, posteriormente, dicho incremento disminuye paulatinamente.

En el Cuadro N° 4 se muestra una tabla de crecimiento de un rodal en la provincia de Henan.

Cuadro N° 4

TABLA DE RODAL P. elongata EN LA PROVINCIA DE HENAN

Edad (años)	DAP (cm)	Altura (m)	Volumen del fuste (m <sup>3</sup> )	Incremento volumétrico anual	Factor de Forma
4	17.1	7.5	0.0809	0.0202	0.4696
5	20.5	8.4	0.1250	0.0250	0.4508
6	23.8	9.2	0.1783	0.0297	0.4356
7	26.9	10.0	0.2409	0.0344	0.4239
8	30.0	10.7	0.3125	0.0391	0.4132
9	33.0	11.4	0.3932	0.0437	0.4033
10	35.9	12.0	0.4829	0.0483	0.3976
11	38.8	12.6	0.5815	0.0529	0.3903
12	41.6	13.2	0.6890	0.0574	0.3840
13	44.3	13.7	0.8054	0.0620	0.3814
14	47.1	14.2	0.9307	0.0665	0.3462
15	49.8	14.8	1.0647	0.0710	0.3693
16	52.4	15.3	1.2075	0.0755	0.3660
17	55.1	15.7	1.3590	0.0799	0.3631
18	57.6	16.2	1.5192	0.0844	0.3599
19	60.2	16.7	1.6882	0.0889	0.3552
20	62.8	17.1	1.8658	0.0933	0.3523

Fuente: Chinese Academy of Forestry, 1986.

## b) *Paulownia fortunei*

En esta especie una de las dos ramas dicotómicas es más, vigorosa que la otra, siendo la principal la responsable del crecimiento del fuste (Chinese Academy of Forestry, 1986). Debido a este fenómeno los individuos poseen un tronco recto y durante los primeros años el incremento en altura es rápido.

Se ha visto que el incremento volumétrico máximo en *P. fortunei* es generalmente 18 -36% mayor que en *P. elongata* para un mismo diámetro. Así mismo, se ha observado que el incremento volumétrico máximo de las plantaciones se alcanza mucho antes que en las formaciones naturales (Op. cit).

## REQUISITOS ECOLOGICOS

### Temperatura

Las especies se pueden adaptar a un amplio rango de temperaturas, siendo el límite inferior en su distribución natural de -5 °C.

Las especies tienen diferentes reacciones a las bajas temperaturas, algunas especies como **P. tomentosa** pueden soportar hasta -20 °C en plena dormancia, mientras que otras solo soportan hasta -10 °C. **P. catalpifolia** y **P. elongata** pueden resistir hasta -15 a -18 °C. **P. fortunei**, **P. australis**, **P. kawakamii** y **P. fargesii** resisten hasta -5 a -10 °C y **P. albiphloea** soporta solamente hasta cerca de -5 °C. Un buen crecimiento de las especies está estrechamente unido a la temperatura, iniciándose éste a temperaturas de alrededor de 8 °C. Todas las especies sin excepción son sensibles al frío en la época de crecimiento vegetativo (Chinese Academy of Forestry 1986; Donald, 1990).

En el Cuadro N° 5 se señalan la distribución geográfica y las principales condiciones ecológicas en que se desarrollan las diferentes especies en su país de origen. China.

Cuadro N° 5

#### DISTRIBUCION Y CONDICIONES ECOLOGICAS DE Pawlonia EN CHINA

Especies	Distribución			Temperatura			Precipitación		Suelo	
	Lat. N	Long. E	Altitud (m s n m)	Max (°C)	Min (°C)	Media (°C)	Anual (mm)	meses secos	pH	Textura
<i>P. tomentosa</i>	28-40°	105-128°	1500	40	20	17-11	1500- 500	3- 9	5.0-8.5	arcillo-arenoso
<i>P. elongata</i>	28-36°	112-120°	1200	40	15	17-12	1500- 600	3- 9	5.0-8.5	limo-arenoso
<i>P. catalpifolia</i>	32-36°	113-120°	800	38	15	15-12	1300- 700	4- 8	6.0-8.0	arcillo-arenoso
<i>P. fortunei</i>	18-30°	105-122°	1100	40	10	23-15	2500-1200	2- 3	4.5-7.5	arcillo-arenoso
<i>P. taiwaniana</i>	22-25°	120-122°	1000	39	2	20-23	2300-1800	2- 3	4.5-7.0	arcillo-arenoso
<i>P. albiphloea</i>	28-30°	110-122°	600	41	3	18-20	900-1400	3- 4	4.5-7.5	arcillo-arenoso
<i>P. australis</i>	22-30°	110-122°	700	38	6	14-20	900-2100	2- 3	4.5-7.0	arcillo-arenoso
<i>P. kawakamii</i>	22-30°	110-122°	800	38	8	14-20	1100-2200	2- 4	4.5-7.5	arcillo-arenoso
<i>P. fargesii</i>	23-31°	100-110°	2000	34	11	13-18	1200-1900	1- 2	4.5-6.5	arcillo-arenoso

Fuente: Chinese Academy of Forestry, 1986.

Varios experimentos han mostrado que la temperatura óptima para el crecimiento, tanto en diámetro como en altura es similar y es de unos 24-29 °C (temperatura media diaria). Por lo tanto, el crecimiento de **Paulownia** tiende a responder mejor en regímenes de altas temperaturas (Chinese Academy of Forestry, 1986).

El rango de temperaturas en el que las especies dejan de crecer varía enormemente: **P. tomentosa** 20 °C, **P. elongata** 18 °C y **P. kawakamii** 15 °C (Op. cit).

### Precipitación

Un adecuado nivel de humedad es muy importante para un buen crecimiento, ya que las hojas son grandes, la tasa de transpiración alta y el sistema radicular bien desarrollado. Sin embargo, las especies se distribuyen naturalmente o son cultivadas en zonas con un amplio rango de variación, desde un mínimo de 500 hasta un máximo de 2000-3000 mm anuales (como en Taiwan). Hay casos en que **P. elongata** y **P. tomentosa** crecen bastante bien en zonas con menos de 500 mm anuales, aun sin irrigación artificial, pero solo si se presentan lluvias en verano, la estación de mayor crecimiento y en consecuencia de mayor requerimiento de agua (Chinese Academy of Forestry, 1986; Donald, 1990).

La resistencia a la sequía de las diferentes especies, en orden decreciente, es: **P. elongata**, **P. fortunei**, **P. kawakamii**, **P. catalpifolia**, **P. australis** y **P. fargesii** (Op. cit).

### Luminosidad

Son especies intolerantes y por lo tanto no aptas para ser mezcladas con otras especies eliófilas. Tanto la germinación de las semillas como el crecimiento de las plántulas exigen luz intensa. En forma natural regeneran solo en áreas abandonadas o quemadas, donde pueden ser consideradas especies pioneras (Chinese Academy of Forestry, 1986).

La poda natural es bastante intensa. Si un árbol recibe sombra por uno de sus lados se puede deformar, o aún más, dañarse totalmente (un 70% de sombra puede llegar a ser fatal) (Op cit).

## Competencia

Son especies muy sensibles a la competencia de malezas por nutrientes, luz y agua. Las malezas, además de competir por los elementos mencionados, constituyen un habitat para insectos y roedores que pueden dañar los árboles (Beckjord, 1984).

Por lo anterior se debe eliminar esta vegetación competitiva durante los primeros años, evitando dañar los troncos, operación que se puede efectuar en forma mecanizada, manual, o usando herbicidas de contacto.

## Viento

El viento es el principal agente dispersor de las semillas, las que pueden llegar a viajar 0,5 - 1,0 km desde el árbol madre (Chinese Academy of Forestry, 1986).

Las hojas de los árboles jóvenes, por ser excesivamente grandes, son fácilmente dañadas por vientos fuertes, por lo que se recomienda evitar las situaciones más expuestas (Donald, 1990).

## Suelos

Las especies son muy tolerantes con respecto al tipo de suelo, pudiendo prosperar bien aun en suelos de mala calidad. Los mejores crecimientos se obtienen en suelos frescos, profundos y bien drenados, con la napa freática al menos un metro bajo la superficie. Un buen drenaje es esencial, ninguna de las especies soporta las aguas estancadas. El crecimiento se ve afectado si el contenido de sal en el suelo supera el 1% (Beckjord, 1984; Chinese Academy of Forestry, 1986; Collingwood y Brush, 1964; Donald, 1990).

En forma natural se encuentran principalmente en suelos arenosos y arcillosos, variando el porcentaje de arcilla tolerado para cada especie (**P. fortunei**: 15-25%; Otras especies menos de 10%).

Con respecto al pH, existe un amplio rango de variación, observándose los



siguientes valores:

<b>P. elongata y P. tomentosa</b>	: 5.0 - 8.9
<b>P. fargesii y P. albiphloea</b>	: 5.0 - 6.0
<b>P. fortunei</b>	: presenta buenos crecimientos, tanto en suelos ácidos como en suelos básicos (pH 8.0).
<b>P. tomentosa</b>	: 5.5 - 7.5
<b>P. elongata</b>	: Amplio rango.

El género es endomicorrízico, pero no son especies muy dependientes de los hongos simbióticos.

Todas las especies parecen responder bien a la fertilización, pero hay poca información disponible al respecto (Donald, 1990). Los experimentos realizados (Chinese Academy of Forestry, 1986) muestran que es conveniente aplicar un abono completo (N-P-K) alrededor de los 8 - 10 años de edad.

## SILVICULTURA

### Propagación

Existen diferencias en la edad de floración de las distintas especies de **Paulownia**; **P. tomentosa** y **P. kawakamii**, generalmente florecen al segundo año después de la plantación, mientras que **P. fortunei** y **P. catalpifolia** florecen solo después de 5-6 años (Chinese Academy of Forestry, 1986).

La floración dura generalmente un mes en todas las especies y las yemas florales se forman en el verano anterior.

El polen almacenado es viable aún después de 6 meses a temperatura ambiente (15-20 °C) y puede ser conservado por más de un año a bajas temperaturas (0 °C) (Op. cit).

Las especies pueden ser propagadas por semillas o por estacas de raíces o tallos (Donald, 1990). La fácil propagación de estas especies es la mayor ventaja para el rápido desarrollo de su cultivo. Los métodos más empleados para reproducirlas es a través de estacas de raíz, estacas de tallos y semillas.

### Propagación por estacas de raíz

Estas especies pueden ser propagadas por estacas de raíz de plántulas de 1 - 2 años o de árboles maduros. Es un método rápido de crecimiento uniforme, con un alto porcentaje de sobrevivencia, fácil de ejecutar y con otras ventajas adicionales. Es el método de propagación más ampliamente usado.

### Propagación por estacas de plántulas

En el tallo de las plantas y en las ramas de árboles maduros se desarrollan yemas radicales que brotan y producen raíces adventicias. Aunque este método es más dificultoso que el anterior, es igualmente empleado.

### Propagación por Semillas

Este método es de gran importancia, ya que presenta varias ventajas, como un mejor desarrollo radicular, obtención de plantas más robustas y crecimiento más rápido.

La siembra se efectúa en almácigos, en líneas de siembra separadas por 25 cm, durante los meses de septiembre y octubre. Al año siguiente se realiza el trasplante a vivero, colocando las plantas a 25 cm sobre la línea y a 80 cm entre las filas (Carnevale, 1955).

Las plantas crecen rápidamente y, según otros autores (Chinese Academy of Forestry, 1986), pueden ser trasplantadas durante el mismo año si se hace un manejo adecuado.

La experiencia indica que las semillas generalmente están libres de patógenos y las plántulas obtenidas son sanas. Las semillas son muy pequeñas (1.000 de ellas pesan solo 0,17 - 0,25 g) y germinan rápidamente. El número de semillas por fruto varía desde varios cientos a algunos miles y un kilogramo de semilla contiene 4 - 6 millones de unidades (Op. cit).

## ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES

La selección de los sitios a reforestar es esencial para obtener resultados exitosos y debe ser realizada en función de los diferentes requerimientos ecológicos de las especies (Chinese Academy of Forestry, 1986).

**Paulownia** se adapta bien en general, salvo en los lugares con demasiada arcilla o en suelos secos o pobres expuestos a vientos muy fuertes. Tampoco acepta los suelos alcalinos ni salinos, mal drenados o con napas freáticas demasiado altas (1,5 m de profundidad es el límite), ni las zonas con temperaturas mínimas bajo los  $-20^{\circ}\text{C}$ . Se desarrolla bien tanto en llanuras como en las regiones montañosas, hasta los 2.000 msnm (Op. cit).

Se pueden realizar plantaciones a gran escala como así también en pequeñas superficies (como por ejemplo cerca de habitaciones o poblados, o a lo largo de caminos o de canales de regadío) y en fajas o manchones.

### **Espaciamientos Recomendados**

En condiciones normales, el espaciamiento inicial debe oscilar desde 6 x 6, 5 x 5 a 5 x 4 m y se debe realizar un raleo a los 5 - 6 años, eliminando hileras alternas, para tener espaciamientos finales de 6 x 12, 5 x 10 ó 5 x 8 m. En las plantaciones en hileras el espaciamiento debe ser de 4 - 5 m sobre estas. (Chinese Academy of Forestry, 1986).

En China y Taiwan generalmente usan espaciamientos de 5 x 5 ó 6 x 6 m, mientras que en Sud Africa han instalado ensayos a 6 x 4 m (Donald, 1990).

En las llanuras, cuando se instala en forma asociada a cultivos agrícolas, el espaciamiento inicial debe ser de 5 x 10 m y el raleo se deberá realizar a los 6 -7 años (Chinese Academy of Forestry, 1986).

Beckjord (1984) indica espaciamientos desde 2 x 2 hasta 3 x 3 m, bastante más estrechos que los citados por otros autores.

### **Preparación del Sitio**

Se recomienda un arado tendido y, donde sean posibles sólo casillas, éstas deben ser de al menos 0.5 x 0.5 x 0.5 m (Donald, 1990), o mejor aún, de 0.7 - 0.8 x 0.5 - 0.6 m.

## **Plantación**

La plantación se realiza en invierno, aunque se ha visto que también en otoño se obtienen buenos resultados. Durante este periodo las plantas requieren de mucha atención, son muy sensibles a la competencia de malezas, por lo que hay que controlarlas durante los 3 primeros años (Donald, 1990). Esta operación puede ser realizada en forma mecanizada, manual, mediante la aplicación de herbicidas de contacto, o también mediante un mulching de corteza de pino, desaconsejándose los materiales oscuros (por ejemplo plástico), pues irradian calor alrededor de las plantas, lo que no es recomendable (Beckjord, 1984).

Al momento de la plantación se pueden aplicar fertilizantes en pellets o tabletas (1 - 2/árbol). Diversos factores van a determinar la necesidad de fertilizaciones sucesivas, pero se debe recordar que la fertilización también estimula el crecimiento y desarrollo de las malezas (Beckjord, 1984).

## **MANEJO SILVICOLA**

Para favorecer un crecimiento rápido y una producción interesante se debe cuidar y manejar el bosque establecido especialmente durante los primeros 3-4 años (Chinese Academy of Forestry, 1986).

## **Protección**

La corteza de las plantas es muy delgada, por lo que hay que protegerlas de los agentes dañinos (animales, frío, heridas etc). En las áreas sujetas a vientos, será necesario emplear tutores para enderezar los fustes (Op. cit).

## **Riego**

Algunos riegos deben ser proporcionados en la estación seca, además de un riego después de 7 - 8 días de la plantación (Chinese Academy of Forestry, 1986), ya que el agua es el elemento crítico y determinante para la sobrevivencia de estas especies (Beckjord, 1984).

## Podas

Deben empezarse al tercer o cuarto año, según las características del crecimiento, y su objetivo es mejorar las características del fuste y favorecer un rápido crecimiento en altura (Op. cit).

El empleo de plantas vigorosas y de buena forma asegura un fuste recto, pero para eliminar los nudos hay que efectuar podas. Si se producen bifurcaciones dentro de los 4 m inferiores es necesario ejecutar una poda correctiva. Las especies de mayor tendencia a bifurcar son **P. kawakamii** y **P. tomentosa** (Donald, 1990).

Durante la época de crecimiento se desarrollan yemas vegetativas en la porción axial del fuste y alrededor de los peciolo también. Estas yemas pueden ser desprendidas manualmente evitándose así el desarrollo de ramas y, en consecuencia, la necesidad de una poda posterior (Beckjord, 1984).

## Raleos

Estos árboles son típicamente pioneros, de rápido crecimiento e incapaces de tolerar la sombra, por lo que un raleo oportuno es importante para mantener un incremento diamétrico máximo. Una reducción del 50% de los individuos es suficiente para una rotación de 10-12 años, pero si ésta es alargada será necesario un raleo ulterior, 5 - 6 años después de la plantación y eliminando filas alternas (Donald, 1990).

## Prácticas Agroforestales

Se ha visto que estos árboles tienen un efecto positivo sobre muchos cultivos agrícolas, incluyendo los cereales. Generalmente se usan maíz, trigo y otros.

**P. elongata** posee un sistema radicular particularmente profundo, encontrándose el 76% de las raíces absorbentes entre los 40 y 100 cm de profundidad, y solo el 12% en la zona cultivada. Contrariamente, el sistema radicular de los cultivos se distribuye principalmente en la capa superficial, lo que impide que se verifique una fuerte competencia por agua o por nutrientes (Chinese Academy of Forestry, 1986; Donald, 1990).

El efecto principal de los árboles es la reducción de la velocidad del viento y por lo tanto de la transpiración y evaporación, manteniendo una temperatura más estable en el cultivo.

En el período seco los árboles son capaces de captar aguas subterráneas, humidificando el aire a través de la transpiración, lo que es benéfico para el crecimiento de los cultivos (Chinese Academy of Forestry, 1986). Además, las copas de los árboles de **Paulownia** son delgadas y un monto bastante alto de luz puede pasar a través de ellas, por lo que los cultivos pueden recibir una cantidad suficiente de luz durante todo el año. Las hojas aparecen más tarde respecto a otras especies arbóreas, lo que favorece el crecimiento de los cultivos durante la primavera, y caen posteriormente lo que los protege de eventuales heladas (Op.,cit).

Así mismo, los cultivos intercalados reciben efectos positivos en el microclima, como disminución de la velocidad del viento, reducción de las tasas de evaporación, mayor contenido de humedad en el suelo, etcétera (Op. cit).

El follaje y las flores constituyen un excelente forraje y las hojas reducen las necesidades de aplicar fertilizantes inorgánicos (Donald, 1990).

En China se ha visto un incremento en los rendimientos de cereales, pequeños cambios en los rendimientos de algodón y soya, y una reducción del rendimiento de sésamo y camote (Donald, 1990).

Pero la ventaja principal de estas combinaciones no es el incremento de la productividad de los cultivos, sino que la producción adicional obtenida con la componente arbórea. Si se plantan 50 árboles/ha, se van a obtener en 10 años fustes de 1.0 - 1.5 m en los sitios buenos, y al menos de 0.5 m en los sitios pobres. Además, un árbol de esa edad proporciona 30-40 Kg de leña (Donald, 1990).

En el Cuadro N° 6 se indican las características energéticas de la madera de varias especies, pudiéndose observar la buena posición ocupada por **Paulownia**.

## CUADRO N° 6

## COMPARACION DE LA ENERGIA PROPORCIONADA POR ESPECIES DE DIFERENTES GENEROS

Género	Materia Seca (GJ/ton)
Betula	22,09
Fraxinus	20,70
Pawlonia	19,60
Populus	19,00
Platanus	13,40
Pinus	12,75

**Silvicultura en Pequeñas Propiedades Rurales**

En las plantaciones comerciales los espaciamientos deben ser amplios y se deben ejecutar raleos intensos y regulares para asegurar un incremento diamétrico máximo.

En un contexto rural esto es siempre válido, pero el espaciamiento inicial puede ser menor si se dan otros usos a los árboles raleados. Así mismo se pueden realizar plantaciones en hileras a lo largo de cercos, caminos o poblados, o si hay suficiente espacio disponible, junto a otros cultivos (Donald, 1990).

Si el espaciamiento inicial es de 3 x 3 m, se deberá raleo el 50% después de 4-5 años. A esta edad el DAP será de 20-25 cm y entonces ya se podrán vender las trozas basales destinándose la parte superior del árbol a leña y las hojas a forraje o como fertilizante.

Uno de los atractivos que presentan estas especies en el ámbito rural es su fuerte capacidad de retoñar. Los retoños no compiten significativamente con los árboles originales y en dos estaciones de crecimiento pueden producir postes de unos 5 m de largo.

Después de otros 4 - 5 años se debe realizar un segundo raleo (50%). En las plantaciones lineares la reducción debe ser sólo de un 30%, ya que la competencia se verifica solo dentro de las filas, siendo el valor de los productos de este raleo mucho mayor.

La cosecha se debe realizar a los 12 - 15 años, cuando los árboles tienen un DAP de 60 cm y un valor de unos US\$ 300/m<sup>3</sup> (Donald, 1990).

## PROTECCION

En China estas especies son atacadas por diversas plagas y enfermedades (Chinese Academy of Forestry, 1986) las principales de las cuales se indican a continuación.

### Escoba de Brujas

Es una enfermedad bastante grave que produce una deformación particular de la planta, impidiendo el crecimiento y desarrollo de los árboles, y que puede llegar a causar la muerte de plantas y árboles en estado juvenil.

La enfermedad es causada por numerosos micoplasmas, de diferentes formas y tamaño. Normalmente se difunde a partir de material vegetal infectado, así como también por medio de algunos insectos tales como **Empoasca flavescens**.

En vista de la complejidad de la enfermedad se recomienda implementar las siguientes medidas de control integrado:

a).- Propagar material (por ejemplo, estacas de raíz) de árboles sanos. También es recomendable el empleo de semillas para obtener nuevo material. Así mismo, los viveros que han sido usados para reproducir plántulas de **Paulownia** no deben ser usados nuevamente sino hasta varios años más tarde.

b).- Se deben imponer estrictas medidas de cuarentena a las estacas o plántulas transportadas desde una zona afectada a otras áreas que se desean controlar. Las estacas deben ser pretratadas con agua caliente a 45 - 48 °C por 20 min o productos químicos (soluciones de antibióticos; 500 a 1000 unidades de terramicina, tetraciclina neomicina u otros) si van a ser transferidas a otras localidades.

c).- Debe aplicarse control de insectos en las áreas gravemente afectadas, especialmente de **Empoasca flavescens** y **Cicadalla viridis**. Se deben practicar medidas silviculturales rigurosas, tales como plantación de árboles sanos y vigorosos en localidades apropiadas, con distanciamientos aconsejados y efectuando podas oportunas, evitando el daño de máquinas o herramientas.



## Antracnosis

Es una de las enfermedades más importantes en las plantas, dañando tanto los brotes como las hojas. Su agente causante es un conjunto de hongos imperfectos. Para efectuar su control se recomienda:

a).- Establecer los viveros en zonas alejadas a las plantaciones y transferirlos a otras zonas una vez que la enfermedad se haya manifestado. La época de siembra se debe determinar de acuerdo a las condiciones del clima local, de manera que el nacimiento de las plántulas no coincida con la estación húmeda.

b).- El manejo se debe dirigir a obtener plantas sanas vigorosas y resistentes a la enfermedad.

c).- El suelo debe tratarse con pentaclorito de benceno o sulfato ferroso (8 g/m<sup>2</sup>), 3-5 días antes de la siembra. Las semillas se deben enjuagar en una solución de acetato de fenilmercurio, al 0,2% por 30 minutos, y se debe aplicar a las plántulas una mezcla de caldo bordelés, al 0,5-0,7% cada 15 días, lo que constituye una efectiva medida de control.

## Sphaceloma paulowniae

Es una enfermedad común que daña tanto las plantas como los árboles en estado juvenil. Sus manifestaciones son similares a las provocadas por la antracnosis y las medidas de control las mismas.

## Damping-off

Afecta principalmente las plántulas. Es una enfermedad muy compleja, cuyos agentes causantes principales son **Rhizoctonia solani** y **Fusarium spp.**

Las medidas de control son:

a).- Desinfección de las platabandas con una solución de sulfato ferroso (FeSO<sub>4</sub>) al 3%. La siembra se debe efectuar 7 días más tarde;

b).- Para evitar la infección se puede fumigar con una solución de caldo bordelés cada 10-15 días. En caso de una infección manifiesta se puede utilizar metil topsina radical al 50%.

Otros hongos que afectan **Paulownia** son: **Phyllactinia imperialis** Miyabe, **Uncinula clintonii** Peck, **Cercospora paulowniae** Hori, **Mycosphaerella paulowniae** Shirai et Hara, **Valsa paulowniae** Miyabe et Hemmi, **Septobasidium tanakae** (Miyabe) Boed et Steinm. Estos patógenos no son muy comunes y no causan mayores daños.

Además hay dos especies de **Loranthus**, parásitos de los tallos, que pueden causar daños considerables. Ellos son: **L. parasiticus** (Linn) Merr y **L. yodoriki** Sieb.

Los principales insectos que atacan **Paulownia** son los siguientes: **Agrotis ypsilon** (Rott.), **A. toxionis** Butler, **Euxoa segetum** Schiff, **Serica orientalis** Matsch, **Anomala corpulenta** Matsch, **Holotrichia diomphalia**, **Gryllotalpa unispina** Saussure, **G. africana** Palisot de Beauvois, **Empoasca flavescens** (Fabricius), **Cicadalla viridis** L., **Cryptotothlea variegata** Snellen, **Psilogramma menephron** Cramer, **Batocera horsfieldi** Hope, **Megopis sinica** White y **Basiprionota bisignata** Boh. Los daños producidos por estos insectos varían en intensidad y magnitud en diferentes localidades.

## UTILIZACION

La madera de **Paulownia** es liviana, su densidad es de 0,26 - 0,33 g/cm<sup>3</sup> según la especie y las condiciones del sitio (Chinese Academy of Forestry, 1986). Es suave, de fibra recta de colores claros y sin olor (Donald, 1990). Es fácil de trabajar y de aserrar y posee una veta y un color hermoso.

Es una madera poco resistente y por lo tanto poco apta para componentes estructurales. Sin embargo, es bastante resistente a la pudrición y sus productos no se curvan ni se deforman fácilmente. Posee buenas propiedades de aislación y se seca fácilmente, pudiendo alcanzar un 10% de humedad en 25 días a temperatura ambiente. Presenta buena resonancia y conductividad del sonido, por lo que tradicionalmente se ha usado para hacer instrumentos musicales (Chinese Academy of Forestry, 1986).

Es usada ampliamente en la construcción de casas en elementos no estructurales como techos, puertas, ventanas, recubrimientos, tableros, etcétera. También se la usa en muebles, especialmente mesas y sillas, y para embalajes (como es cerca de un 40% más liviana que las maderas comunes, el volumen empleado puede ser aumentado sin problemas) (Donald, 1990). Es una madera promisoría para la producción de pulpa y papel, produciendo pulpa de buena calidad y resistente.

También es usada para construir panales de abejas, ya que por su reducido peso se facilita el transporte, y también porque reduce las temperaturas en verano y las incrementa en invierno, mejorando la producción de miel (Chinese Academy of Forestry, 1986).

Así mismo se le dan otras aplicaciones, tales como la elaboración de implementos agrícolas, artesanía y medicamentos. Los medicamentos extraídos de la hojas, frutos y de la madera de **Paulownia** son usados en casos de bronquitis y para el tratamiento del asma.

Las grandes hojas juegan un rol importante en la purificación del aire del polvo y del humo, por lo que son usadas en las zonas con problemas de contaminación, a la que es muy resistente. Así mismo, tanto las hojas como las flores son un buen alimento para cerdos, ovejas y conejos.

## COMERCIALIZACION

En Sud Africa se la ha cultivado con éxito (Donald, 1990), pero existe incertidumbre sobre su comercialización local.

En la India, Brasil, Argentina, Alemania, Rumania, Paraguay y otros países se han establecido plantaciones piloto y es en China y otros países asiáticos, como Taiwan y Corea, donde el conocimiento de su silvicultura y la investigación para su mejoramiento genético son más amplios y profundos (San Miguel, 1985).

Uno de los compradores principales es Japón, país en donde fué introducida hace varios siglos. La madera alcanza un precio de US\$ 300/m<sup>3</sup>, pero podría disminuir en el futuro, visto que otros países la están cultivando (principalmente Brasil).

En los Estados Unidos se extendió naturalmente en el siglo pasado y actualmente su cultivo se está ampliando. En la década de 1970-1980 se

instalaron plantaciones experimentales debido al interés demostrado por numerosos empresarios a raíz de los valores interesantes que alcanzaban las trozas de los árboles crecidos en forma silvestre.

Con respecto a la posibilidad que estas especies se puedan convertir en invasoras, hay varios elementos a analizar. Producen semillas en grandes cantidades, pero estas tienen una vida corta (no presentan dormancia) y pueden colonizar generalmente sólo áreas sin vegetación competidora. Por ejemplo **P. tomentosa** se ha extendido naturalmente en muchas partes de los EEUU y estos árboles silvestres están siendo vendidos a Japón a muy buenos precios. Por su fuerte capacidad de retoñar los individuos no deseados se podrían eliminar con herbicidas. En su conjunto se cree que el cultivo de estas especies no generaría grandes problemas al respecto (Donald, 1990).

**P. tomentosa**, también llamada "Arbol Princesa," Paulownia Real o Imperial o Kiri (San Miguel, 1985; Webb et al., 1984), se ha plantado en los EEUU como especie ornamental hasta la latitud de Nueva York, pues sobre esa latitud las yemas florales mueren durante el invierno, y se ha expandido espontáneamente en varias localidades (Forest Service, 1974; Collingwood y Brush 1964). Para esta especie se citan producciones anuales de 25-35 m<sup>3</sup>/ha (Webb et al., 1984).

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

Beckjord P.R., 1984. **P. tomentosa**: a brief guide for the tree, farmer. University of Maryland. Miscellaneous publication N° 984.

Carnevale J.A., 1955. **Arboles Forestales**. 689 p.

Chinese Academy of Forestry Staff., 1986. **Paulownia** in China: Cultivation and Utilization. 65 p.

Collingwood G.H. y Brush W.D., 1964. **Knowing your Trees**.

Donald D.G.M., 1990. **Paulownia**, the tree of the future?. South African Forestry J. N° 154.

Forest Service, 1974. **Seeds of Woody Plants in the USA**. Agricultural Handbook N° 450.

San Miguel A.A., 1985. Germinación, siembra, producción de plantitas, estaquillado y crecimiento de **P. tomentosa**. (Thunb) Steud. Comunicaciones INIA. Serie Recursos Naturales N° 37 Madrid. Pp 5-20.

**Streets R.J., 1962.** Exotic trees in the British Commonwealth. 750 p.

**Stringer J. W., 1986.** A practical method for production of **P. tomentosa**. Tree Planters' Notes. Spring, 11.

**Webb D.B.; Wood P.J.; Smith J.P.; Sian Henman G., 1984.** A guide to species selection for tropical and subtropical plantations. Tropical Forestry Paper N° 15. Oxford.