

**VALOR NUTRITIVO DE LA MORERA *Morus alba* L. (MORACEAE) ALIMENTO DEL GUSANO DE SEDA (*Bombyx mori* L.) (LEPIDÓPTERA: BOMBYCIDAE) Y SU IMPORTANCIA EN LA SERICICULTURA**

José Manuel Pino-Moreno<sup>1</sup>, Julieta Ramos-Elorduy<sup>1</sup>, Alejandro Rodríguez-Ortega<sup>2</sup>, Sergio Carlos Ángeles-Campos<sup>3</sup> y Agueda García-Pérez<sup>4</sup>. jpino@ib.unam.mx relorduy @ib.unam.mx alexrodor@hotmail.comsangeles@unam.mx aguedagp@unam.mx. <sup>1</sup>Instituto de Biología UNAM. Ap. Postal 70-1564, C.P. 04510 México D.F. <sup>2</sup>Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, Hidalgo, México. <sup>3</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, Secretraide Zootecnia y Extensión. <sup>4</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica Segundo Edificio. Tercer Piso Laboratorio 2301.

**RESUMEN:** Mediante las técnicas del A.O.A.C se efectuó el análisis del valor nutritivo de la hoja del gusano de seda, se reportan su composición en agua, materia seca, humedad, proteína cruda, proteína verdadera, proteína digestible, digestibilidad de la proteína, extracto etéreo, cenizas, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno, total de nutrimentos digestibles, energía digestible, energía metabolizable, fibra neutro detergente, contenido celular, fibra ácido detergente, hemicelulosa, lignina, así como calcio, magnesio, sodio, potasio, hierro, cobre, zinc, y fósforo. Asimismo se discute la importancia de la sericicultura como una agroindustria para el desarrollo.

Palabras clave *Morus*, *Bombyx*, composición química, sericicultura.

**Nutritional value of mulberry *Morus alba* L. (Moraceae) food silkworms (*Bombyx mori* L.) (Lepidoptera: Bombycidae) and its importance in sericulture.**

**ABSTRACT:** Using the techniques of analysis A.O.A.C nutritious leaf silkworm was performed, composition reported in water, dry matter, moisture, crude protein, true protein, digestible protein, protein digestibility, ether extract, ash, crude fiber, nitrogen-free extract, total digestible nutrients, digestible energy, metabolizable energy, neutral detergent fiber, cell content, acid detergent fiber, hemicellulose, lignin, as well as calcium, magnesium, sodium, potassium, iron, copper, zinc, , and phosphorus.

The importance of sericulture is also discussed as an agribusiness development.

Key words *Morus*, *Bombyx*, chemical composition, sericulture.

**Introducción**

El hombre ha criado gusanos de seda desde hace varios siglos y actualmente se cultiva en muchas regiones del mundo para la obtención de la preciada seda (Cantos, 2012)

La sericicultura se define como la producción de seda cruda a través de la crianza del gusano de seda, es una importante actividad agroindustrial que comprende el cultivo de la morera, la cría del gusano, la producción de huevecillos, así como la obtención del hilo de seda para la industria textil (Rodríguez *et al.* 2012), cuyo aprovechamiento es de amplio espectro en diversas actividades de nuestra economía, siendo actualmente una floreciente industria, el primer productor mundial de seda es China, le siguen en importancia: India, Rusia, España, Francia, Italia y algunos otros países de Asia, Europa e incluso Brasil y Colombia, es decir se cultiva en muchas regiones del mundo en condiciones controladas proporcionándoles por ejemplo obscuridad, tranquilidad y alimento.

El gusano de seda pertenece al orden Lepidoptera, familia Bombycidae y su nombre científico es *Bombyx mori* L., es un insecto holometábolo, es decir que tiene metamorfosis completa pasa por los estados de desarrollo denominados: huevo, larva, pupa y adulto.

Es una especie originaria del norte de Asia, los primeros datos que constatan su existencia aparecen en Asia Oriental siendo los manuscritos de Confucio sobre el año 2,500 a.C., actualmente

solo vive en cautividad, es decir el gusano se ha domesticado tanto que ya no puede sobrevivir independientemente en la naturaleza, especialmente desde que perdieron su habilidad para volar y ésta larva produce la seda a partir de su alimentación única y exclusivamente de las hojas de la morera blanca *Morus alba* L., ya que ésta posee todos los elementos nutricionales necesarios como: proteínas, grasas, carbohidratos, fibra, vitaminas así como macro y micronutrientes, para su adecuado desarrollo fisiológico y productivo. La sericultura es una actividad noble, ya que para la atención y la alimentación de los gusanos no se requieren grandes esfuerzos físicos o intelectuales y puede realizarse por cualquier miembro de la familia, incluyendo niños, ancianos o personas con capacidades diferentes para contribuir con su trabajo a la economía familiar.

La planta denominada morera blanca se clasifica en el Reino Plantae, Filo Magnoliophyta, Clase Magnoliopsida, Orden Urticales, Familia Moraceae, Género *Morus*, Especie *alba* L. (Anónimo, 2009),

El género *Morus* incluye 24 especies, algunas de las cuales son utilizadas principalmente, para la alimentación del gusano de seda, o como forraje de otros animales como vacas y cabras, como planta medicinal o de ornato en jardines, paseos y calles o de sombra, en la construcción de jardines, para obtener papel, madera y leña, así como en la preparación de estacas y para controlar la erosión en áreas susceptibles.

La mora blanca es una especie de árbol que mide hasta 15 m de altura, con ramas jóvenes grisáceas. Hojas con pecíolo de 1.5-2 cm y limbo de 4-6 por 4-5 cm, más o menos ovado, subagudo, irregularmente dentado o lobado, oblicuamente cordado, delgado, glabro excepto a lo largo de la nerviación, verde claro. Infrutescencias (sorosis) de la longitud de sus pedúnculos (2,5 por 1 cm), blancas o blanco-rosadas, que son las moras; florece en abril y fructifica en mayo.

Son árboles oriundos de las zonas templadas de Asia central y del Este (China, Manchuria y Corea) y muy cultivado en Asia, Europa y América, la morera (*Morus alba* L.) es una planta originaria de China ,cuyas hojas durante más de 5,000 años han sido el único alimento natural del gusano de seda (*Bombyx mori* L.), en el primer estadio del gusano se le ponen hojas jóvenes y tiernas para que no tengan dificultad a la hora de masticar pues sus mandíbulas aún son débiles, a medida que va creciendo se le ofrecen tamaños y cantidades mayores de hojas y finalmente se les da hojas enteras y viejas. (Wikipedia, 2014).

La morera blanca es la especie comúnmente usada en la alimentación del gusano de seda en China y Europa y es la que produce la seda más fina, en ella se ha reportado su alto contenido de proteína y de energía. (Sainz, 2014).

Sin embargo existe una gran variación en la producción y en la calidad nutricional de las hojas entre las especies y variedades de moreras cultivadas en diferentes localidades y bajo condiciones ambientales diversas, por lo tanto es importante identificar el germoplasma más adecuado para la nutrición de este insecto, particularmente en la República Mexicana (Sainz, 2013).

En México se ha desarrollado la sericultura desde la época colonial en los Estados de Oaxaca, Michoacán y San Luis Potosí, es decir ésta actividad es histórica, actualmente diversas instituciones como la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero Ubicada en Tepatec, el Instituto Tecnológico de Huejutla, El Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Hidalgo y el Centro de Sericultura de San Luis Potosí han realizado esfuerzos para desarrollar un programa de sericultura y con ello el cultivo de la morera; debido a su adaptabilidad para desarrollarse y crecer de manera óptima en diversas condiciones geográficas y climatológicas , es decir en la República Mexicana existen las condiciones apropiadas para el cultivo y explotación de la morera y por lo tanto para su producción a gran escala son muchos los lugares del país donde las plantas se desarrollan excelentemente, desde el nivel del mar, hasta regiones situadas a 2,800 msnm. Incluso este interés promovió la introducción de diversas variedades de morera provenientes de Japón y de Europa, por lo cual tenemos una gama de

ejemplares de los cuales se desconoce su origen, por lo cual es urgente la necesidad de tipificar el valor nutritivo de las hojas, por las razones antes expuestas consideramos de interés realizar la presente investigación para conocer su composición nutrimental, es decir sus cualidades en macro y micronutrientes para poder seleccionar el alimento adecuado y obtener una alta productividad en el manejo del gusano (Rodríguez *et al.* 2012).

### **Materiales y Método**

Las hojas de la morera se obtuvieron de la Universidad Politécnica de Fco. Madero ubicada en el Km. 2 de la Carretera Tepatepec–San Juan Tepa Francisco y Madero Estado de Hidalgo, México.



Figura 1. Plantación de morera en la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, Tepatepec, Hidalgo, Méx.

Todos los análisis químicos se efectuaron en el Laboratorio de Nutrición animal y Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM por triplicado, para ello se empleó los métodos del AOAC (Helrich 1990) y se reportan los resultados promedio.

El contenido de humedad (NH:934.01 ) se determinó por secado en horno a 50°C; la proteína (N.988.05) por el método de Kjeldahl, utilizando un digestor Büchi K-435, lavador de gases Buchi B 414, destilador Büchi Kjelflex K 360, campana de extracción , tubos de digestión de 42 x 300 mm de 300 mL, extracto etéreo (920.39) por extracción en un soxhlet, cenizas (N. 942.05) por calcinación en una mufla Linberg modelo TZ45T, fibra cruda (N 962.09) en un analizador de fibra (ANKOM) Modelo 200/220 y la materia seca y el extracto libre de Nitrógeno fueron calculados por diferencia.

Los reactivos utilizados se señalan de acuerdo al análisis realizado. Determinación de grasas. Éter etílico reactivo analítico (RA; Reasol) Proteína, Agua destilada, mezcla catalizadora: (Sulfato de potasio Meyer) 200 g RA, sulfato de cobre pentahidratado Meyer 20 G RA, selenio negro metálico (Merck), 5 g RA, ácido bórico al 4% (Reasol), anaranjado de metilo (J.T. Baker) , ácido sulfúrico concentrado (Fermont) 93-95%, hidróxido de sodio en lentejas (RA; Reasol) al 20 y 30%, verde bromocresol (Merck) y ácido clorhídrico (J. T. Baker) 36.5 a 38% Fibra cruda, ácido sulfúrico (Fermont) 93-95 % en solución al 1.25% e hidróxido de sodio en solución al 1.25%.

Para los minerales la técnica utilizada fue espectrofotometría de absorción atómica (Mg, Na, K, Zn y Cu) y espectrofotometría de absorción atómica acoplada a generación de hidruros (Hg y As); la determinación de Ca se realizó con espectrofotometría de emisión atómica y el P fue determinado por la técnica de espectrofotometría de ultravioleta visible, AOAC 965.17 (Helrich 1990).

Se realizó una digestión húmeda con ácido clorhídrico de las cenizas obtenidas por calcinación en mufla a 600 °C, posteriormente la solución obtenida se filtró y aforó a 100ml con agua destilada (solución madre), para finalmente leer su absorbancia en un espectrofotómetro de absorción atómica marca Perkin Elmer modelo 2380, el cual fue calibrado de acuerdo a la longitud de onda correspondiente a cada mineral. Para la lectura de P fue utilizado un espectrofotómetro de UV Vis modelo Genesis 10 Vis.

La energía bruta se calculó de acuerdo al método (ASTM, 1974) utilizando un calorímetro Parr modelo 6400.

La proteína digestible en pepsina y la digestibilidad de la proteína en pepsina al 0.2% se realizó utilizando baño de agua con calentamiento a 39 °C y agitación (AOAC 971.09).

Las reacciones de fibra cruda fueron determinadas utilizando un analizador de fibra (ANKOM Modelo 200/220 de acuerdo a la técnica de Van Soest *et al.*, 1991).

## Resultados y Discusión

En el cuadro 1 se señala la composición nutricional de las hojas de la morera.

Cuadro 1. Valor nutritivo de la morera.

	Base Húmeda %	Base 90 %	Base Seca %	Base Seca %
Materia seca	24.83	90.00	100.00	
Humedad	75.17	10.00	00.00	
Proteína cruda	2.87	10.42	11.58	<b>18.43 *</b>
Proteína verdadera	<b>2.70?</b>	<b>9.81?</b>	10.90	<b>15-28 % *</b>
Proteína digestible en pepsina 0.2 %			8.06 %	
Digestibilidad de la proteína en pepsina al 0.2%			62.60	
Extracto etéreo	0.95	3.43	3.81	
Cenizas	3.28	11.90	13.23	<b>13.6 a 17.0*</b>
Fibra cruda	3.97	14.37	15.97	
Extracto libre de nitrógeno	13.76	49.88	55.42	
T.N.D	18.44	66.83	74.25	
E.D. kcal/kg (aproximadamente)	812.96	2946.42	3273.80	
E.M. kcal/kg (aproximadamente)	666.56	2415.81	2684.24	

\* Pérez, 2003

En el cuadro 2 se muestran las proporciones de fibra que posee la morera.

Cuadro 2 Análisis de fracciones de Fibra Cruda (Van soest).

Fibra neutro detergente	48.46
Contenido celular	51.54
Fibra ácido detergente	23.07
Hemicelulosa	16.31
Lignina	3.59

En el cuadro 3 se presenta la composición en minerales de la morera.

Cuadro 3 Determinación de minerales en Base Seca \*\*

Calcio (1)	1.02 %	<b>(2.52) *</b>	Fósforo (2)	0.16 %	<b>(0.24- 0.43) *</b>
------------	--------	-----------------	-------------	--------	-----------------------

*Entomología Mexicana 1: (2014)*

Magnesio	3000 ppm	Mercurio	NSD ppm
Sodio	166 ppm	Arsénico	NSD ppm
Potasio	1.93 %	Zinc	892 pp.
Zinc	892 ppm	Cobre	6 ppp

NSD = no se detecta a más de 30 ng/g.

\* Pérez., 2003

Existe una gran variación en la calidad nutricional de hojas entre las especies y variedades de moreras que se cultivan en diferentes localidades y en diversas condiciones de suelo y clima, lo que demuestra la necesidad de conocer su valor nutritivo particularmente en nuestro país, por esta razón es importante su caracterización en macro y micronutrientes y la adecuada selección de las mismas.

Los resultados obtenidos en esta investigación en comparación con otros autores en proteína, y sales minerales totales así como en calcio y fósforo dependen de la variedad, edad de la hoja y de las condiciones de crecimiento de la morera, por ejemplo el porcentaje de proteína cruda en base seca es similar a la mayoría de las leguminosas en este caso el frijol de oro negro *Vigna spp.* posee 26.95 %, el garbanzo *Cicer arietinum* semilla entera 20.56%, los guisantes *Pisum sativum* semilla entera 25.56 % y el haba *Vicia faba* semilla entera cruda 27.45% Wu Leung (1975), además no se identificaron compuestos tóxicos como mercurio o arsénico o factores antinutricionales, igualmente sus altos valores en energía digestible, metabolizable y su digestibilidad de la proteína en pepsina (62.60) la han convertido en un alimento de excelente calidad para la alimentación de gusano de seda .Por otro lado en la sericultura el manejo de la calidad nutricional y cantidad del alimento de las hojas de la morera blanca (*Morus alba*) es clave para satisfacer los requerimientos nutricionales y el adecuado desarrollo del gusano y por lo tanto en la producción de la seda, (Anónimo, 2011) (Fig. 2).

Con estos resultados en México se presenta una nueva alternativa de manejo de la morera y de la sericultura como una de las actividades productivas del campo y que puede contribuir al mejoramiento de los ingresos y condiciones de vida de las familias campesinas, incrementando la calidad de la seda. Es conveniente recordar que la sericultura es un actividad agroindustrial con un eminente potencial en la economía rural y puede ser una actividad de alta rentabilidad en los Estados de Hidalgo, San Luis Potosí y en Oaxaca, pero para lograrla se debe de prestar más y especial atención a la alimentación y nutrición de las orugas <http://agro.faua.info/node/149>, ya que la seda es cotizada a un gran valor y muchas familias viven de la explotación de los gusanos debido a las propiedades de la seda como su resistencia, elasticidad, brillo y termoestabilidad (Cantos. 2012).



Figura 2. Hojas de morera para alimentar larvas de gusano de seda.

### Literatura Citada

- Anónimo 2009. Diccionario Enciclopédico Vox 1. <http://es.thefreedictionary.com/morera> Morus alba
- Anónimo, 2011. <http://www.avignon.es/Documentos/Alivivo.htm>
- ASTM, 1974. Standards for bomb calorimetric and combustion methods. American Society for testing and Materials, Philadelphia, Pa. USA.
- Cantos, M. J. 2012. [http://juanamaricantos.blogspot.mx/2012/11/los-guisanos-de-seda\\_16.html](http://juanamaricantos.blogspot.mx/2012/11/los-guisanos-de-seda_16.html)
- Helrich K. 1990 Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists 15 Ed., A.O.A.C. 1298 p.
- Pérez, A. 2003. <http://agro.faua.info/node/149>
- Rodríguez, O. A., J. Vargas M., A. Ventura M, A. Martínez M., J. Rodríguez M y M. Ehsan 2012. Manual de Sericultura en Hidalgo (Principios Básicos) Ed. UPFIM, CONACyT, FOMIX-HGO. HIDALGO TIERRA DE TRABAJO, COCYTECH 102P.
- Sainz de V.K, 2013. <http://www.camaleones.es/algusanosdeseda.html>
- Sainz de V.K, 2014. [http://www.infoartropodos.es/articulos/gusanos de seda.pdf](http://www.infoartropodos.es/articulos/gusanos%20de%20seda.pdf)
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B, Lewis B.A. 1991.. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* **74**: 3583-3597.
- Wikipedia, 2014. [http://es.wikipedia.org/wiki/Morus\\_alba](http://es.wikipedia.org/wiki/Morus_alba)
- Wu Leung W.T. 1975 Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina Ed. Interamericana Reimpresión 150p.