

ANTECEDENTES Y CULTIVO DEL GÉNERO *PAULOWNIA* “KIRI” EN ARGENTINA

Lupi, Ana María; Flores Palenzona, Mario; Falconier, Marcelo y
Tato Vazquez, Cecilia L.

ANTECEDENTES Y CULTIVO DEL GÉNERO *PAULOWNIA* “KIRI” EN ARGENTINA



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación

2019

Compiladores

Lupi, Ana María¹
Flores Palenzona, Mario²
Falconier, Marcelo²
Tato Vazquez, Cecilia L.²

(1) Instituto de Suelos, Centro de Investigaciones Recursos Naturales, INTA Castelar

(2) Dirección Nacional de Desarrollo Foresto Industrial del Ministerio de Agricultura ganadería y pesca de la Nación.

Colaboradores: Ing. Agr. Natalia Naves, Técnica Regional de la DNDFI para Mendoza, Ing. Ftal. Julia Nosetti, Técnica Regional de la DNDFI para San Juan, Ing. Forestal Luis Cosimi, Técnico Regional de la DNDFI para Jujuy, Ing. Ernesto Crechi, Dr. Juan Pedro Agostini

Revisores: Ing. Ernesto Crechi, Dr. Juan Pedro Agostini

Fotografía de tapa y contratapa: Mario Horacio Flores Palenzona./ **Fotografía de interior 1, 2, 3, 4 y 6:** Marcelo Falconier./ **Fotografía de interior 5:** Mario Horacio Flores Palenzona

Edición: Lupi, Ana María y Tato Vazquez, Cecilia L.

»» ÍNDICE

» Prólogo.....	5
» 1. Origen y distribución	6
» 2. Aspectos genéticos.....	7
» 3. Requerimientos edáficos y climáticos.....	8
3.1. Suelo	8
3.2. Temperatura.....	8
3.3. Precipitaciones.....	8
3.4. Altitud.....	9
3.5. Luz.....	9
» 4. Efecto de los factores abióticos y bióticos	11
4.1. Viento y granizo	11
4.2. Frío	11
4.3. Enfermedades y plagas	11
» 5. Aptitud Agroclimática para la implantación de <i>Paulownia</i> spp. en Argentina	13
» 6. Establecimiento y conducción de plantaciones.....	15
6.1. Preparación del terreno y plantación.....	15
6.2. Densidad de plantación	16
6.3. Descepe	17
6.4. Desbrote.....	18
6.5. Protección de los rayos solares.....	18
6.6. Control de malezas	18
6.7. Fertilización	19
6.8. Raleos	20
6.9. Manejo del rebrote.....	20
» 7. Rendimiento y turno de corta	22
» 8. Propiedades y usos de la madera	23
» 9. Bibliografía	25

» Prólogo

En esta contribución se describen algunos aspectos básicos que deben tenerse en cuenta para el cultivo de *Paulownia*, género conocido vulgarmente en nuestro país como *kiri*. Una mirada a la bibliografía consultada al hacer esta recopilación nos muestra que se trata de un género interesante por sus múltiples aplicaciones y buenas propiedades. Es un árbol atractivo a la vista por su floración, destacándose su uso ornamental. Por sus características tiene una amplia gama de usos; se mencionan los fines ambientales -recuperación de suelos degradados-, y medicinales, entre otros. Su principal valor como recurso forestal radica en su rápido crecimiento y en la calidad de su madera. Un aspecto importante es su uso en sistemas mixtos de producción ya sea con cultivos anuales, perennes (yerba) o con la ganadería.

Las plantaciones de kiri en Argentina no se destacan por la importancia en cuanto a superficie cultivada, en términos comparativos con otras especies exóticas. Sin embargo, su cultivo estuvo siempre asociado a productores y empresas medianas y pequeñas que buscan diversificar y agregar valor a los productos originados en sus establecimientos. En la provincia de Misiones, Argentina, se cuenta a la fecha con la mayor superficie de plantaciones de Kiri y la mayor información disponible en cuanto a su silvicultura y sanidad.

Los antecedentes bibliográficos disponibles sobre la silvicultura del kiri no son abundantes, si se compara con otras especies cultivadas. Sin embargo hay experiencias, relevamientos y conocimiento empírico derivado de las prácticas utilizadas por técnicos y productores de la mencionada provincia.

En estos últimos tiempos se ha detectado un singular aumento en la demanda de información por parte de productores y técnicos de varias regiones del país. Esto nos ha motivado a realizar esta primera y pequeña contribución a partir de una recopilación y síntesis de antecedentes con los aspectos más relevantes y prácticos para el cultivo de esta especie. Para esto se tomaron como base los antecedentes generados en nuestro país y en otros. Esperamos sea de utilidad.

ANTECEDENTES Y CULTIVO DEL GÉNERO *PAULOWNIA*

“KIRI” EN ARGENTINA

» 1. Origen y distribución

El género *Paulownia* crece de forma natural en los bosques templados del sur de China, de donde es originaria, dispersándose y diversificándose al norte de Laos, Vietnam, Taiwán; y al este de Asia, en Corea y Japón, desde hace unos 1.000 años. A comienzos del siglo XVIII se lo introdujo en Europa, primero en Holanda y Bélgica; luego se expandió a Francia, Inglaterra, Austria e Italia, llegando a Australia un poco antes de 1922. En ese mismo período, las especies de *Paulownia* llegaron a Estados Unidos distribuyéndose en los estados del este, Tennessee, Kentucky, Indiana, Carolina del Norte y del Sur, Virginia Occidental, Virginia y Maryland. Actualmente se distribuye también en Bélgica, Brasil, Canadá, Camboya, Colombia, España, India, Indonesia, Inglaterra, Israel, Italia, México, Nueva Zelanda, Portugal y Turquía.

La introducción del kiri en Argentina se estima fue a fines de la década del 60 a través de Brasil y Paraguay. Su cultivo tuvo gran furor durante la década del 70 básicamente por los buenos precios logrados en algunas ventas a Japón. El Ing. Héctor R. Mangieri (IFONA) fue su principal investigador y unos de sus

máximos promotores. A principios y mediados de la década del 90 se registró un incremento en la demanda de madera de kiri lo cual despertó nuevamente el interés por el cultivo de esta especie.

De acuerdo a las estadísticas oficiales, en Argentina, la provincia de Misiones cuenta con la mayor superficie de plantaciones de *Paulownia*, alcanzando las 3.110 ha según lo informado en el Inventario Forestal realizado por la Subsecretaría de Desarrollo Forestal de Misiones, en el período 2015-2016.

» 2. Aspectos genéticos

El género *Paulownia* posee numerosas especies y variedades (Tabla I); siete de ellas, originarias de China, son las más estudiadas y utilizadas en proyectos forestales y agroforestales: *Paulownia elongata* S. Y. Hu, *P. fortunei* (Seem.) Hemsl., *P. tomentosa* (Thunb.) Steud., *P. kawakamii* T. Itô., *P. catalpifolia* T. Gong, *P. taiwaniana* T.W. Hu y H.J. Chang, *P. fargesii* Franch.

El mayor conocimiento de la silvicultura de este género se encuentra en China, y otros países asiáticos como Japón, Taiwán y Corea. En estos países se dispone de clones híbridos naturales y desarrollados, que presentan adaptabilidad a gran variedad de climas y suelos. Aunque todas las especies y clones son similares en apariencia y propiedades de la madera, el híbrido *P. elongata x fortunei* se diferencia por ser un híbrido natural que combina en su genotipo las características de dos especies destacadas por su gran crecimiento y adaptabilidad a diferentes tipos de suelos.

Las especies de kiri son deciduas de rápido crecimiento, perteneciente a la familia de las *Paulowniaceae*, única familia mono genérica del orden Lamiales, clase Magnoliopsida. En un principio, el género fue ubicado en la familia Bignoniaceae y luego en la familia Scrophulariaceae. Sin embargo, se determinó mediante estudios moleculares que el género debía conformar una familia propia.

Las especies más conocidas son la *Paulownia tomentosa* y la *Paulownia fortunei*, introducidas como planta ornamental y comercial por su rápido crecimiento y la calidad de su madera para muebles.

<i>Paulownia australis</i>	<i>Paulownia lilacina</i>
<i>Paulownia catalpifolia</i> T.Tong ex D.Y.Hong	<i>Paulownia longifolia</i>
<i>Paulownia coreana</i>	<i>Paulownia meridionalis</i>
<i>Paulownia duclouxii</i>	<i>Paulownia mikado</i>
<i>Paulownia elongata</i> S.Y.Hu	<i>Paulownia recurva</i>
<i>Paulownia fargesii</i> Franch.	<i>Paulownia rehderiana</i>
<i>Paulownia fortunei</i>	<i>Paulownia shensiensis</i>
<i>Paulownia glabrata</i>	<i>Paulownia silvestrii</i>
<i>Paulownia grandifolia</i>	<i>Paulownia thyrsoides</i>
<i>Paulownia viscosa</i> Hand.-Mazz.	<i>Paulownia tomentosa</i>
<i>Paulownia kawakamii</i> T.Itô	<i>Paulownia imperialis</i>
<i>Paulownia taiwaniana</i> T.W.Hu & H.J.Chang	

Tabla I. Especies reconocidas del género *Paulownia*.

» 3. Requerimientos edáficos y climáticos

3.1. Suelo

Se trata de un género tolerante a variaciones en la fertilidad de suelo, pero los mejores crecimientos se obtienen en suelos con adecuada calidad física y química. En forma natural, *Paulownia* crece en una amplia gama de texturas de suelo, desde arenosos a arcillosos (Tabla II). No son adecuados los suelos con alta pedregosidad, rocosos y los compactados. La profundidad efectiva mínima requerida es > 60 cm y los mejores crecimientos se obtienen en suelos profundos (≥ 1 m), sueltos (franco-arenoso), con porosidad total superior a 50% en superficie y bien drenados, con el nivel freático por debajo de 1,5 metros. Un buen drenaje es esencial, ya que ninguna de las especies soporta anegamiento por períodos prolongados, desde unos días (3-4 días) hasta varias semanas. La proporción de arcilla en el suelo es un factor que puede limitar el crecimiento debido básicamente por su efecto en el control del drenaje que puede generar. Con respecto al pH del suelo, su mejor crecimiento se ha observado en un rango de 5,0-7,0. Sin embargo existe un amplio rango de variación tolerado para cada especie en su área de distribución. En Misiones y NE de Corrientes las mejores condiciones de crecimiento se logran implantando el cultivo en suelos llamados rojos o pardos rojizos, profundos y

bien drenados, con niveles medios de fertilidad.

3.2. Temperatura

Paulownia crece en clima templado-cálido, con un amplio rango de temperaturas, con mínimas absolutas de -20 °C para *P. tomentosa*, -15 °C para *P. elongata* y -10 °C para *P. fortunei* en plena dormancia, y máximas absolutas de 41 °C (Tabla II). El crecimiento se inicia a alrededor de los 8 °C, pero para alcanzar un crecimiento óptimo, en Australia, se requiere una temperatura media diaria de $24-30$ °C, mientras que en México la misma está en torno a 32 °C. Cuanto más prolongada sea la temperatura diaria ideal, mayor será el crecimiento. El género *Paulownia* es sensible a heladas primaverales fuertes, las que pueden matar los brotes jóvenes en la época de crecimiento vegetativo o dañar el tallo, afectando el crecimiento y la forma de la planta. Si las heladas no son fuertes las plantas responden con nuevos brotes.

3.3. Precipitaciones

En el área de distribución natural de *Paulownia* la pluviometría oscila entre 500 y 2.500 mm (Tabla II). En climas cálidos, en plantaciones forestales destinadas a la producción de madera, se requieren al menos 700 mm de lluvia o proveer agua mediante riego suplementario.

Las plantas son afectadas negativamente en su desarrollo ante la escasez de agua en el suelo, por lo tanto, el estado hídrico es un factor muy importante para satisfacer las demandas transpiratorias y maximizar su

eficiencia fotosintética. El género *Paulownia* tiene metabolismo C₄ lo cual las hace eficiente en la optimización del agua y nutrientes disponibles cuando la luz y la temperatura no son limitantes.

Especies	Distribución			Temperatura(°C)			Precipitación		Suelo	
	Lat.(N)	Long.(E)	Altitud (msnm)	Min	Max	MA	Anual (mm)	Meses secos	pH	Textura
<i>P. tomentosa</i>	28-40°	112-120°	1.500	-20	40	11-17	500-1.500	3 - 9	5,0-8,5	Arcillo-arenoso
<i>P. elongata</i>	28-36°	112-120°	1.200	-15	40	12-17	600-1.500	3 - 9	5,0-8,5	Franco-arenoso
<i>P. catalpifolia</i>	32-36°	113-120°	800	-15	38	12-15	700-1.300	4 - 8	6,0-8,0	Arcillo-arenoso
<i>P. fortunei</i>	18-30°	105-122°	1.100	-10	40	15-23	1.200-2.500	2 - 3	4,5-7,5	Arcillo-arenoso
<i>P. taiwaniana</i>	22-25°	120-122°	1.000	-2	39	20-23	1.800-2.300	2 - 3	4,5-7,0	Arcillo-arenoso
<i>P. albiphloea</i>	28-30°	110-122°	600	-3	41	18-20	900-1.400	3 - 4	4,5-7,5	Arcillo-arenoso
<i>P. australis</i>	22-30°	110-122°	700	-6	38	14-20	900-2.100	2 - 3	4,5-7,0	Arcillo-arenoso
<i>P. kawakamii</i>	22-30°	110-122°	800	-8	38	14-20	1.100-2.200	2 - 4	4,5-7,5	Arcillo-arenoso
<i>P. fargesii</i>	23-31°	100-110°	2.000	-11	34	13-18	1.200-1.900	1 - 2	4,5-6,5	Arcillo-arenoso

Tabla II. Distribución y condiciones edafoclimáticas en las cuales se desarrollan distintas especies del género *Paulownia* en China. Fuente: Zhu et al. 1986.

3.4. Altitud

En su rango de distribución natural las especies de *Paulownia* se encuentran en altitudes que varían entre 600 y 2.000 msnm (Tabla II), creciendo tanto en cerros como en los valles bien drenados. La mayor diversificación de las especies y clones naturales se acentúa en valles con altitudes entre 1.000 y 1.500 msnm.

3.5. Luz

La luminosidad es un factor importante para las especies de *Paulownia* ya que no toleran la sombra y por lo tanto no son aptas para ser cultivadas con otras especies heliófilas. Un sombreado del 70% puede provocar deformaciones, e incluso mortandad de plantas. Tanto la germinación de las semillas

como el crecimiento de las plántulas exigen luz intensa. La regeneración de estas especies se ve favorecida en áreas abiertas donde el banco de semillas encuentra condiciones de luz abundante; por este motivo es considerada como una especie pionera. Trabajos de curva de luz realizados con *P. elongata*, *P. fortunei*, *P. imperialis* y un híbrido (*P. tomentosa* × *fortunei*), han demostrado que la tasa máxima fotosintética se encuentra a una densidad de flujo de fotones fotosintéticos (PPFD) superior a $1.600 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$. Este es un valor alto en comparación a especies de Eucalipto (*E. globulus* y *E. nitens*), cuyo punto de saturación de luz se presenta a PPFD entre 800 y $1.200 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$.

Además de la intensidad de la luz, el fotoperíodo es también muy importante ya que en el caso de *P. tomentosa* a mayor fotoperíodo (ej. 16 y 24 horas) se produce mayor crecimiento.

» 4. Efecto de los factores abióticos y bióticos

4.1. Viento y granizo

Los árboles jóvenes pueden ser fácilmente dañados por el viento (> 40 km/h), por quiebre del fuste, ramas y hojas. En cambio, no es frecuente el daño en árboles maduros que tienen el fuste y ramas bien lignificadas. En caso de vientos persistentes se pueden generar curvaturas permanentes en los troncos que los hacen inadecuados para su uso maderero. El viento puede provocar la proliferación de ramas basales en vez de apicales. Las observaciones realizadas en las provincias de Misiones y Mendoza indican que el viento no afecta las plantas cuando son pequeñas (menores a 1 m de altura). El granizo puede provocar serios daños al fuste y quiebres de la yema apical, pero la planta posee una buena capacidad regeneradora. El daño causado en hojas tiene efecto básicamente sobre el área foliar fotosintética.

4.2. Frío

Las diferentes especies de *Paulownia* varían en su capacidad de resistencia al frío. Algunas especies son capaces de soportar temperaturas de hasta -20°C cuando están completamente inactivas en invierno. Las heladas primaverales fuertes pueden dañar los brotes o los tallos jóvenes afectando severamente el crecimiento y la forma de árbol.

Las plantas jóvenes que tienen hojas grandes son más susceptibles a los daños de heladas. En cuanto a la presencia de nieve, de acuerdo a las observaciones realizadas durante el primer año en plantaciones establecidas en la provincia de Mendoza, ésta no afectaría a las plantas cuando su presencia sobre el suelo se prolongue aproximadamente hasta una semana.

4.3. Enfermedades y plagas

Los árboles del género *Paulownia* son bastante resistentes al ataque de plagas y relativamente libre de enfermedades. Sin embargo, se han reportado daños de diversa gravedad causados mayormente por hongos patógenos. En China, las principales plagas y enfermedades que se reportan son el ataque de micoplasma, hongos y algunos insectos.

El *Micoplasma sp.* produce la enfermedad conocida como "Escoba de bruja". Afecta todos los tejidos de la planta (hojas, ramas, troncos, flores y raíces), alterando la anatomía, morfología, el crecimiento y desarrollo, pudiendo llegar a causar la muerte en individuos en estado juvenil. Es causada por agentes que generan proliferación de yemas adventicias en un solo lugar dando origen a "escobas de bruja". Se propaga por el empleo de material contaminado y por insectos chupadores de savia. Las semillas y plantas de micropropagación no transmiten la enfermedad, aunque sí lo hacen esquejes o estacas de raíz.

En relación a los hongos, aunque no son muy comunes y no causan mayores daños, se pueden mencionar: *Cercospora paulowniae*, *Mycosphaerella corylea*, *Mycosphaerella paulowniae Shirai et Hara* *Phyllactinia imperialis Miyabe*, *Septobasidium tanakae (Miyabe) Boed et Steinm.*

En la Tabla III se presentan los hongos que se indican como más frecuentes y los síntomas observables.

Hongo causal	Daño
<i>Phytophthora sp.</i>	Pudrición de tejido en el cuello de la raíz y estrangulamiento.
<i>Armillaria stump rot</i>	Pudrición de la base del tronco.
<i>Rhizoctonia solani</i>	Pudrición del cuello, marchites y muerte de partes aéreas.
<i>Fusarium sp.</i>	Las hojas se marchitan, mueren y caen al suelo. Causa obstrucción en vasos y puede ocasionar muerte de árboles.
<i>Sphaceloma paulowniae – Sphaceloma sp</i>	Antracnosis. Daña a plantas jóvenes y adultas. Ataca tallos hojas y brotes. Las láminas de las hojas lesionadas presentan manchas pálidas que se amplían en manchas marrones circulares rodeadas de una coloración amarillo-verde. Las manchas más tarde se agrietan en el centro y las hojas infectadas caen antes de tiempo.

Tabla III. Principales enfermedades causadas por hongos en *Paulownia sp.*

En cuanto a los parásitos vegetales se conocen dos especies de Muérdagos, *Loranthus parasiticus (Linn.) Merr.* y *Loranthus yadoriki Sieb.* Son plantas parásitas de considerable tamaño y capaces de causar algunos daños al debilitar la planta atacada.

En Asia se reportaron como insectos fitófagos que pueden afectar a las hojas a: *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*, *Megopsis sinica White* y *Basiprionota bisignata Boh.*

En Australia los mayores problemas se centran en las orugas de los géneros *Heliothis* y *Helicoverpa*. También ácaros como los llamados “Two spotted mite”, “Tomato russet mite” y “Broad mite”. Entre las enfermedades fúngicas de la raíz se reporta, el mayor y más grave problema, *Phytophthora root rot* (podredumbre de la raíz) y *Armillaria stump root* (podredumbre de la base del tronco).

En la provincia de Misiones y NE de Corrientes (región de suelos rojos) el cultivo tiene alta predisposición al ataque de *Fusarium sp.*, sobre todo en épocas de elevada humedad y temperatura. De acuerdo a las observaciones realizadas por los investigadores, el estado sanitario de las plantaciones es mejor cuando se realizan en suelos proveniente de uso agrícola (con menores niveles de fertilidad) en comparación a las plantaciones realizadas sobre suelos de desmonte (con altos niveles de materia orgánica). Ante la susceptibilidad de esta especie, en estos ambientes, se sugiere la aplicación preventiva con fungicidas

(Carbendazin) en forma periódica y el manejo del recepe a fin de evitar heridas como puerta de entrada del patógeno.

» 5. Aptitud Agroclimática para la implantación de *Paulownia* spp. en Argentina ¹

El área óptima para el cultivo de kiri comprende la subregión del Noreste argentino, incorporando casi toda la región mesopotámica hasta el centro de Entre Ríos, parte de las provincias de Santiago del Estero, Chaco, Formosa, Santa Fe y norte de Córdoba, y un sector del Noroeste argentino, cubriendo el este de Jujuy, centro de Salta, Tucumán, noroeste de Santiago del Estero y sur de Catamarca. Estas dos subregiones quedan interrumpidas en el centro por la zona del país que presenta el 80% de los años temperaturas máximas absolutas iguales o superiores a 39°C, donde se detiene el crecimiento de *Paulownia*. Esta zona resulta clasificada como área apropiada con limitaciones por temperaturas excesivas estivales.

El área muy apropiada para el cultivo del kiri cubre el sur y centro de Entre Ríos, centro de Santa Fe, este de San Luis, noreste de Córdoba, centro de La Pampa y noreste de Buenos Aires (Figura 1). Existe otro sector en el Noroeste argentino con este grado de aptitud, que cubre parte de las provincias de Jujuy, Salta y Catamarca.

El área apropiada abarca casi toda la provincia de Córdoba, este de La Pampa, sur de Santa Fe y gran parte de Buenos Aires. Tanto el sudeste de la provincia de Buenos Aires como la zona costera patagónica resultan áreas apropiadas con limitaciones por temperaturas bajas estivales.

Al oeste de la isohieta de 500 mm se van sucediendo: área muy apropiada con riego (que comprende parte de las provincias de La Rioja, Catamarca, San Luis, Mendoza, La Pampa y norte de Río Negro); área apropiada con riego (parte de las provincias de Mendoza, San Juan, Neuquén, sur de Buenos Aires y este de Río Negro); área apropiada con riego con limitaciones por temperaturas excesivas en verano (parte de la provincia de San Juan) y área apropiada con riego con limitaciones por temperaturas bajas en verano (oeste de las provincias de Mendoza y San Juan).

El resto del país presenta áreas no apropiadas ya sea por bajas temperaturas, por poseer un período libre de heladas inferior a los 200 días o ambas condiciones a la vez. Por lo tanto, queda exceptuado el sector patagónico, oeste de las provincias de Mendoza y San Juan, la zona de la Puna y el sector cordillerano.

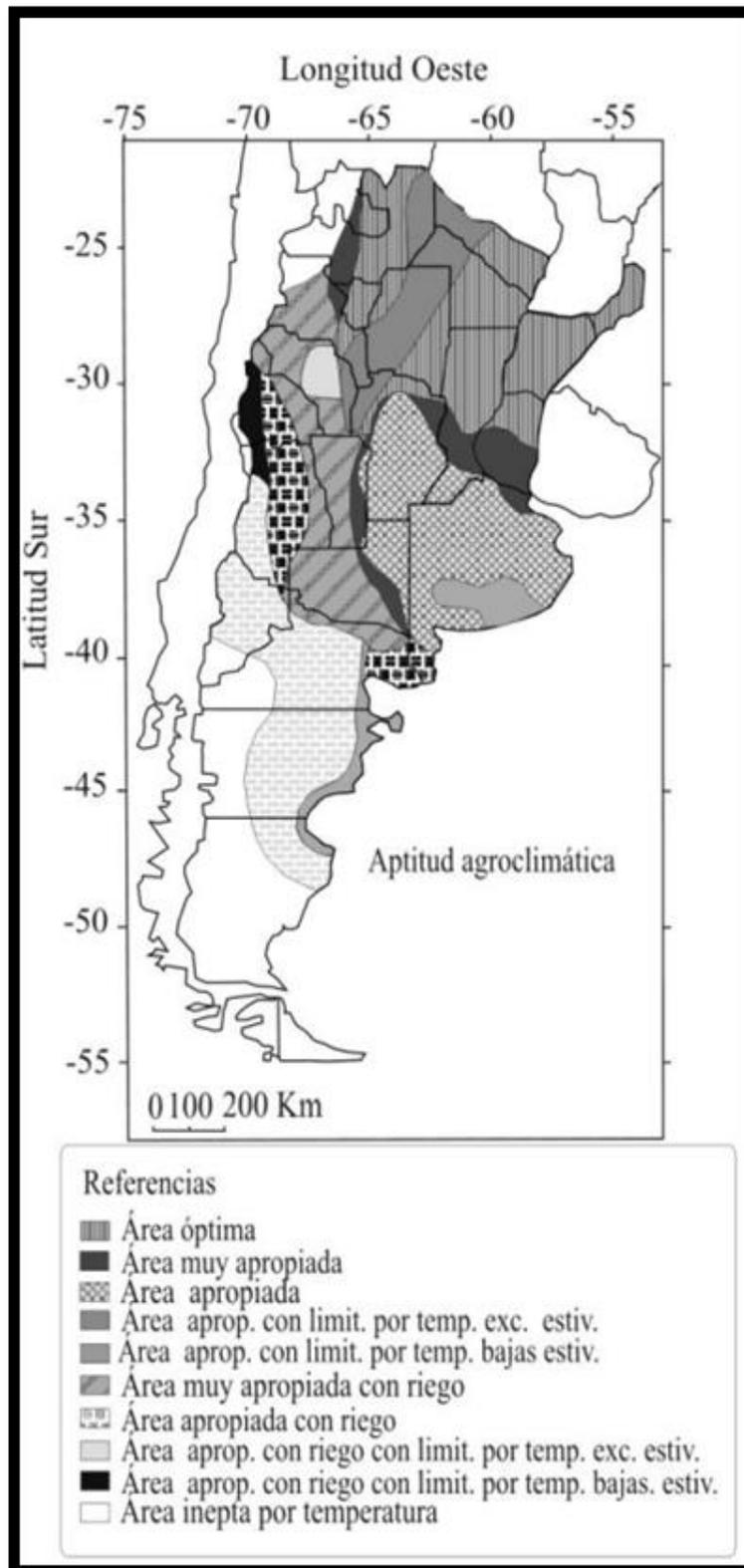


Figura 1 - Aptitud agroclimática Argentina para el cultivo de *Paulownia spp.*

Fuente: Falasca y Bernabé (2010).

» 6. Establecimiento y conducción de plantaciones

En la provincia de Misiones se encuentra la mayor superficie y experiencias de plantación de *Paulownia* en Argentina y es sobre ésta que a continuación se detallan algunas recomendaciones técnicas para el establecimiento y silvicultura de la especie allí implantada, *Paulouwnia fortunei*, var. *Mikado*.

Si bien se dispone de información de ensayos adaptativos realizados en la provincia de Mendoza esta es muy reciente. También se vuelcan aquí recomendaciones de otros países donde este género se cultiva.

6.1. Preparación del terreno y plantación

La preparación del terreno es un punto importante para lograr correcto establecimiento, máxima homogeneidad en el cultivo y potenciar su crecimiento inicial.

De acuerdo a las características y estado del suelo podrá ser necesario realizar un laboreo mediante el uso de rastra (siempre que no afecte el desarrollo radicular de cultivo consociado con la plantación), o subsolado en caso de detectarse capas compactadas. En este género la mayor porción del sistema

radicular se encuentra bajo los 40 cm del suelo en árboles provenientes de semilla, y por encima de los 40 cm, en árboles obtenidos por reproducción clonal o vegetativa.

Se recomienda utilizar plantas en maceta y, en ese caso, la época apropiada para su implantación a campo es el comienzo de la primavera (septiembre - octubre).

Si la plantación es directa, sin laboreo, se deben realizar pozos de 40-60 cm de profundidad (Imagen 1), dejando tierra suelta en el fondo para que las raíces no tengan obstáculos y puedan anclarse correctamente, reduciendo el riego de vuelco posterior.

Se aconseja el empleo de individuos (plantines) producidos mediante estacas de raíz, solamente si estas provienen de viveros reconocidos. No es recomendable la plantación directa de estacas de raíz obtenidas a campo, dado que se ha observado que las plantaciones realizadas de esta forma, posteriormente sufren problemas sanitarios que provocan la mortandad de sus individuos.

El riego post plantación es importante, para evitar el estrés hídrico, favorecer el enraizamiento y lograr un adecuado y homogéneo establecimiento del cultivo.



Imagen 1: Plantación de kiri (hoyado, colocación de cal, plantación).

6.2. Densidad de plantación

La densidad de plantación empleada en Misiones varía según se trate de macizos o cortinas y esquemas de manejo con y sin raleo.

En el caso de macizos que no van a ser raleados se plantean densidades iniciales bajas de 100 pl/ha (arreglo espacial 10 m x 10 m) y 123 pl/ha (arreglo espacial de 9 m x 9 m). Estas permiten planteos productivos mixtos como los sistemas silvopastoriles o agroforestales. Densidades iniciales mayores a las indicadas, del orden de 200 pl/ha (arreglo espacial 10 m x 5 m) y 222 pl/ha (arreglo espacial 9 m x 5 m) requieren aplicar raleos si el objetivo de la forestación es la obtención de rollo grueso y de buena forma para las industrias del aserrado y debobinado (Imagen 2).

Es una especie ideal para su consociación con yerba mate/té, ya que requieren las mismas condiciones de sitio y no compiten

por luz. Esta consociación generalmente se realiza en cortinas de líneas simples o dobles (Imagen 3), separadas entre sí por calles de 25 m. Tanto en cortinas de líneas simples como dobles el distanciamiento entre plantas en la línea es de 4 m, mientras que en el caso de las dobles se utiliza una distancia entre líneas de 5 m.



Imagen 2 – Plantación de Kiri en macizo, en la provincia de Misiones.

La disposición de la plantación en cortinas permite la realización de planteos productivos mixtos, como es el caso de los sistemas agroforestales y silvopastoriles (en el cual se recomienda el uso de alambrado eléctrico, para protección del cultivo).



Imagen 3 – Marco de plantación para cortinas simple y doble, de kiri en la provincia de Misiones.

En otros países se evaluaron densidades de 2000 a 2500 pl/ha cuando el objetivo fue la producción de biomasa para energía.

6.3. Descepe

El objetivo del descepe es, fundamentalmente, lograr mayor altura de fuste libre de ramas. Consiste en cortar la planta a una altura de 5 cm del cuello, para favorecer la emergencia de un brote vigoroso, acelerando su crecimiento en altura (Imagen 4). El descepe se realiza aproximadamente al año de la plantación tomando la precaución de evitar el período de heladas para no afectar los brotes emergentes. El corte debe efectuarse en bisel con orientación este (para evitar posteriores quemaduras del sol en los futuros brotes) y luego aplicar oxiclورو de cobre o sulfato de cobre para evitar la proliferación de hongos y facilitar el cicatrizado del tejido. La aplicación se realiza con pincel siendo oportuno repetirla si al

llegar la siguiente temporada de crecimiento la herida no cerró totalmente.

Luego del descepe, con frecuencia, es importante monitorear el ataque de hormigas y ácaros en el ápice para proceder el control correspondiente. De observarse defoliación en algunas plantas puede deberse al ataque de hongos, para lo que se recomienda la aplicación de fungicida (Carbendazim).

Las experiencias sugieren realizar el descepe solamente cuando el diámetro a nivel del cuello de la planta sea mayor a los 2 cm.



Imagen 4 – Descepe de kiri en la provincia de Misiones.

Por lo tanto, el descepe solo se lo practica si no se logra una altura adecuada en el primer año, ya que esta práctica prolonga el turno de corta.

La empresa Danzer Forestación S.A. (Posadas, Misiones), en un ensayo de kiri consociado con Yerba mate, evaluó el manejo con descepe en comparación con un manejo sin descepe. Si bien el incremento medio anual en diámetro fue similar, la altura del fuste maderable logrado a los 8 años de edad

fue significativamente mayor en el manejo con descepe (4,3 m versus 2,2 m).

6.4. Desbrote

Consiste en la eliminación de todos los brotes laterales que aparezcan sobre el tallo y axilas hojas, para lograr un fuste libre de nudos (Imagen 5 - A). Debe realizarse durante el primer año, después del descepe, en caso de que este haya sido realizado, con frecuencia semanal entre los meses de octubre y marzo. Se recomienda realizar el desbrote a mano hasta cuando estos tengan como máximo 10-15 cm de longitud y evitar así daños o desgarramientos en la tarea. Cuando la altura desbrote supere el alcance del operario, se recomienda usar el extremo curvado del serrucho de poda, correctamente afilado para realizar el mínimo daño (Imagen 4 – B). El desbrote se realiza hasta una altura de 5-5,5 m permitiendo la obtención de 2 trozas de 2 m o bien una troza de 2,5 m reduciendo la longitud de fuste para acortar el turno de corta.

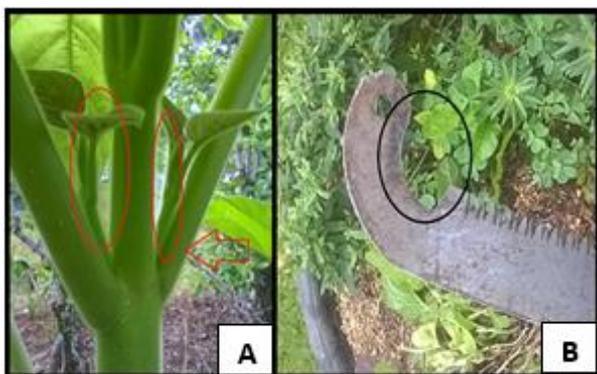


Imagen 5 – A: Desbrote en plantaciones de Kiri en la provincia de Misiones. B: Implemento a utilizar: Serrucho de poda.

6.5. Protección de los rayos solares

Otra tarea necesaria para el cultivo de kiri es la protección contra el sol. En sus primeros años de vida la corteza del árbol es dañada por la acción de los rayos solares. Este daño provoca un “acebollado” de la corteza con probables desprendimientos de la misma. Si esto ocurre, el crecimiento en diámetro será menor y el rollizo a obtener no será cilíndrico. Por ende, la corteza orientada hacia el cuadrante Oeste-Noroeste suele ser la más afectada por cuanto los rayos de las primeras horas de la tarde son los más intensos.

Para evitar quemaduras se recomienda proteger dicha cara del tronco pintándola con una pintura blanca que refleje la luz solar. Para ello se puede emplear lechada de cal o pintura látex blanca diluida en agua y aplicada con brocha o rodillo de mango largo.

6.6. Control de malezas

El control de malezas es una práctica importante para reducir la competencia por luz, agua y nutrientes. Se recomienda realizar carpidas en torno a las plantas, limpiando “en taza” un área de 1,5 m diámetro aproximadamente (Imagen 6) durante los primeros 3-4 años posteriores al descepe. Si el control de malezas se realiza con herbicidas (aunque no es aconsejable), en el entorno de la planta, su aplicación debe realizarse con sumo cuidado debido a que los

daños ocasionados por fitotoxicidad son irreversibles.



Imagen 6. Carpida para control de malezas en plantaciones de kiri en la provincia de Misiones.

En el resto del área de cultivo el control de malezas se puede realizar mediante labores mecánicas o a través del uso de herbicidas, evitando dañar raíces en el primer caso y el contacto del herbicida con partes tiernas de las plantas (brotes, hojas nuevas, tallos tiernos) en el segundo caso. Si la plantación se encuentra consociada con yerba mate/te, se sugiere la siembra de Ray Grass (*Lolium perenne*) para que la especie forrajera controle la maleza.

6.7. Fertilización

Siempre es recomendable contar con un análisis químico de suelo para conocer su estado y definir la necesidad de fertilización. El nivel de materia orgánica, nitrógeno total, fósforo disponible y potasio intercambiable son básicamente los indicadores de primera mirada en el diagnóstico de la necesidad de

fertilización. En nuestro país no se dispone de curvas de respuesta a cada nutriente. Sin embargo, es importante mencionar que las pruebas realizadas con fertilizantes compuestos en la Provincia de Misiones arrojaron efectos significativos sobre la altura y diámetro de los individuos.

Las primeras experiencias recomiendan la fertilización de arranque en primavera, con la aplicación de 350 g/planta de triple 15 -15 (N)-15 (P₂O₅) -15 (OK₂)-, en una sola oportunidad, a unos 40 cm del cuello de la planta. En caso de realizar una fertilización fraccionada, pueden aplicarse en 2 oportunidades 100 g/planta de 15-15-15, con un intervalo de 2-3 meses entre cada aplicación.

Otros estudios realizados en Misiones, en suelos rojos degradados con 1,6% de materia orgánica, 0,16% de nitrógeno y <4ppm de fósforo disponible, reportan respuestas significativas hasta los primeros 2 años de la plantación, con la aplicación de 400 y hasta 800 g/planta de 15-15-15. Fertilizaciones posteriores a los 6-12 meses pueden realizarse aplicando el producto en varios hoyuelos a una distancia de un 1,5 m de la planta.

El encalado es una práctica recomendada cuando el pH del suelo es inferior a 4,5-5 y tiene como objetivo elevar el pH a niveles cercanos a la neutralidad para favorecer la disponibilidad de nutrientes del suelo. Ante las mencionadas condiciones de acidez, algunos

experimentos realizados en Misiones indican la necesidad del agregado de 300-400 g/planta de cal dolomita (carbonato de calcio y magnesio) dos meses antes de la plantación. Otras pruebas realizadas donde se evaluó el agregado de 1 kg de cal no arrojaron cambios significativos en el crecimiento. En la provincia de Misiones, debido a las características de los suelos, la aplicación de cal se efectúa cuando se hace el pozo de plantación (Imagen 1).

6.8. Raleos

Esta práctica se aplica cuando las densidades de plantación fueron 9 m x 5 m o 10 m x 5 m, antes que los individuos entren en competencia. Esta intervención debería realizarse, para esas densidades, al año 4-6. Se recomienda disminuir la densidad al 50% mediante un raleo sistemático para alcanzar una nueva configuración de 9 m x 10 m y 10 m x 10 m. Un punto a tener en cuenta, es que en un manejo adecuado, se evitan hacer raleos, por aspectos operativos. Durante el raleo pueden dañarse las plantas aledañas, favoreciendo la entrada de hongos que posteriormente causan el declinamiento y muerte del árbol.

6.9. Manejo del rebrote.

El kiri tiene una importante capacidad de rebrotar. Sin embargo, el manejo del rebrote luego de la corta final para generar un nuevo ciclo productivo, no es una labor cultural

recomendada por cuestiones sanitarias, por el rebrote no uniforme y por la pérdida del marco de plantación que posteriormente dificulta realizar las actividades vinculadas a los cultivos consociados con la misma.

Se recomienda iniciar cada ciclo a través de plantación. Sin embargo, por las características de la especie, el manejo del rebrote no deja de ser un escenario posible. En este caso se recomienda promover el desarrollo del nuevo fuste a partir de un brote que emerge de una raíz lateral del tocón, próxima a la superficie, de modo que la nueva planta se pueda independizar y correr menos riesgos de enfermedades. Para ello, se debe favorecer la emergencia de rebrotes descalzando y cortando dicha raíz lo más alejado posible del tocón y aplicar tratamientos sanitarios preventivos para evitar el ataque de patógenos. Luego se debe seleccionar alguno de los fustes originados a partir de una raíz lateral y eliminar el resto (los rebrotes de la raíz y del tocón). En general se selecciona el de mayor altura y diámetro en la inserción, el de mayor rectitud y mejor estado sanitario. Esta operación de eliminación de brotes no deseados debe realizarse sistemáticamente hasta tanto se logre la ausencia de emergencia.

Esta práctica debe llevarse a cabo siempre y cuando el aprovechamiento se realice en la estación invernal, lo que permite reiniciar un nuevo ciclo post-aprovechamiento a partir del rebrote primaveral de los individuos apeados.

Como resultado de esta práctica se obtiene cierta irregularidad en los distanciamientos de la nueva plantación dando lugar a posibles crecimientos excéntricos. Por lo tanto, cuando se verifica la muerte de los tocones y rebrotes se recomienda reponer con nuevas plantas para generar una competencia uniforme entre individuos. No se trata de una práctica recomendada dado que los rebrotes suelen ser afectados por hongos y enfermedades durante los primeros 2 años, lo que origina la muerte de una buena parte de los mismos.

» 7. Rendimiento y turno de corta

La edad de tala rasa o corta final dependerá de los diámetros alcanzados y de aspectos económicos que aseguren la rentabilidad del negocio. En Misiones, la rentabilidad del kiri se asocia a la producción de madera de calidad; esto es, fuste recto, sano, cilíndrico, libre de nudos, con diámetro en punta fina superior a 30 cm y largos predeterminados de rollos y sus múltiplos, 1,75 m; 2,25 m.

En términos generales, en la provincia de Misiones, una plantación realizada con una densidad inicial del 100 pl/ha permite obtener en un turno de 12 años unas 100 toneladas de rollos aptos tanto para la industria de aserrado como de debobinado. En la bibliografía consultada también se informa que en Misiones se tienen crecimientos en torno a los 38 m³/ha/año (aunque no se indican las densidades de plantación) y el turno de corta es de alrededor de los 8 a 10 años.

En Brasil se indican rendimientos en volumen de 11 a 30 m³/ha/año. En Estados Unidos, se registró un crecimiento de 5,5 m de altura en 16 meses con rendimiento en biomasa de hasta 84 t/ha/año de materia seca, bajo condiciones de riego y fertilización. Asimismo, en plantaciones de corta rotación, con ciclos de 3 años, se pueden obtener rendimientos entre 30-45 t/ha/año y en plantaciones de 40

años se informan rendimientos de 250 a 275 m³/ha. El volumen medio esperado del árbol es de alrededor de 2 m³. En China para madera aserrada se reportan crecimientos de 0,6-0,7 m³ a los 8-10 años.

» 8. Propiedades y usos de la madera

La madera de *Paulownia* es muy liviana, con bajos valores de contracciones y estable dimensionalmente. Se caracteriza por poseer alta resistencia al fuego ya que su temperatura de ignición es de 420 a 430°C, lo que la hace atractiva para la construcción de revestimientos, en comparación con otras maderas que se queman a 220°C. Tienen albura y duramen poco diferenciados siendo éste último de color blanco-amarillento con tonalidades rosadas y presentando anillos de crecimiento demarcados. Si bien se la clasifica como poco durable, su durabilidad natural al exterior, enterrada, se estima de entre 5 a 10 años. En ambientes húmedos, pero no en contacto con el suelo, es durable. Estudios realizados en Misiones para evaluar la durabilidad de la madera para la construcción indican que es una madera moderadamente resistente cuando es sometida a la acción de los hongos *Picnopus* y *Laetiporus* y no resistente en caso del hongo *Ganoderma*.

Es una madera fácil de secar, dado que pierde rápidamente la humedad. Poco propensa a deformarse y rajarse debido a sus bajos índices de contracción. Admite estivas con alta ventilación. En el secado artificial admite normas de secado acelerado. Es una madera medianamente resistente a los esfuerzos de flexión, de compresión paralela,

poco resistente a la abrasión y torsión. No ofrece dificultades al aserrado, se cepilla, moldura y tornea sin dificultad. No ofrece dificultad al debobinado y encolado. Es muy blanda por lo que tiene poca retención a clavos y tornillos. Toma bien barnices, lustres y tintes.

En la Tabla IV se muestran las propiedades físico-mecánicas de *Paulownia* cultivada en la provincia de Misiones.

Densidad básica	0,230 g/cm ³
Densidad anhidra (g / cm ²).	0,500 g/cm ³
Densidad estacionada (g / cm ²).	0,530 g/cm ³
Contracción total sentido tangencial	4,507 %
Contracción total sentido radial	1,576%
Contracción total sentido longitudinal	0,290%
Contracción desde el estado estacionado al anhidro sentido tangencial	1,430%
Contracción desde el estado estacionado al anhidro sentido radial	0,500%
Contracción desde el estado estacionado al anhidro sentido longitudinal	0,084%
Coefficiente de retractibilidad sentido tangencial	0,12
Coefficiente de retractibilidad sentido radial	0,05
Coefficiente de anisotropía	2,85
Punto de saturación de fibras	36
Flexión estática Coeficiente de anisotropía	256,85 kg/cm ²
Flexión estática. Módulo de elasticidad	25261,52 kg/cm ²
Compresión paralela a las fibras. Módulo de rotura	169,67 kg/cm ²
Compresión paralela a las fibras. Módulo de elasticidad	16166 kg/cm ²
Dureza Janka sentido tangencial	145 kg/cm ²
Dureza Janka sentido radial	120 kg/cm ²

Tabla IV. Propiedades físico mecánicas de *Paulownia* cultivada en la provincia de Misiones, Argentina. Fuente: González et al., (2003)

En la Tabla V se presentan las propiedades físicas y mecánicas de *Paulownia fortunei* var *mikado* Ito, en base a estudios realizados por INTI maderas.

Densidad aparente al 15% de humedad	0,270 g/cm ³
Contracción total tangencial	4,5%
Contracción total radial	1,57%
Contracción total volumétrica	6,84%
P. saturación de fibras	36%
Porosidad	82%
Coefficiente de retractabilidad tangencial	0.12
Coefficiente de retractabilidad radial	0.05
Coefficiente de retractabilidad volumétrica	0.19
Durabilidad Natural. Durabilidad natural estimada al exterior entre 5-10 años	Resistente a hongos. Susceptible a insectos
Módulo de rotura flexión estática axial	45,69 Nt/mm ²
Módulo de elasticidad flexión estática	4863 Nt/mm ²
Módulo de rotura compresión axial	23,38 Nt/mm ²
T. límite compresión perpendicular	8,86 Nt/mm ²
Módulo de rotura corte paralelo	3,24 Nt/mm ²
Módulo de rotura tracción perpendicular	2,35 Nt/mm ²
Módulo de rotura clavaje	0,30 Nt/mm ²
Dureza Janka perpendicular a las fibras	14

Tabla V: Propiedades físicas y mecánicas de *Paulownia fortunei*. Fuente:

http://www.inti.gob.ar/maderaymuebles/pdf/caracterizacion_maderas/KIRI.pdf

Como se indicó, este género posee una madera de excelente calidad y por ello ha sido y es utilizado para la elaboración de multitud de productos: instrumentos musicales, materiales para construcción, cajas para transporte, artesanía, molduras, calzado y ebanistería. Se emplea como aislante térmico, para construcción de colmenas, madera contrachapada, madera para pasta de papel, carbón para fuegos

artificiales y filtros, objetos ornamentales, artículos deportivos y en la industria naval y aeronáutica. Su crecimiento rápido, sus propiedades físicas y energéticas, hacen posible el uso de esta especie en regímenes de corta rotación para producir biomasa para combustible.

Además, el kiri es apto para incorporar en sistemas agroforestales, constituye una fuente sostenible y confiable de leña, carbón y madera, así como un buen material para la realización de compost por su riqueza y rápida descomposición. Sus hojas tienen alto contenido de nitrógeno y alta palatabilidad. En el caso de *Paulownia elongata* es una alternativa forrajera, ya que presenta 20% de proteína cruda y 60% de digestibilidad, por lo que tiene un valor alimenticio excelente para los pequeños rumiantes.

Se conoce a las plantaciones de *Paulownia* por ser muy apropiadas para la producción de néctar. Se indica que una sola colmena produce 10-15 kg de miel durante la temporada de floración. Asimismo, se ha destacado su uso para reforestaciones de terrenos agrícolas abandonados, restauración de riberas y proyectos de recuperación de minas. Algunos estudios destacan la aptitud de este género para fitoremediación. 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 como estabilizador de suelos controlando la erosión.

» 9. Bibliografía

Actualización del inventario de bosques cultivados de la provincia de Misiones (Sistema de información foresto industrial. 2016. Subsecretaria de Desarrollo Forestal – 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, SUBSECRETARIA DE DESARROLLO FORESTAL –Misiones, FAO (Food and Agricultural Organization) Ciudad Autónoma de Buenos Aires FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES – Universidad Nacional de Misiones. Agosto de 2016. 68pp.

Agostini, J.P.; Toloza, R.R.; Argüelles, T.; Domecq, C.; Stehr, A.; Olocco, D.; Piccoli, A. 2002. Determinación de la posible causa de la mortandad de árboles de kiri. 9as. Jornadas Técnicas Forestales, INTA-FCF-MEYRNRYT-Eldorado, Misiones, Argentina, 15-17 de Mayo de 2002. 8p.

Anónimo 2016. "El Kiri" En línea <https://biod2.files.wordpress.com/2016/05/informe-completo-paulownia-mayo-2016.pdf>. [31 de Enero de 2019].

Barth, S.; Pantaenius, G. L; Toloza, R.; Agostini, J. P.; Colcombet, L.; Dalton, E.; Fernández, R.; Bobadilla A. S/F. Kiri. Generalidades y recomendaciones técnicas. INTA EEA Montecarlo. Avances logrados. Informe técnico no publicado.

Barton I.L.; Nicholas I.D.; Ecroyd C.E. 2007. Paulownia. Forest Research Bulletin No. 231: 1174 - 5096.

Bobadilla, E. A. 2004. Durabilidad natural de la madera de cinco especies aptas para la industria

de la construcción. Tesis de Maestría en Tecnología de Madera, Celulosa y Papel. UNaM. 135 p. Disponible en: http://mamcyp.unam.edu.ar/images/mamcyp/tesis/alicia_bobadilla.pdf

El Showk, S.; El-Showk, N. 2003. The Paulownia tree; An alternative for sustainable forestry, Crop Development, Morocco, pp. 1-8.

Muñoz, F.; Cancino, C. 2014. Antecedentes de *Paulowniaelongata x fortunei* para la producción de bioenergía. Universidad de Concepción, Chile. 72p.

http://www2.udec.cl/~fmunoz/Libro_Paulownia.pdf

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. 1998. Efecto de la aplicación de N, P y K sobre la productividad del kiri (*Paulownia spp.*). Resultados a los 36 meses de edad. XVI Congreso Argentino de la Ciencia del suelo. Carlos Paz, Córdoba, Argentina. 8 p.

Fernández, R.; Lupi, A; Pahr, N; Domecq, C.1997. Respuesta del kiri (*Paulownia sp*) a la fertilización y al encalado. Resultados a los 19 meses de edad. Yvyrareta 8, junio 1997. pp. 92-94.

Friedl, R. A.; Gauto, O.A.; Gauto, J.A. 2017. "Revisión de la evolución de los bosques implantados de Misiones y los regímenes de promoción". Revista Forestal Yvyrareta 25 (2017) pp. 66-75.

González, R.; Pereyra, O.; Suirezs, T.M.; Eskibiski, E. 2003. Estudio de las propiedades tecnológicas

de las maderas de cinco especies forestales de interés industrial de Misiones, Argentina. Revista Forestal Yvyrareta (2003).

Guilcapi, B.; Danny, I. 2015. Estudio de adaptabilidad de tres especies forestales del género *Paulownia* (*P. fortunei*, *P. elongata*, e híbrido *P. fortunei x elongata*), a las condiciones de sitio de Estepa Espinosa de Tunshi, Cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. Tesis de grado de Ing. Agrónomo - Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Facultad de Recursos Naturales- Escuela de Ingeniería Agronómica Riobamba. Ecuador. En línea http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/4548/1/tesis_estudio_de_adaptabilidad_de_tres_especies_forestales_del_g%C3%A9nero_paulownia_provincia_de_loja_durante_el_primer_a%C3%B1o_d-4-1-50.pdf. [23 de Enero de 2019].

Hua Z.Z., Ching-Ju C., Xin-Yu L., Yao Gao Z.1986. Cultivation and Utilization, Academy of Forestry, ANFBS and IDRC, Beijing, China.

Kaymakci, A.; Bektas, İ.; Cihad Bal, B. 2013. Algunas propiedades mecánicas de la madera de *Paulownia elongata*". Presentación Oral - Simposio Forestal Internacional. Artvin, Turquía. 23 al 26 de Octubre 2013.

Martínez García, E.; Lucas Borja, M. E.; Abellán, M.; López Serrano, F.R.; García Morote, F.A.; Del Cerro Barja, A. 2009. Adaptación de las especies del género *Paulownia* para su uso como cultivos forestales en el ámbito mediterráneo. 5° Congreso Forestal Español. Avila, 21 a 25 de Septiembre de 2009.

Martinuzzi, F. "Ficha INTI Madera y Muebles/Kiri/50". En línea <http://www.inti.gov.ar/mad>

[eraymuebles/pdf/caracterizacion_maderas/KIRI.pdf](http://www.inti.gov.ar/mad/eraymuebles/pdf/caracterizacion_maderas/KIRI.pdf). [31 de enero de 2019].

Pantaenius, G.; Dalton, E. 1994. El Cultivo del Kiri. Recomendaciones Técnicas. Cartilla técnica N°1. EEA Montecarlo, Centro Regional Misiones, INTA. Mayo de 1994.

Rodes Blanco, M. 2015. Adaptabilidad de tres especies forestales del género *Paulownia* (*P. fortunei*, *P. elongata*, e híbrido *P. fortunei x elongata*), a las condiciones de sitio de Bosque Seco, provincia de Loja (Ecuador) durante el primer año de establecimiento. Tesis de fin de carrera - Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes - Universidad Politécnica de Madrid. En línea: http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/4550/1/tesis_estudio_de_adaptabilidad_de_tres_especies_forestales_del_g%C3%A9nero_paulownia_provincia_de_loja_durante_el_primer_a%C3%B1o_d-1-1-50.pdf. [23 de Enero de 2019]

Salguero Ávila, D. M. 2015. Crecimiento, supervivencia e intercambio gaseoso de dos clones de *Paulownia elongata x fortunei* al primer año de desarrollo vegetativo en tres sitios del centro sur de Chile. Tesis de Posgrado (Magister en Ciencias Forestales) - Facultad de Ciencias Forestales - Universidad de Concepción. Chile. En línea: http://repositorio.udec.cl/bitstream/handle/11594/1819/Tesis%20_Crecimiento_Supervivencia_e_IntercambioImage.Marked.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [25 de enero de 2019].

Van de Hoef. 2003. *Paulownia*, Agriculture Notes (AGO778), ISSN 1329-8062, A site in north east Victoria state, Department of Primary Industries, Box Hill, Melbourne, Australia, pp. 1-3.

Wang Q.B., Shogren J.F., 1992. Characteristics of the crop - Paulownia system in China. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 39 (3-4): 145 - 152.

Zhu Zhao-Hua, Chao Ching-Ju, Lu Xin-Yu, Xiaong Yao Gao, 1986: *Paulownia in China Cultivation and Utilization*, Academy of Forestry, Beijing, China; ISBN 9971-84-546-6.



Esta recopilación aporta aspectos básicos que deben tenerse en cuenta al momento de decidir emprender un proyecto forestal con materiales del género *Paulownia*. Se plantean los requerimientos climáticos y edáficos, limitantes, las áreas aptas de Argentina en términos climáticos, y las pautas generales para el establecimiento y manejo de una plantación.