

Análisis proximal y digestibilidad *in vitro* de la morera (*Morus nigra*)

Analysis proximal and *in vitro* digestibility of mulberry (*Morus nigra*)

Sonia Patricia CASTILLO RODRÍGUEZ, Teodosio INFANTE GONZÁLEZ, Elsa RODRÍGUEZ VILLARREAL, Froylán Andrés LUCERO MAGAÑA y Juan Carlos MARTÍNEZ GONZÁLEZ 

Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Apartado Postal 189. Ciudad Victoria, Tamaulipas, C. P. 87140, México. E-mails: spcr16@hotmail.com; elsav59@hotmail.com; flucero@uat.edu.mx; jmartinez@uat.edu.mx  Autor para correspondencia

RESUMEN

La morera (*Morus nigra*) es un valioso recurso vegetal de las regiones tropicales, el follaje es de buena calidad nutritiva. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la composición bromatológica y la digestibilidad *in vitro* de la morera. Para la realización del presente estudio se cosecharon hojas y tallos tiernos de morera, al inicio de la primavera (marzo-abril) de árboles en plena floración. Las muestras se colocaron en bolsas de papel y se secaron en la estufa a 60° C, posteriormente se molieron. Se realizó un análisis proximal o de Weende; además, con la técnica de Van Soest se determinaron los contenidos de fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD) y para la determinación de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) se utilizó la técnica de dos fases. Los contenidos de proteína cruda (PC) para las hojas y tallos tiernos de morera fueron 26,9 y 18,3%, respectivamente. Asimismo, los valores de FND y FAD en las hojas fueron 48,3 y 21,9%, respectivamente, mientras que la DIVMS de las hojas fue de 85,6%. Se concluye que la morera es un forraje de buena calidad.

Palabras clave: Análisis bromatológico, digestibilidad *in vitro*, *Morus nigra*.

ABSTRACT

Mulberry (*Morus nigra*) is a valuable plant resource of tropical climates; the foliage is of good nutritional quality. The objective of the present study was to evaluate the bromatological composition and digestibility *in vitro* of mulberry. For the present study were harvested leaves and tender stems from mulberry, at the beginning of the spring (March-April) of trees in full bloom. Samples were placed in paper bags and dried in the oven at 60° C, then ground. An analysis proximal or Weende; in addition, Van Soest technique was determined the contents of fiber neutral detergent (FND) and acid detergent (FAD) and the two-phase technique was used for the determination of the matter *in vitro* digestibility dry (IVDDM). The contents of crude protein (CP) for leaves and tender stems of mulberry were 26.9 and 18.3%, respectively. Also, the values of FND and FAD in mulberry leaves were 48.3 and 21.9%, respectively, while the IVDDM of mulberry leaves was 85.6%. It is concluded that mulberry forage is a good quality.

Key words: Proximal analysis, *in vitro* digestibility, *Morus nigra*.

INTRODUCCIÓN

La morera es una especie originaria de China pertenece a la familia de las Moraceae y al género *Morus*, las más conocidas son: *M. alba* y *M. nigra*. Esta planta se ha difundido ampliamente en todo el mundo, en México, su uso es sólo ornamental, por lo que se desconoce su comportamiento en sistemas de producción animal. El follaje que produce, bajo sistemas de poda, puede alcanzar las 20 t ha⁻¹ año⁻¹, de alta calidad nutritiva. Presenta un rápido crecimiento cuando se dan las condiciones climáticas adecuadas y las fertilizaciones requeridas lo que le confiere potencial como árbol forrajero (Sánchez, 2000; García *et al.*, 2006).

Por otro lado, bajo condiciones de secano las explotaciones pecuarias se ven afectadas en su productividad por diversos factores, destacando la falta de forrajes en épocas de sequía, es por ello que se hace necesario promover las investigaciones sobre otras fuentes de forraje que puedan ser utilizados en la alimentación del ganado, así como el uso de tecnologías que permitan incrementar su producción y aprovechamiento (Febles y Ruiz, 2008).

Existen fuentes de forraje no tradicionales que pueden ser utilizados como un recurso alimenticio para el ganado. La morera, es un árbol que en México se usa como planta de ornato, pero cuyo potencial como cultivo forrajero tiene grandes perspectivas (García *et al.*, 2006). Su rango de adaptación y el valor nutritivo, son características que no deben de ser ignoradas por ningún país que requiere aprovechar racionalmente los recursos naturales (Sánchez, 2000).

Las técnicas convencionales para la propagación de morera incluyen las estacas y semillas, dependiendo del cultivar; sin embargo, existen ciertas limitantes como baja tasa de supervivencia, dificultad de enraizamiento y baja tasa de multiplicación, que las hacen no viables técnica y económicamente para la propagación de esta especie vegetal (Lu, 2002). Hay ciertos lugares de América Latina donde el follaje de morera se usa tradicionalmente en la alimentación de rumiantes por su palatabilidad y buen comportamiento animal (Vargas-Sánchez y Estrada-Álvarez, 2011).

Por lo anterior, el objetivo fue caracterizar bromatológicamente las hojas y tallos tiernos de morera como posibles fuentes de forraje. Además, de estimar los contenidos de fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se cosecharon hojas y tallos (tiernos) de morera (*Morus nigra*), de árboles de ornato en parques y jardines en Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. Geográficamente localizada a 23° 43' LN, 90° 08' LW y a 327 m.s.n.m, con temperatura y precipitación media anual de 23,2° C y 493 mm, respectivamente (SMN, 2013). Esta especie se utiliza frecuentemente por su fácil adaptación y mínimos requerimientos de manejo. Los árboles se encontraban en plena floración (marzoabril) y contaban con una edad aproximada de cinco años.

El trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas en Ciudad Victoria, Tamaulipas. Las muestras se colocaron en bolsas de papel para prepararlas para su análisis. Se secaron en una estufa a 60 °C, por un período de 48 horas hasta que alcanzaron peso constante. Una vez secas, se molieron (Molino Willy®) con un tamiz de 1 mm, para posteriormente realizar el análisis bromatológico o proximal de Weende (AOAC, 2005) que determinó la fracción de la materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC) y cenizas (CS), además por diferencia se determinó el extracto libre de nitrógeno (ELN).

Asimismo, se realizó la determinación de fibra detergente neutro (FDN), fibra ácido detergente (FAD) y carbohidratos estructurales (Van Soest y Wine, 1968). Además, de la digestibilidad *in vitro* de la MS (DIVMS) por la técnica de dos fases de Tilley y Terry (1963).

RESULTADOS

Con relación al contenido de nutrientes de la planta completa (hojas y tallos tiernos) y hojas de morera, se observó que el porcentaje de proteína cruda (PC) de la planta completa fue de 18,3%, mientras que las hojas presentaron un contenido de 26,9% (Cuadro 1). Otro nutriente que fue diferente tanto en la planta completa como en las hojas fue el ELN (Cuadro 1). Sin embargo, las concentraciones de FC fueron similares para ambas muestras.

Por otro lado, los contenidos de FND y FAD de las muestras de las hojas de morera fueron 48,3 y 21,9%, respectivamente (Cuadro 2). Asimismo, los porcentajes de carbohidratos estructurales, de hemicelulosa, celulosa y lignina para las hojas de morera fueron 26,4, 23,8 y 2,6%, respectivamente. Por

último, la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) de las hojas de morera fue de 73,6 y 85,6 en hojas y tallos tiernos y en hojas respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 1. Análisis proximal de Weende de tallos tiernos y hojas, y de hojas de morera (*Morus nigra*).

Variable	Hojas y tallos tiernos (%)	Hojas (%)
Materia Seca	86,18	91,88
Proteína Cruda	18,27	26,86
Fibra Cruda	15,71	15,79
Cenizas	16,40	15,59
Extracto Etéreo	10,98	9,26
Extracto Libre de Nitrógeno	38,64	32,50

Cuadro 2. Características de la fibra y digestibilidad *in vitro* de la materia seca de tallos tiernos y hojas, y de hojas de morera (*Morus nigra*).

Variable †	Hojas y tallos tiernos (%)	Hojas (%)
Fibra neutro detergente	59,0	48,3
Fibra ácido detergente	36,7	21,9
CEH	17,7	26,4
CEC	33,8	23,8
CEL	5,6	2,6
DIVMS	73,6	85,6

† CEH: Carbohidratos estructurales de hemicelulosa

CEC: Carbohidratos estructurales de celulosa

CEL: Carbohidratos estructurales de lignina

DIVMS: Digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

DISCUSIÓN

En el presente estudio la concentración de PC en la planta completa de morera fue similar al encontrado por Boschini (2001) quien observó que la planta completa presentaba un contenido de PC de 16,5%, este autor señaló que los días al corte no afectaron los contenidos de PC. Sin embargo, Elizondo (2007) citó que el contenido de proteína cruda de la planta completa varió de 5,7 a 16,6%. Con relación al contenido de PC de las hojas de morera, el valor

encontrado en este estudio fue alto, valores similares son citados en la literatura (Boschini *et al.*, 2000; Boschini, 2001; Leyva *et al.*, 2012), donde se señala que las muestras de este tipo de forraje llegan a tener hasta 27,6% de PC, haciendo un excelente forraje, inclusive como banco de proteína. Sin embargo, Sánchez (2000) y Elizondo (2007) mencionaron que los porcentajes de PC de las hojas de morera alcanzaron en promedio 18,5% de PC. El porcentaje de PC encontrado en las hojas de morera es similar al de la harina deshidratada de alfalfa de buena calidad (NRC, 2000) y al de algunas otras especies arbóreas (Febles y Ruiz, 2008), lo que le otorga un alto potencial para ser usada como forraje.

El valor encontrado de FC está dentro del rango reportados para forrajes arbóreos. El resultado es similar al citado por Leyva *et al.* (2012), quienes analizaron la harina de hojas de morera y encontraron una concentración de FC de 14,3%. Estos resultados son consistentes con los encontrados por Milera *et al.* (2007) quienes reportaron contenidos de FC de las hojas de morera de 16,5%. Sin embargo, Febles y Ruiz (2008) encontraron que forrajes similares al del presente estudio contenían porcentajes de FC de alrededor del 21,5%. Sin embargo, las concentraciones de FC fueron similares para ambas muestras, las cuales están dentro del rango reportado para forrajes arbóreos (Febles y Ruiz, 2008).

Otra característica que determina la calidad de los alimentos es el tipo de fibra que contienen, como son la FND y FAD. Boschini *et al.* (2000) al realizar una prueba para estudiar la composición química de la morera y determinar los efectos de la frecuencia de cortes, altura de plantas y densidad de siembra, encontraron que la FND varió de 29,8 a 35,0% en las hojas y de 36,6 a 54,3% en tallos, valores ligeramente menores al del presente estudio. Este mismo autor (Boschini, 2001 y 2006) mencionó que el contenido de FND en el forraje de morera varía de 37,1 a 54,3%. Mientras que Leyva *et al.* (2012) señalaron que el contenido de FND de la harina deshidratada de morera fue de 27,3%.

De igual modo, Boschini *et al.* (2000) encontraron que las hojas y tallos de morera tuvieron una concentración de FDA de 24,1 y 45,6%, respectivamente. Asimismo, Boschini (2006) al analizar la FDA de forraje de morera cortado a diferentes edades de rebrote encontró que las hojas presentaron una concentración del 28,6%. También, los carbohidratos estructurales hemicelulosa, celulosa y lignina) tienen que ver con la digestibilidad de los

forrajes. Boschini (2006) publicó rangos para hemicelulosa de 10,2 a 15,5%, para celulosa de 29,3 a 35,8% y para lignina de 5,6 a 6,4% para plantas completas de morera. De igual modo, Boschini *et al.* (2000) encontraron que los contenidos de hemicelulosa, celulosa y lignina fueron 8,7; 18,8 y 5,4% en la hoja, respectivamente, mientras que, en la planta, los valores fueron 15,1; 40,0 y 8,5% para hemicelulosa, celulosa y lignina, respectivamente.

En el presente estudio la DIVMS de las hojas de morera fue similar al reportado por García *et al.* (2006) quienes encontraron rangos para la digestibilidad de las hojas de morera de 78,0 a 90,5%. Por otra parte, en los estudios desarrollados por González *et al.* (1998), la degradabilidad ruminal de las hojas y los tallos tiernos, empleando bolsas de nailon, fue superior al 80% a las 48 horas, lo que demuestra la mayor digestibilidad de estas porciones comparadas con otros forrajes tradicionales como *Leucaena leucocephala*. Adicionalmente, Schmidke *et al.* (2002), observaron degradaciones de la MS de 93,3%. Por su parte, Boschini (2006) encontró que los nutrientes digestibles totales en la planta entera de morera fueron de 53,3%. Como se puede observar las hojas de morera pueden ser una excelente fuente de forraje ya que además de tener un alto contenido de proteína, también tienen una alta digestibilidad, similar a los concentrados y a los forrajes de buena calidad.

CONCLUSIONES

Las hojas y tallos tiernos de la morera (*Morus nigra*) resultaron de buena calidad nutritiva, con alto contenido de proteína y una buena digestibilidad, por lo que pueden ser utilizada como una fuente de forraje.

LITERATURA CITADA

- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2005. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists. Sixteenth edition, AOAC International. Washington, DC. United States of America. p. 2: 43.1.06.
- Boschini, C. 2001. Producción y calidad de la morera (*Morus alba*) cosechada en diferentes modalidades de poda. *Agronomía Mesoamericana* 12 (2): 175-180.
- Boschini, F. C. 2006. Nutrientes digeribles, energía neta y fracciones proteicas de la morera (*Morus alba*) aprovechables en vacas lecheras. *Agronomía Mesoamericana* 17 (2): 141-150.
- Boschini, F. C.; H. H. Dormond y H. A. Castro. 2000. Composición química de la morera (*Morus alba*), para uso en la alimentación animal: densidades y frecuencias de poda. *Agronomía Mesoamericana* 11 (1): 41-49.
- Elizondo, S. J. A. 2007. Producción y calidad de la biomasa de morera (*Morus alba*) fertilizada con diferentes abonos. *Agronomía Mesoamericana* 18 (2): 255-261.
- Febles, G. y T. E. Ruiz. 2008. Evaluación de especies arbóreas para sistemas silvopastoriles. *Avances en Investigación Agropecuaria* 12 (1): 4-27.
- García, D.; Y. Noda, M. Medina, G. Martín y M. Soca. 2006. La morera: una alternativa viable para los sistemas de alimentación animal en el trópico. *Avances en Investigación Agropecuaria* 10 (1): 55-72.
- González, E.; D. Delgado y O. Cáceres. 1998. Rendimiento, calidad y degradabilidad ruminal potencial de los principales nutrientes en el forraje de morera (*Morus alba*). *Memorias. III Taller Internacional Silvopastoril “Los árboles y arbustos en la ganadería”*. EEPF “indio Hatuey”, Matanzas, Cuba. p. 69-72.
- Leyva, C. L.; C. G. Olmo y E. A. León. 2012. Inclusión de harina deshidratada de follaje de morera (*Morus alba* L.) en la alimentación del pollo campero. *Revista Científica UDO Agrícola* 12 (3): 653-659.
- Lu, M. Ch. 2002. Micropropagation of *Morus latifolia* poilet using axillary buds from mature trees. *Scientia Horticulturae* 96: 329-341.
- Milera, M.; G. Martín, I. Hernández, T. Sánchez y E. Fernández. 2007. Resultados preliminares del forraje de *Morus alba* en la alimentación de vacas lecheras. *Avances en Investigación Agropecuaria* 11 (2): 3-14.
- National Research Council (NRC). 2000. Nutrient requirements of beef cattle: Update 2000. 7th revised Edition. Editorial National Academy Press. Washington D. C. United States of America SA. p. 232.
- Rodríguez Zamora, J. y J. Elizondo Salazar. 2012. Consumo, calidad nutricional y digestibilidad aparente de morera (*Morus alba*) y pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) en cabras. *Agronomía Costarricense* 36 (1): 13-23.

- Sánchez, M. D. 2000. Morera: un forraje excepcional disponible mundialmente. http://www.fao.org/ag/AGa/AGAP/FRG/AFRIS/espanol/Document/A_GROF99/SanchezM.htm (Citado 15/10/2008).
- Schmidek, A.; R. Takahashi, A. Nuñez de Medeiros and K. T. Resende. 2002. Bromatological composition and degradation rate of mulberry in goats. Animal Production and Health Paper No. 147, Food and Agriculture Organization, Rome. Italy. p. 207211. Servicio Meteorológico Nacional (SMN). 2013.
- Normales Climatológicas del Estado de Tamaulipas Periodo 1981-2010. [Citado 10/09/2013]. <http://smn.conagua.gob.mx/index.php?option=comcontent&view=article&id=42:normalesclimatologicas-por-estacion&catid=16:general&Itemid=75>.
- Tilley, J. M. A. and R. A. Terry. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. Journal British Grassland Society 18 (1): 104-111.
- Van Soest, P. J. and R. H. Wine. 1968. Determination of lignin and cellulose in acid detergent fiber with permanganate. Journal of the Association of Official Analytical Chemistry 51: 780-787.
- Vargas Sánchez, J. E. y J. Estrada Álvarez. 2011. Evaluación de la producción y la calidad nutricional de cinco especies forrajeras (arbustivas y arbóreas) para corte en condiciones de bosque seco tropical. Veterinaria y Zootecnia 5 (2): 55-67.