

Evaluación de Cuatro dosis de fertilización en el desarrollo de Paulownia en Zumpango, Estado de México

José L. Gutiérrez, Ranulfo Reyes, Miguel A. Villalobos, Hermilo D. Ávila, Luis Morales R.
Centro Universitario UAEM Zumpango
Universidad Autónoma del Estado de México
Zumpango, Méx. México

jlgtierrezl@uaemex.mx, [nuforg, kolya_col] @yahoo.com.mx, [vid_micky, milo140157]@hotmail.com

Abstract— Paulownia elongata is a fast growing species that has shown great qualities from obtaining wood from commercially for the manufacture of musical instruments, homes and other accessories view as well as an agroforestry alternative for obtaining fodder for small ruminants, with a protein content of about 20%, so now man has taken full advantage, the aim of this study was to test the following fertilization 46-46-92, 92-92-92, 138- 184-184-92 138-92 and on the growth of Paulownia elongata, for adaptation in Zumpango, Mexico, no significant difference between fertilization treatments in elongata Paulownia trees with a significance level of 0.05 was found

Words claves- evaluation, fertilization, Paulownia.

Resumen— Paulownia elongata es un especie de crecimiento rápido que ha demostrado grandes cualidades desde la obtención de madera desde el punto de vista comercial para la fabricación de instrumentos musicales, casas y otros accesorios, así como una alternativa agroforestal para la obtención de forraje para pequeños rumiantes, con un contenido proteico de aproximadamente del 20%, por lo que el hombre en la actualidad la ha aprovechado al máximo, el objetivo del presente trabajo fue probar las siguientes dosis de fertilización 46-46-92, 92-92-92, 138-138-92 y 184-184-92 sobre el crecimiento de Paulownia elongata, para su adaptación en Zumpango, México, No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos de fertilización en los árboles de Paulownia elongata con un nivel de significación del 0.05.

Palabras claves— Evaluación, fertilización, Paulownia.

I. INTRODUCCIÓN

Paulownia elongata es un árbol originario de china, esta especie a demostrado grandes cualidades a través de su historia, por lo que el hombre en la actualidad, la ha aprovechado al máximo, en la obtención de madera, fabricación de muebles, y como forraje, por ser un vegetal de crecimiento acelerado, es decir en condiciones normales crece 2.5 cm diarios, por lo que se vislumbra como una buena alternativa en los programas destinados en la actividad agropecuaria, en otras palabras, ser utilizada en reforestaciones por partes de autoridades locales, municipales, estatales y federales, así como fuente de alimentación en pequeños rumiantes, por ser un vegetal que ha demostrado tener una concentración de proteína cruda del 17al 21 %, igualando a la reina de los forrajes (alfalfa). Este especie pertenece a la familia Scrophulariaceae y cuyo cultivo a pesar de no ser tradicional en México, presenta interesantes potencialidades, se trata de árboles tolerantes a suelos muy pobres o degradados por la erosión, alta resistencia a la sequía, resistencia a plagas y enfermedades, resistencia al fuego, así mismo reduce la velocidad del aire, la evaporación del suelo y aumenta la humedad relativa del suelo y del aire [14].

Cabe mencionar que en la actualidad los árboles de Paulownia que se cultivan, en su mayoría son clones que se desarrollaron por científicos australianos y norteamericanos, que tras 10 años de

investigación dieron como resultados clones resistentes, ya que este tipo de árboles en condiciones silvestres en las aldeas de china son muy susceptibles a sufrir daños por plagas y enfermedades.

Por el gran tamaño de sus hojas, este tipo de árboles es “también benéfico para la producción de hortalizas, ya que, intercalado contribuye a incrementar en 30 % la cosecha de vegetales y 15% los de grano, según indico Navarro en 1998.

Las ventajas de cultivar esta especie fueron comprobadas a principios de la década de los 70 por el investigador chino Zhu Zhao-hua, quien descubrió el uso de este árbol por parte de antiguos pueblos de china para contrarrestar los estragos de los desastres naturales [2].

La fertilización es un factor importante que ayuda a incrementar los rendimientos y mejorar la nutrición de la planta, al aumentar las reservas de los nutrientes ya existentes en el suelo, como regla general basta suministrar adecuadamente los nutrientes requeridos en mayor cantidad por la planta tales como el nitrógeno, el fósforo y el potasio para cubrir la elevada demanda de estos nutrientes, como para originar un aumento en el volumen de la cosecha [7]. En suelos con baja fertilidad, el tronco requerido no alcanza con el crecimiento del primer año, razón por la cual ha transcurrido este periodo se recurre al recepe (corte del tallo al ras del suelo para provocar rebrotes) y manejo del rebrote seleccionado. De este modo de evaluar la respuesta a la aplicación de fertilizantes al momento de la plantación se presenta como una estrategia a los efectos de alcance en el segundo año de aplicación [6].

La producción de una especie altamente adaptable como la *Paulownia* constituye “una salida a uno de los grandes problemas ambientales que enfrenta el mundo”, máxime en un país como México, donde “la reforestación prevé la siembra de 400 millones de árboles y sólo ocho por ciento de ellos Sobreviven” [12].

El uso irracional de los recursos naturales renovables provoca alteraciones graves a los ecosistemas, pone en peligro la sustentabilidad de los ecosistemas. En la actualidad, por lo tanto, es prioritario elevar el nivel productivo en las zonas que se han destinado para la agricultura y la ganadería e incrementar la calidad ambiental general.

La presente investigación tuvo como propósito evaluar el efecto de la aplicación de dosis de NPK, sobre el crecimiento de *Paulownia elongata*, para su adaptación en Zumpango, México.

II. TRABAJOS RELACIONADOS

Paulownia elongata es un árbol originario de china, pertenece a la familia *Scrophulariaceae*. Se trata de una especie cuyo cultivo a pesar de no ser tradicional en México presenta interesantes potencialidades. Se trata de un árbol que puede ser considerado como una alternativa en los programas de reforestación por sus características, debido a que es una especie tolerante a suelos muy pobres o degradados por la erosión, alta resistencia a la sequía, crecimiento acelerado, resistencia a plagas y enfermedades, resistencia al fuego, así mismo reduce la velocidad del aire, la evaporación del suelo y aumenta la humedad relativa del suelo y del aire. Aunado a esto se puede utilizar para la obtención de madera para la fabricación de artículos (muebles); sus hojas pueden ser utilizadas como una alternativa forrajera en épocas cuando se escasea el forraje en la zona [9].

Para alcanzar un nivel aceptable de rentabilidad de esta especie se requiere, entre otras condiciones, contar al momento del corte final con 80 a 100 árboles por hectáreas con fustes rectos, cilíndricos y libres de nudos en los 4.5 a 5 metros a partir de la base del tallo.

Cuando en suelos de mediana a baja fertilidad, el tamaño del árbol requerido no alcanza el crecimiento en el primer año, razón por la cual, se recurre al recepe (corte del tronco a ras de suelo para provocar rebrotes) y manejo del rebrote seleccionado. De este modo, evaluar la respuesta a la aplicación de fertilizantes al momento de la plantación se presenta como una estrategia adecuada a los efectos de alcanzar durante el primer año el fuste comercialmente requerido; o bien, en caso contrario, durante la estación de crecimiento posterior al recepe.

En referencia a esto y con el objeto de garantizar un desarrollo vigoroso en los primeros años, Consulmagnó y Burque en 1967, recomiendan la aplicación de 200 g de N P K por m² de copa en los primeros años de la plantación [3]. Así mismo, Beckjord y McIntosh en 1983 realizaron un estudio con *Paulownia tomentosa* observaron que la aplicación de NPK incrementaba significativamente la altura de los individuos[1]. Por otro lado, Pantaenius y Dalton en 1994, recomendaron la aplicación de 350 g por planta de triple quince (15-15-15) como fertilizante de arranque [13].

Martirena y et al. En 1996. Evaluaron el efecto de la fertilización inicial sobre el crecimiento de *Grevillea robusta* Cunn. A. resultados a los 48 meses. Al utilizar diferentes dosis de urea, superfosfato triple (SFT) y cloruro de potasio (KCl) como fuentes de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente, encontrando un incremento del diámetro medio de 8.07 cm en el tratamiento testigo, mientras que el agregado de SFT incrementó en el mismo orden el diámetro medio de 8.07 cm a 8.18 cm. La aplicación de KCl como fuente generadora de potasio condujo a un mayor crecimiento registrado 48 meses luego del establecimiento generando diferencias significativas al 95 % [10].

Fernández y et al. En 1996. Evaluaron el efecto de la aplicación de dosis de NPK (0, 200, 400 y 800 g/pl) y cal (0 y 1 kg/pl), sobre el crecimiento inicial del kiri en un suelo degradado, localizado en Misiones, Argentina. El análisis de varianza de altura, DAP y volumen cilíndrico corresponde a los 19 meses de edad mostraron diferencias altamente significativas entre dosis de fertilización. No se manifestaron diferencias al analizar la aplicación de cal y la interacción cal- fertilizante. Aunque la mejor respuesta para todas las variables fue con la dosis más alta (800 g/pl), los valores mantienen una tendencia creciente lo cual indicaría la posibilidad de respuesta a dosis mayores.

Fernández y et al. En 1997. Evaluaron los efectos de la aplicación de N, P, Y K sobre la productividad del Kiri (*Paulownia* spp) a los 36 meses de edad, donde realizaron la aplicación de diferentes dosis de NPK (0, 200, 400, 800 g/pl) y de cal (0 y 1 Kg/pl), sobre el crecimiento en diámetro (DAP) y volumen del kiri, en suelos degradados. Los análisis de varianza de DAP y del volumen cilíndrico, mostraron diferencias significativas entre dosis de fertilización. Por otro lado, no se observaron diferencias al analizar el efecto de la cal como tampoco respecto a la interacción cal-fertilización. Los mayores crecimientos, para ambas variables, se correspondieron con las dosis de 400 y 800 g/pl [7].

Fernández R y et al. En 1998 realizaron un estudio de *Paulownia* sp observaron que no encontraron diferencias significativas entre los tratamientos de 400 y 800 g/pl. Es importante mencionar que el factor de la fertilización ayuda a incrementar los rendimientos y mejorar la nutrición de la planta para aumentar las reservas de los nutrientes ya existentes en el suelo. Como regla general, basta suministrar adecuadamente los nutrientes requeridos en mayor cuantía por la planta, tales como el nitrógeno, el fósforo y el potasio para cubrir la elevada demanda de estos nutrientes como para originar un aumento en el volumen de la cosecha [6].

Morales en 2008, Evaluaron los efectos de la aplicación de N,P, Y K en el crecimiento de *Paulownia elongata*, se evaluarán 4 dosis de fertilización, las dosis a emplear fueron; 46-46-92, 92-92-92, 138-138-92 y 184-184-92 de Nitrógeno, Fósforo y Potasio respectivamente, éstas representan para el primer tratamiento 100-100-100 gr/planta, para el segundo 200-200-100 gr/planta, para el tercero 300-300-100 gr/planta y para el cuarto 400-400-100 gr/planta. Los análisis de varianza para las variables altura de la

planta, diámetro del tallo, tamaño de la hoja, no mostraron diferencias significativas entre dosis de fertilización [11].

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Localización del área de estudio.

El estudio se desarrolló a partir del mes de agosto hasta octubre de 2011, en la plantación de *Paulownia elongata*, localizada en el Centro Universitario UAEM Zumpango de la Universidad Autónoma del Estado de México, mismo que se encuentra ubicado en el municipio de Zumpango, el cual cuenta una superficie territorial de 244.08 Km² y tiene una ubicación geográfica de 19°54'52" de latitud norte y 99°11'36" de longitud oeste del meridiano de Greenwich y una altitud de 2250 m.s.n.m. Este municipio presenta un clima templado subhúmedo menos húmeda de los templados, con lluvias en verano, su temperatura más calidad es entre los 18° y 19°C, la precipitación oscila entre 500 y 600 mm, la región tiene una constitución litológica que se refiere a la composición de roca madre resultando diferentes tipos de suelo. Aproximadamente el 85 % es esfeozen, rico en materia orgánica y nutrientes; es una tierra parda de gran fertilidad para la agricultura de riego y de temporal. En la parte norte de este municipio en menor proporción se tiene cambisol, suelos más jóvenes y poco desarrollados situación que los hace altamente susceptibles a la erosión.

B. Desarrollo del trabajo

Se utilizaron 228 plantas de *Paulownia elongata*, con una edad de 30 meses, los cuales están establecidos en una superficie de 5000 m². Las variables de estudio que se plantean para la realización de esta investigación son las siguientes:

- Altura de la planta, se realizo desde el nivel del sustrato hasta la yema apical con un período mensual y expresará en centímetros, con ayuda de un estadal (instrumento topográfico consistente en una regla graduada).
- Diámetro de la base del tallo, con ayuda de un vernier se hará la medición a una altura previamente establecida y se expresará en centímetros.
- Número de hojas, se procedió a realizar el conteo por planta para obtener un promedio, eligiendo al azar ramas de cada árbol.
- Tamaño de la hoja para determinar área foliar, se realizo midiendo de la base al ápice de la hoja y la anchura de la misma y se expresara en centímetro.
- Calidad de la hoja en aspectos nutricionales desde el punto de vista forraje, donde se tomaron muestras de hojas y se enviaron al laboratorio de la FESCUAUTITLAN de la UNAM, para a realizar análisis bromatológicos y se comparar con otros forrajes de la región.
- Madurez de la hoja en relación de la concentración de nutrientes.
- Estación del año para determinar cuál es la mejor época para obtener hojas de mejor calidad.

La fertilización se llevo a cabo en una sola aplicación, se coloco a una distancia de 25 cm alrededor de la base del tallo de la planta a 5 cm de profundidad cubriéndose posteriormente con suelo para evitar que se volatilice. Una vez obtenidos los resultados de campo se procederá a realizar los análisis de varianza y una prueba de comparación de medias, utilizando la diferencia mínima significativa con un nivel de confiabilidad de 0.05 %.

C. *Análisis estadístico*

El diseño experimental a utilizar es el que corresponde a un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Las parcelas de medición poseen 31 plantas cada una, con un distancia de 2.5 m entre líneas y 2.5 m en líneas, donde se evaluarán 4 dosis de fertilización, las dosis a emplear serán; 46-46-92, 92-92-92, 138-138-92 y 184-184-92 de Nitrógeno, Fósforo y Potasio respectivamente utilizando como fuentes de nitrógeno urea (46%), de fósforo el superfosfato de Calcio triple (46%) y como fuente de Potasio, el cloruro de potasio (60%), éstas representan para el primer tratamiento 100-100-100 gr/planta, para el segundo 200-200-100 gr/planta, para el tercero 300-300-100 gr/planta y para el cuarto 400-400-100 gr/planta.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. *Altura de la planta*

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza que se presentan en la tabla 1, muestra que se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos de fertilización en los árboles de Paulownia elongata con un nivel de significación del 0.05.

Tabla 1. Análisis de varianza en altura de planta

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>F_{Cal.}</i>
Tratamiento	3	1.237671	0.412557	0.7689	2.60
Bloques	56	74.618774	1.332478	2.4835	1.00
Error	168	90.137756	0.536534		
Total	227	3.382729			

C.V. 39.78%

Al no encontrar diferencias significativas entre los tratamientos (dosis de fertilización), esto concuerda con Fernández R y et, al en 1998, donde realizaron un estudio de Paulownia sp y observaron que no existía diferencias significativas entre los tratamientos de 400 y 800 g/pl. [7]. Se puede mencionar que aunque no se encontraron diferencias significativas entre los tratamiento es de su importancia mencionar que el factor de la fertilización ayuda a incrementar los rendimientos y mejorar la nutrición de la planta para aumentar las reservas de los nutrientes ya existentes en el suelo. Como regla general, basta suministrar adecuadamente los nutrientes requeridos en mayor cuantía por la planta, tales como el nitrógeno, el fósforo y el potasio para cubrir la elevada demanda de estos nutrientes como para originar un aumento en el volumen de la cosecha.

B. *Diámetro de la base del tallo*

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza que se presentan en la tabla 2, nos muestra que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos de acuerdo al diámetro de la base del tallo sobre las dosis de fertilización en los árboles de Paulownia elongata con un nivel de significación del 0.05.

Tabla 2. Análisis de varianza en el diámetro de la base del tallo.

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Fcal</i>
Tratamiento	3	319.101563	106.367188	1.3810	2.60
	56				1.00
Bloques		8898.054688	158.893829	2.0630	
Error	168	12939.460938	77.020599		
Total	227	22156.617188			

C.V. 44.76 %

C. Número de hojas

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza que se presentan en la tabla 3, muestra que no se encontraron diferencias significativas entre el número de hojas por planta en los tratamientos de fertilización en los árboles de Paulownia elongata con un nivel de significación del 0.05.

Tabla 3. Análisis de varianza en el Número de hojas.

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Fcal.</i>
Tratamiento	3	470.5625	156.054417	0.4467	2.60
Bloques	56	40152.7187	717.012817	2.0421	1.00
Error	168	58986.9375	315.112732		
Total	227	99610.218750			

C.V. 54.69%

D. Tamaño de la hoja (área foliar)

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza que se presentan en la tabla 4, muestra que no se encontraron diferencias significativas entre el número de hojas por planta en los tratamientos de fertilización en los árboles de Paulownia elongata con un nivel de significación del 0.05.

Tabla 4. Análisis de Varianza del tamaño de hoja (área foliar)

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Fcal.</i>
Tratamiento	3	152060	50686.66796	0.7699	2.60
Bloques	56	104117452	186025.9218	2.8255	1.00
Error	168	11060988	65839.210938		
Total	227	21630500			

C.V. 63.53 %

En cuanto a la variable diámetro de la base del tallo si encontramos diferencias, pero en el número y tamaño de la hoja, si se encontraron diferencias entre los tratamientos, por lo que podemos mencionar

que solamente el nivel de fertilidad permite tener plantas vigorosas, en referencia a esto y con el objeto de garantizar un desarrollo vigoroso en los primeros años, Consulmagn y Burque en 1967, recomiendan la aplicación de 200 g de N P K por m² de copa en los primeros años de la plantación[2]. Así mismo, Beckjord y McIntosh en 1983 realizaron un estudio con *Paulownia tomentosa* observaron que la aplicación de NPK incrementaba significativamente la altura de los individuos [1]. Por otro lado, Pantaenius y Dalton en 1994, recomendaron la aplicación de 350 g por planta de triple quince (15-15-15) como fertilizante de arranque [13].

Es necesario comentar que se enviaron las muestras de área foliar al laboratorio de bromatología de la FES-Cuautitlán de la UNAM y estamos en espera de los resultados, para determinar cuál es la mejor dosis de fertilización en cuanto a la concentración de proteína.

V. CONCLUSIONES

El factor de la fertilización ayuda a incrementar los rendimientos y mejorar la nutrición de la planta para aumentar las reservas de los nutrientes ya existentes en el suelo como se expreso aunque no se encontraron diferencias entre los tratamientos.

No se encontraron diferencias significativas en las siguientes variables: los tratamientos de fertilización, diámetro de la base del tallo, número de hojas en los árboles de *Paulownia elongata* con un nivel de significación del 0.05.

REFERENCIAS

- [1] Beckjord, Pand and Mc Intosh, M. 1983. *Paulownia tomentosa*: effects of fertilización and coppicing in plantation establishment, *Southern Journal of applied forestry* 7,(2), 81-84.
- [2] CIID INFORMA, 1992. El persistente Abogado de *Paulownia*, Forest Research Institute Chinese Academy of Forestr) Wan Shou Shan, Beijing People's Republic of Chin
- [3] Consulmagn, E.;Burke, T.J.1967. Kiri, exigencies e técnicas de cultivo, san Pablo, Brasil, editorial por los autores. 198 p.
- [4] CPII, 2001. *Paulownia Elongata*. Folleto- Informativo. Tepetzotlán, México.
- [5] Fernández, R, Lupi, A.; Pahr, N; Domecq, C. 1997. Respuesta del Kiri (*Paulownia spp*) a la fertilización y al encalado. Resultados a los 19 mese de edad. *Revista YVYRARETA*; 8; Julio. 92-94 pp.
- [6] Fernández, R.,A., Pahr, N.,1998, Efecto de la aplicación de Nitrógeno, Fósforo y Potasio sobre la productividad del Kiri (*Paulownia ssp*) Resultados de los 36 meses de edad. *Acta XVI Congreso Argentino de las Ciencias de los Suelos Carlos, Paz* pp 4.
- [7] Fernández, R, Lupi, A.; Pahr, N; Domecq, C. 1998. Respuesta del Kiri (*Paulownia spp*) a la fertilización y al encalado. Resultados a los 36 mese de edad. Publicado en *Actas XVI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Carlos Paz. Argentina.*
- [8] González, C. A. 1996. Generalidades del cultivo del peral (*Pyrus communis L. Fam Rosáceas*). UAEM. Toluca. 69 p.
- [9] Gutiérrez, L. J. L., OCAÑA, D. R. 2009, Manual para el cultivo de *Paulownia elongata*. UAEM, Primera Edición. Toluca Méx. 47p
- [10] Martiarena, R, Von Wallis,A.,Fernández R. Domecq, C. 2006. Efecto de la Fertilización inicial sobre el crecimiento de *Grevillea robusta Cunn. A.* resultados a los 48 meses. XXI Jornadas Forestales de Entre Rios, Concordia, Argentina, 26 al 27 de Octubre.

- [11] MORALES, R. L., 2008, Evaluación de cuatro dosis de fertilización en Paulownia, sobre su crecimiento en Zumpango, México. Tesis profesional. Centro Universitario UAEM Zumpango, Zumpango Estado de México, pp 11-25.
- [12] Navarro, M.S. Propiedades Tecnológicas de las maderas mexicanas de importancia en la construcción. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales, México; 4(1):221-229.1998.
- [13] Pantaenius, G; Dalton, E. 1994. El cultivo de Kiri, recomendaciones técnicas, cartilla técnica n° 1, E.E.A. Montecarlo INIA, Centro regional Misiones, argentina, 14P.
- [14] Villalobos, D. M. Á. 2006, Evaluación del comportamiento y adaptación del árbol de Paulownia Elongata, tesis de licenciatura. Centro Universitario UAEM Zumpango, Zumpango, Estado de México, pp11-20.