

Estudio de la Composición Química y Toxicológica de las hojas de *Paulownia elongata*

José L. Gutiérrez¹, Ranulfo Reyes¹, Alfredo Medina², Manuel A. Reyes³, Luis A. Gutiérrez¹ y Deneb Camacho⁴
Centro Universitario Zumpango¹, Facultad de Ciencias Agrícolas², Consultor Privado³, Dpto. de Ciencias Pecuarias⁴
Universidad Autónoma del Estado de México^{1,2}, FES Cuautitlán UNAM⁴
Zumpango¹; Toluca², Cuatitlán⁴; Méx.; México
jlgutierrezl@uaemex.mx, nuforg@yahoo.com.mx, [alfredomga, rufin_gael, antonio12521]@hotmail.com,
morfinde@yahoo.com.

Abstract— The aim of this work was to evaluate the chemical composition of the sheet of *Paulownia elongata* in the rainy season, samples were taken every three weeks and taken to the laboratory for their corresponding analysis, tests gave us the chemical composition of *Paulownia* is She remained constant in the study period. He also presented high lignin content and the presence of cyanogenic glucosides as anti-nutritional factors and the absence of tannins.

Keyword— *Composition, Chemistry, Paulownia, Rainy Season.*

Resumen— El objetivo del presente trabajo fue evaluar la composición química de la hoja de *Paulownia elongata* en la época de lluvia, se realizaron muestreos cada tres semanas y llevadas al laboratorio para sus análisis correspondientes, las pruebas nos arrojaron que la composición química de *Paulownia* se mantuvo constante en el período de estudio. Además, presentó alto contenido de lignina y presencia de glucósidos cianogénicos como factores antinutricionales y ausencia de taninos..

Palabras claves— *Composición, Química, Paulownia, Época de lluvia.*

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas que limitan la eficiencia en la productividad animal es el marcado defecto de la estacionalidad en la producción de forrajes principalmente para rumiantes, esto repercute en una baja de peso, un alargue en el tiempo al mercado y trastornos en la producción de leche y carne en pequeños rumiantes [5]. Por tal razón en el Centro Universitario UAEM Zumpango, a través de la Licenciatura de Ingeniero Agrónomo en Producción, se ha venido trabajando con *Paulownia elongata* desde el 2003 a la fecha, con la intención de demostrar que es una especie viable, a pesar de no ser originaria de México, se ha encontrado que las hojas tienen un valor alimenticio similar al de la alfalfa por lo que se puede utilizar como complemento en la dieta de animales rumiantes. De un árbol de 8 a 10 años de edad se obtienen 100kg de hojas frescas, aproximadamente 30 kg de hojas secas con un valor proteico de 20% y una digestibilidad de 60%, estos resultados se han obtenido mediante los análisis bromatológicos realizados en los laboratorios de la FESCUAUTITLAN de la UNAM, bajo la responsiva del Departamento Pecuario; se han realizado cuadros comparativos con los forrajes de la región como lo alfalfa, avena, rastrojo y se ha encontrado que *Paulownia elongata* es altamente significativa y puede ser considerada como un abastecedor de alimento en etapas críticas, por su contenido nutricional (proteína cruda y digestibilidad) que es más alto que el de otros forrajes, entonces tendremos una buena alternativa para obtener alimento de calidad.

Las hojas de *Paulownia elongata* presentan una buena opción forrajera, sobre todo en épocas críticas para los rumiantes, además de su buena digestibilidad (más del 50%), su contenido de proteína es el adecuado para las especies mencionadas [3].

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la composición química de la Hoja de *Paulownia elongata* en la época de lluvia de la plantación establecida en el Centro Universitario UAEM Zumpango, en Zumpango Estado de México.

II. TRABAJOS RELACIONADOS

Paulownia elongata es un árbol originario de china, esta especie ha 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 17 al 21 %, igualando a la reina de los forrajes (alfalfa). Esta 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 [12].

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 [4].

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 [11].

En suelos de mediana a baja fertilidad el fuste requerido no alcanza con el crecimiento del primer año, razón por la cual, luego de transcurrido este periodo se recurre al recepe 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 [1].

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 [13].

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 [13].

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” [10].

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 [7].

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

La recolección de la hoja se llevó a cabo mediante muestreos cada tres semanas, durante el periodo comprendido de agosto a septiembre de 2012. Cada muestra fue llevada al laboratorio de Bromatología de la FES Cuautitlán de la UNAM, con la intención de realizarles los análisis correspondientes.

Una vez que las hojas de *Paulownia* estuvieron en el laboratorio, se procedió a separarlas en dos grupos. A una de ellas se le determinó materia seca mediante la técnica de secado a 60 °C [9], posteriormente se realizó la molienda con ayuda de un molino de Wiley, con la intención de determinar la humedad total, proteína cruda, cenizas, extracto etéreo, calcio y fósforo. Asimismo, se determinó el % de fibra detergente neutro y lignina, lo anterior con base en las técnicas que consigna Morfín [9]. El otro grupo de las muestras en estado fresco se maceraron y se realizaron las pruebas cualitativas para determinar la presencia de taninos condensados a partir del ensayo con Vainillina/ácido sulfúrico, glucósidos cianógenos (Cn) mediante la reacción con el papel picrosódico, así como también la presencia de nitratos y nitritos. Para la descripción de los ensayos se utilizó el sistema de cruces para especificar la presencia o ausencia de los grupos de metabolitos siguiendo los criterios: presencia cuantiosa (+++), presencia notable (++) , presencia leve (+) y ausencia (-) [3].

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se resalta que los contenidos de los conceptos estudiados son similares entre las diferentes fechas de muestreo, resalta que fueron similares dentro del periodo de estudio; además resaltan los contenidos de proteína cruda, por debajo del 20 %, cantidad que es reportada en otros estudios. Los contenidos de proteína, calcio y fósforo se pueden considerar que fueron constantes durante el período de estudio y destaca el contenido de calcio por ser alto.

Tabla I. Composición química de *Paulownia elongata* introducida en la UAEM en Zumpango, Méx. %

Fecha	3 agosto	25 agosto	20 de septiembre
Etapa fenológica	vegetativa	vegetativa	floración 60 %
Materia seca	66.67	69.32	63.31
Humedad total	32.84	30.68	36.69
Extracto etéreo	4.61	6.27	6.75
Cenizas	7.64	8.38	9.95
Proteína cruda	14.26	14.65	13.95
FDN ^B	48.57	42.27	36.85
Extracto libre de nitrógeno	24.92	28.44	32.51
Ca	3.47	4.68	3.50
P	0.16	0.20	0.13

^B Fibra detergente neutro.

Aproximadamente la tercera parte de la fibra detergente ácido la ocupa la lignina (tabla 2), de hecho, el contenido de este componente se puede considerar alto y superior al que se encontraría en gramíneas de zonas templadas, por lo cual se esperaría que la digestibilidad de la *Paulownia* fuera cercana a las gramíneas de zonas tropicales, aproximadamente del 50 % [2, 8, 14]. Sin embargo, si se considera que *Paulownia* es una planta que se puede establecer en zonas áridas y se puede forraje de la misma en todas las épocas del año, esto no es un impedimento para su utilización en la alimentación de rumiantes.

Tabla II. Fracciones de Van Soest de *Paulownia elongata* introducida en la UAEM en Zumpango, Méx.

Fecha	3 agosto	25 agosto	20 de septiembre
Etapa fenológica	Vegetativa	vegetativa	Floración 60%
FDN ^B	48.57	42.27	36.85
FDA [§]	24.14	22.32	34.23
Lignina	8.52	7.59	12.92

^B Fibra detergente neutro.

[§] Fibra detergente ácido

En la tabla 3 resalta que, de los tóxicos estudiados, la presencia de glucósidos cianogénicos, cabe señalar que estos compuestos constituyen los típicos compuestos de defensa y las plantas solo los sintetizan cuando se encuentran sometidas a estrés como el hídrico, el ataque por plagas, enfermedades foliares o producto al pisoteo de los animales [3].

Tabla III. Presencia de tóxico de *Paulownia elongata* introducida en la UAEM en Zumpango, Méx.

<i>Fecha</i>	<i>3 de agosto</i>	<i>25 de agosto</i>	<i>20 de septiembre</i>
Etapa Fenológica	Vegetativa	Vegetativa	Floración 60%
NO2	-	-	-
NO3	-	-	-
Taninos	-	-	-
Glucósidos	+	+	+

- : Ausencia
+ : Presencia

Tabla IV. Comparación nutricional de la hoja de *Paulownia* con Forrajes más comercializados en la Región II de Desarrollo Agropecuario Zumpango

<i>%</i>	<i>Alfalfa henificada</i>	<i>Avena henificada</i>	<i>Rastrojo de maíz</i>	<i>Hojas de Paulownia elongata</i>
MS	90.9	90	90	100
HT	9.1	10	10	0
PC	19.4	8.2	5.9	20.83
EE	1.1	1.3	1.6	3.52
C	6.8	6.9	5.9	8.25
FDN	46.3	32.5	43.3	30.78
ELN	36.2	42.2	46.5	36.62
TND	60.29	55.86	59	66.12

Como se aprecia el cuadro anterior *Paulownia* presenta mejor contenido de proteína cruda que la alfalfa, y el rastrojo de maíz, por lo que nos hace suponer que es una especie vegetal que puede tener gran aceptación en las unidades de producción pecuaria de pequeños rumiantes.

V. CONCLUSIONES

La composición química de *Paulownia* se mantuvo constante en el período de estudio. Además, presentó alto contenido de lignina y presencia de glucósidos cianogénicos como factores antinutricionales y ausencia de taninos.

Por lo que debemos seguir trabajando con esta especie, para valorarla efectivamente como una gran alternativa forrajera, como se muestra en los cuadros anteriores, su comparación con los forrajes tradicionales, no se queda atrás.

Lo anterior nos deja claro que tenemos que buscar alternativas viables para asegurar la alimentación de los animales (pequeños rumiantes), y si *Paulownia elongata* es considerada como un abastecedor de alimento en etapas críticas, por su contenido nutricional (proteína cruda y digestibilidad) que es más alto que el de otros forrajes, entonces tendremos una buena alternativa para obtener alimento de calidad.

REFERENCIAS

[1] CPII, 2001. *Paulownia Elongata*. Folleto- Informativo. Tepetzotlán, México.
 [2] Frame J. 2005. Forage legumes for temperate grasslands. *Enfield New Hampshire Sc.* 309 p.
 [3] García, D. E. 2004a. Principales factores antinutricionales de las leguminosas forrajeras y sus formas de cuantificación. *Pastos y Forrajes*, 27(2): 101-111.
 [4] Gutiérrez, L. J. L., Ocaña, D. R. 2009, Manual para el cultivo de *Paulownia elongata*. UAEM, Primera Edición. Toluca Méx. 47p

-
- [5] Gutiérrez, A.J.L., 1991, Nutrición de rumiantes en agostadero, Universidad Autónoma de Chihuahua, Colección de textos Universitarios. pp 212-224.
- [6] Hernández, S., Potencial forrajero de especies leñosas de los bosques secundarios del Peten Guatemala, Agroforestería de las ameritas.
- [7] Jimenez, M. A. 2001, Conservación de forraje para la alimentación de ganado. 3 ed. Universidad Autónoma Chapingo, México, 94p.
- [8] Minson D. J. 1990. Forage in ruminant nutrition. Academic Press. San Diego USA.
- [9] Morfín, L. L. 2010. Manual para el laboratorio de Bromatología. FES – Cuautitlán UNAM. México.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] Villalobos, D. M. Á. 2006, Evaluación del comportamiento y adaptación del árbol de Paulownia Elongata, tesis, pp11-20.
- [13] Zhu Zhao-Hua, 1992. El persistente Abogado de Paulownia, el CIID informa, enero.
- [14] Wilson J. R. 1994. Cell wall characteristics in relation to forage digestion by ruminants. The Journal of Agric. Sc. 122. pp 173-182.