



The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

Moringa oleifera Lam.: UNA ALTERNATIVA FORRAJERA EN LA PRODUCCIÓN PECUARIA EN MÉXICO

Moringa oleifera Lam.: AN ALTERNATIVE FODDER IN LIVESTOCK PRODUCTION IN MEXICO

Alvarado-Ramírez, E.R.¹; Joaquín-Cancino, S.^{1*}; Estrada-Drouaillet, B.¹;
Martínez-González, J.C.¹; Hernández-Meléndez, J.¹

¹Facultad de Ingeniería y Ciencias. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Centro Universitario Victoria, Edificio Centro de Gestión del Conocimiento, Cuarto Piso. Cd. Victoria, Tamaulipas. C. P. 87120. Tel. 01 834 318 17 21.

*Autor de correspondencia: sjoaquin@docentes.uat.edu.mx

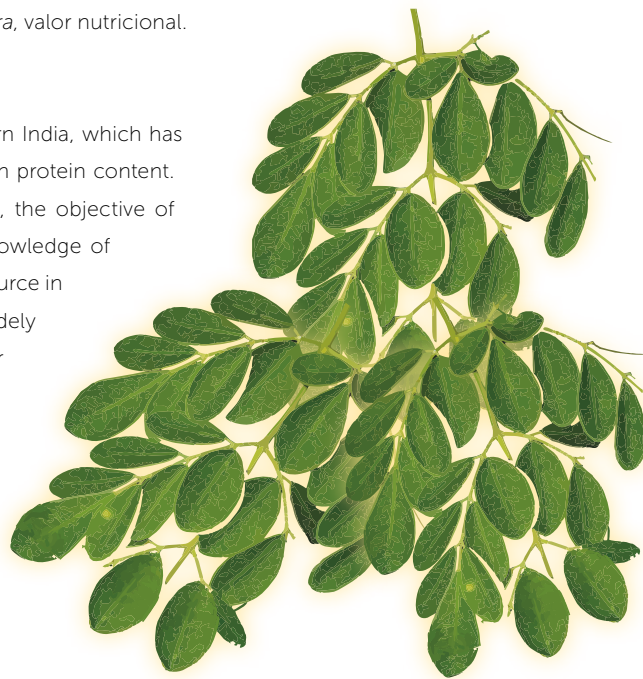
RESUMEN

La moringa (*Moringa oleifera* Lam.) es una especie arbórea, nativa de la región noroeste de la India, con gran potencial para su uso como forraje en la alimentación de ganado, debido a su alto contenido de proteína. Sin embargo, algunos estudios muestran resultados controversiales. En este sentido, el objetivo de este artículo de revisión es analizar la información fundamentada en el conocimiento científico de moringa, que permita sustentar la posibilidad de su utilización como recurso forrajero en la producción pecuaria en México. En territorio mexicano, esta especie se encuentra ampliamente distribuida por la costa del Pacífico, donde se cultiva principalmente con fines ornamentales y nutraceuticos. En otros países esta especie es utilizada como un complemento en la alimentación animal por el contenido proteico que posee, que oscila en un rango de entre 226.0 a 268.0 g kg⁻¹ de materia seca (MS). Además, la inclusión de moringa de hasta un 50 % en las dietas de animales, incrementa la ganancia diaria de peso, lo que disminuye la utilización de suplementos comerciales para cubrir los requerimientos de los animales, principalmente en la época de estiaje. Se concluye que el forraje de moringa contiene cantidades elevadas de proteína, por lo que puede ser considerada como un complemento en la alimentación animal, aunque es necesario realizar estudios del cultivo de esta especie en el país, para potencializar su producción y aplicación en la alimentación animal.

Palabras clave: Alimentación animal, especies forrajeras, *Moringa oleifera*, valor nutricional.

ABSTRACT

Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) is a tree species, native of northwestern India, which has a great potential to be used as forage in animal nutrition, due to its high protein content. Nevertheless, some studies present controversial results. In this sense, the objective of this review article is to analyze the information based on scientific knowledge of moringa, which allows supporting the possibility of its use as a fodder source in livestock production in Mexico. In the Mexican territory, this species is widely distributed along the Pacific coast, where it is cultivated primarily for ornamental and nutraceutical purposes. In other countries this species is used as a supplement in animal nutrition because of its protein content,



Agroproductividad: Vol. 11, Núm. 2, febrero. 2018. pp: 106-110.

Recibido: julio, 2017. **Aceptado:** diciembre, 2017.

which ranges between 226.0 to 268.0 g kg⁻¹ dry matter (DM). In addition, the inclusion of moringa in up to 50 % of the diet of animals increases daily gain weight, which decreases the use of commercial supplements to cover the requirements of animals, mainly in the dry season. It is concluded that moringa forage contains high amounts of protein, so it can be considered as a complement in animal nutrition; however, it is necessary to carry out studies of the cultivation of this species in Mexico, to potentiate its production and application in animal nutrition.

Keywords: Animal nutrition, forage species, *Moringa oleifera*, nutritional value.

INTRODUCCIÓN

La ganadería es una actividad productiva importante en el mundo, que representa una fuente de ingresos económicos para el 70 % de la población rural a nivel mundial (FAO, 2008). En el trópico mexicano, el método más práctico y económico para desarrollar esta actividad, es mediante la utilización de pastizales tanto naturales como inducidos (Pinto *et al.*, 2005), así como los residuos de cosechas (Goel y Makkar, 2012) como base para la alimentación de rumiantes (Palma, 2006). Sin embargo, la disponibilidad y calidad nutritiva de este recurso forrajero, es mermada durante la época de sequía (Hernández *et al.*, 2002; Cuadrado *et al.*, 2004; Benítez-Bahena *et al.*, 2007; Herrera *et al.*, 2013), lo que ocasiona disminución en los índices de productividad. Ante esta problemática, se ha implementado como alternativa de solución la utilización de forraje proveniente de especies vegetales arbóreas y arbustivas (Pinto *et al.*, 2005), como lo es la moringa (*Moringa oleifera* Lam.).

La moringa una especie arbórea que pertenece a la familia Moringaceae, nativa del sur del Himalaya y noroeste de la India. Representa una fuente valiosa de forraje para el ganado ya que sus hojas presentan alto contenido de proteínas, vitaminas, minerales y cantidades bajas de compuestos antinutricionales (Olson y Fahey, 2011). Adicionalmente, esta planta es de rápido crecimiento, con un rendimiento de materia seca elevado (Reyes *et al.*, 2006a; Nouman *et al.*, 2014) y resistente a sequías prolongadas (Abdulkarim *et al.*, 2007). Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es analizar la información fundamentada en el conocimiento científico de moringa, que

permita sustentar la posibilidad de su utilización como recurso forrajero en la producción pecuaria.

Características botánicas de moringa

La moringa es una planta perenne que logra vivir un promedio de 20 años (Maydell, 1986); es de crecimiento rápido y puede alcanzar siete metros de altura durante el primer año (Olson, 2010), con un máximo de 10 a 12 m de altura (Parrota, 1996; Makkar y Becker, 1997) y un diámetro del fuste de 40 cm (Olson, 2010). Posee una copa abierta (tipo paraguas) de ramas inclinadas y frágiles (Morton, 1991), sus hojas son compuestas y alternas, con un total de cuatro a ocho pares de pinas (Parrota, 1996), de 25 a 45 cm de longitud (Ramachandran *et al.*, 1980). Las flores son bisexuales, con pétalos blancos, estambres amarillos (Reyes *et al.*, 2006; Falasca y Bernabé, 2008) y emergen en racimos (Reyes, 2004). Los frutos (vainas) forman una cápsula larga, que al madurar se divide en tres valvas y quedan unidas únicamente en la base del fruto (Little *et al.*, 1964; Reyes *et al.*, 2006a). Las semillas son de color café oscuro, redondas, de un centímetro de diámetro (Ramachandran *et al.*, 1980) y presentan tres alas blanquecinas (Duke, 1983), las cuales facilitan su propagación por acción del viento (Reyes *et al.*, 2006a). La raíz es pivotante, profunda y en forma de rábano (Alfaro y Martínez, 2008), que le confiere resistencia ante periodos prolongados de sequía (Parrota, 1996).

Adaptación a condiciones edafoclimáticas

Las condiciones edáficas y ambientales de una región influyen significativamente en el crecimiento, desarrollo y productividad en las plantas. En su hábitat natural la moringa soporta temperaturas entre -1 y 3 °C durante los meses más fríos, mientras que en los meses más calurosos tolera de 38 a 48 °C. Crece desde el nivel del mar hasta los 1,400 m de altitud y requiere entre 750 y 2,200 mm de precipitación anual (Muhl *et al.*, 2011). De acuerdo con García Roa (2003), en Centroamérica la moringa se localiza desde 0 hasta los 1,800 msnm, con temperaturas promedio mínimas y máximas de 6 y 38 °C, respectivamente; sin embargo, no resiste temperaturas por debajo de 2 a 3 °C y en temperaturas menores a 14 °C se inhibe su floración.

Por otra parte, Padilla *et al.* (2012), explican que crece adecuadamente en condiciones áridas y semiáridas y tolera las condiciones de sequía, aunque no tolera los suelos arcillosos y con drenaje deficiente. No obstante, el estrés hídrico afecta su crecimiento y origina una defoliación en la planta (Reyes *et al.*, 2006a). Otros reportes

indican que la moringa se desarrolla de manera adecuada en altitudes de 0 a 1,800 msnm, con un rango de precipitación entre 500 y 1,500 mm año⁻¹ (Reyes *et al.*, 2006a), temperatura media anual de 18.0 a 28.5 °C y rango de pH de suelo entre 4.5 y 8.0, siendo más favorables los suelos neutros o ligeramente ácidos (Duke, 1983).

Rendimiento de biomasa

Una densidad de plantas adecuada es clave para la obtención de una máxima producción de biomasa (Zheng *et al.*, 2016), debido al mayor aprovechamiento de la radicación solar, mediante una mayor cobertura foliar (Sadeghi *et al.*, 2009). Adicionalmente, a mayores densidades de población, existe adecuado desarrollo radicular, incrementando la absorción de nutrientes y retención de humedad en el suelo (Goss, 2012). De acuerdo con Reyes *et al.* (2006a) la densidad de 750,000 plantas ha⁻¹ incrementa el rendimiento de biomasa en materia seca (MS), en tanto que densidades de 250,000 a 750,000 plantas ha⁻¹ y frecuencia de corte de 45 días, proporcionan un rendimiento de 71.4 t ha⁻¹ año⁻¹ de materia fresca (MF), equivalentes a 13.5 t ha⁻¹ año⁻¹ de MS. Más aún, un millón plantas⁻¹ ha⁻¹ es la densidad de población óptima, considerando la producción de biomasa, costos de establecimiento, manejo del corte y control de malezas (Foidl *et al.*, 2001).

Por otro lado, es importante mencionar que por el hábito de crecimiento que presenta moringa, cuando el objetivo de producción es forraje, regularmente se poda para limitar el desarrollo de la copa y estimular el crecimiento de nuevas ramas (Ramachandran *et al.*, 1980). Sin embargo, es probable que exista una reacción negativa al corte cuando el diámetro de tallos es pequeño (5-10 mm), lo que indica que la capacidad para producir rebrotes se limita (Foidl *et al.*, 2001). Además, existe una tendencia marcada en incrementar el rendimiento cuando se utilizan frecuencias de corte prolongadas, debido, probablemente, a la capacidad que tiene la planta de acumular reservas durante mayor periodo de tiempo y consecuentemente, obtención de rebrotes más vigorosos reflejado en mayor producción (Sadeghi *et al.*, 2009). En este sentido, al evaluar la altura (10, 20, 30 y 40 cm) y frecuencia de corte (45 y 60 días) en moringa, Santiesteban *et al.* (2012), obtuvieron mayor rendimiento de forraje al utilizar la intensidad de 40 cm y frecuencia de corte de 60 días. Adicionalmente, se ha encontrado que, al utilizar menores densidades de población, resulta favorable cosechar a mayor altura con el fin de obtener tallos de mayor diámetro y con mayor número de rebrotes (Padilla *et al.*, 2014).

Valor nutritivo y compuestos antinutricionales

La moringa posee un excelente valor nutritivo, por lo que es considerada como un forraje de calidad. Forrajes que contienen menos del 8 % de proteína cruda (PC) en base seca son considerados de baja calidad (Leng, 1990). Las hojas de moringa deshidratada presentan contenidos de PC de 170.0 a 260.8 g kg⁻¹ de MS, fibra detergente neutro de 321.2 a 521.0 g kg⁻¹ de MS y fibra detergente ácido de 223.5 a 361.0 g kg⁻¹ de MS (Mendieta *et al.*, 2009; Reyes *et al.*, 2006a); digestibilidad *in vitro* de la materia seca en hojas y tallos de 79 y 57 %, respectivamente y energía metabolizable de 2.27 Mcal kg⁻¹ de MS (Reyes, 2004). Moyo *et al.* (2011) reportaron la presencia

de diecisiete aminoácidos en hojas de moringa, dentro de los cuales se encontró alanina en mayor proporción (3.03 %) y cisteína en menor (0.01 %), mientras que Sánchez-Machado *et al.* (2010), encontraron catorce aminoácidos.

La principal limitación para el consumo de forrajes arbóreos por rumiantes es la presencia de contenidos altos de compuestos antinutricionales como los taninos (Patterson *et al.*, 1998). Al analizar hojas de moringa deshidratada, Richter *et al.* (2003) encontraron 0.5 % de taninos, 2.7 % de compuestos fenólicos totales y no observaron la presencia de ningún componente inhibidor de la tripsina. De manera similar, Makkar y Becker (1996) encontraron 1.4 % de taninos y 3.4 % de compuestos fenólicos totales. Makkar y Becker (1997) explican que estos niveles de taninos pueden ser tolerados sin ningún efecto adverso sobre el consumo y digestibilidad del forraje, en tanto que Peterson *et al.* (1998) mencionan que la presencia de compuestos antinutricionales en algunas especies arbóreas no afecta la calidad del forraje.

Utilización en la alimentación de animal

Debido al elevado contenido de proteína, vitaminas y minerales que se encuentran en hojas de moringa (Olson y Fahey, 2011), diversos investigadores han propuesto a esta especie como una alternativa para incrementar la calidad nutritiva de los forrajes utilizados en la alimentación de rumiantes (Garavito, 2008). En caprinos la inclusión de 9 % de hojas de moringa aumenta la ingesta de materia seca (MS) de 258 a 335 g animal⁻¹ día⁻¹ (Sarwatt *et al.*, 2002). Aregheore (2002), reportó que la ganancia de peso (GP) aumenta de

55 a 86 g animal⁻¹ día⁻¹ mediante el uso de suplemento de moringa a un nivel del 20 % en la dieta base. Lo anterior coincide con lo reportado por Reyes *et al.* (2009), quienes indican que existe una mejor respuesta en la GP (de 31 a 118 g animal⁻¹ día⁻¹) en ovinos al complementar el consumo *ad libitum* de pasto *Panicum maximum* con 500 g de MS de moringa. Con respecto a la producción de leche en pequeños rumiantes, Babiker *et al.* (2017), evaluaron el efecto de la sustitución de 25 % de heno de alfalfa por pellet de hoja de moringa en cabras y ovejas, donde encontraron un incremento sustancial en la producción de 1.84 a 2.63 kg día⁻¹ y de 3.46 a 5.34 kg día⁻¹, respectivamente.

Al incluir forraje de moringa a un nivel de 40 a 50 % en la dieta formulada para bovinos de carne, Price (2000) logró incrementar la GP de 900 a 1,200 g animal⁻¹ día⁻¹. Por su parte, Mendieta-Araica *et al.* (2011), explican que con la inclusión del 20 % de MS de hoja de moringa en una dieta para bovinos de leche, se obtuvo una producción de 12.3 kg vaca⁻¹ día⁻¹, lo cual resulta estadísticamente similar a la producción obtenida con la inclusión del 20 % de harina de soya (13.2 kg vaca⁻¹ día⁻¹). En este sentido, al complementar las dietas con dos y tres kg de MS de moringa, el consumo *ad libitum* del pasto *Brachiaria brizantha* en bovinos de leche, se incrementa la ingesta de MS de 8.5 a 11.0 kg vaca⁻¹ día⁻¹ así como la producción de leche con valores de 3.1 hasta 5.1 kg vaca⁻¹ día⁻¹ (Reyes *et al.*, 2006b).

CONCLUSIÓN

La información científica existente, evidencia las propiedades nutricionales que posee la mo-

ringa, por lo que representa una alternativa importante como fuente de proteína en la alimentación de rumiantes, principalmente en regiones tropicales donde la época de sequía es prolongada y reduce la disponibilidad y calidad de forraje para el ganado. Además, la moringa es considerada como una planta multipropósito, que favorece al reciclaje de nutrientes, conservación del agua y fertilidad en el suelo. Sin embargo, es necesario desarrollar más investigaciones científicas de su inclusión en la dieta de animales, con la finalidad de corroborar y ampliar la información disponible hasta el momento, ya que este tipo de estudios podría contribuir a reducir la problemática que se presentan en los sistemas de producción animal. Además, se requieren estudios más precisos, por región agroecológica, a fin de determinar mejores épocas y densidades de siembra, periodos y frecuencias de cosecha, manejo agronómico, entre otros.

LITERATURA CITADA

- Abdulkarim S.M., Long K., Lai O.M., Muhammad S.K.S., Ghazali H.M. 2007. Frying quality and stability of high-oleic *Moringa oleifera* seed oil in comparison with other vegetable oils. *Food Chemistry* 105:1382-1389.
- Alfaro V.N.C., Martínez W.W. 2008. Uso potencial de la moringa (*Moringa oleifera* Lam.) para la producción de alimentos nutricionalmente mejorados. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. Guatemala. 31 p.
- Aregheore E. 2002. Intake and digestibility of *Moringa oleifera*-batiki grass mixture by growing goats. *Small Ruminant Research* 46:23-28.
- Benitez-Bahena Y., Bernal-Hernández A., Cortés-Díaz E., Vera C.G., Carrillo A.F. 2010. Producción de forraje de guaje (*Leucaena* spp.) asociado con zacate (*Brachiaria brizantha*) para ovejas en pastoreo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 1: 397-411.
- Cuadrado C.H., Torregroza S.L., Jiménez M.N. 2004. Comparación bajo pastoreo con bovinos machos de ceba de cuatro especies de gramíneas del género *Brachiaria*. *Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia Córdoba* 9: 438-443.
- Duke J.A. 1983. Handbook of energy crops (*Moringa oleifera*). Purdue University, Center for New Crops and Plants Products.
- Falasca S., Bernabé M.A. 2008. Potenciales usos y delimitación del área de cultivo de *Moringa oleifera* en Argentina. *Red de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente* 2:1-16.
- FAO. 2008. Programa de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO): Ganadería. <http://www.fao.org/gender/gender-home/gender-programme/gender-livestock/es/>
- Foidl N., Makkar H.P.S., Becker K. 2001. The potential of *Moringa oleifera* for agricultural and industrial uses. In: Fuglie, L. J. (ed). *The Miracle Tree: The Multiple Attributes of Moringa*. Centre for Agricultural and Rural Cooperation (CTA). Amsterdam, The Netherlands. pp: 45-77.
- Garavito U. 2008. *Moringa oleifera*, alimento ecológico para ganado vacuno, porcino, equino, aves y peces, para alimentación humana, también para producción de etanol y biodiesel. Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-avicultura/nutricion/articulos/moringa-oleifera-t1891/141-p0.htm>
- García R.M. 2003. Producción de semillas forestales de especies forrajeras enfatizados en sistemas silvopastoriles. Instituto Nacional Forestal. Nicaragua. 37 p.
- Goel G., Makkar H.P.S. 2012. Methane mitigation from ruminants using tannins and saponins, a status review. *Tropical Animal Health and Production* 44: 729-739.
- Goss M. 2012. A study of the initial establishment of multi-purpose moringa (*Moringa oleifera* Lam) at various plant densities, their effect on biomass accumulation and leaf yield when grown as vegetable. *African Journal of Plant Science* 6: 125-129.
- Hernández G.A., Martínez H.P.A., Mena U.M., Pérez J.J., Enríquez Q.J.F. 2002. Dinámica del rebrote en pasto insurgente (*Brachiaria brizantha* Hochst. Stapf.) pastoreado a diferente asignación en la estación de lluvia. *Técnica Pecuaria en México* 40: 193-205.
- Herrera R.S., García M., Cruz A.M., Romero A. 2013. Relación entre algunos factores climáticos y el rendimiento de seis variedades de pastos. En: ALPA-ACPA (eds). *Memorias del IV*

- Congreso Internacional de Producción Animal Tropical y XXIII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Cuba. pp: 425-428.
- Leng R. 1990. Factors affecting the utilization of 'poor quality' forages by ruminants particularly under tropical conditions. *Nutrition Research Reviews* 44: 277-303.
- Little E.L., Wadsworth F.H. 1964. Common trees of Puerto Rico and Virgin Islands. Department of Agriculture, Forest Service. USA. 548 p.
- Makkar H.P.S., Becker K. 1996. Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves. *Animal Feed Science Technology* 63: 211-228.
- Makkar H.P.S., Becker K. 1997. Nutrients and antiquality factors in different morphological parts of the *Moringa oleifera* tree. *The Journal of Agricultural Science* 128: 311-322.
- Maydell V.H.J. 1986. Trees and shrubs of the Sahel. Their characteristics and uses. Eschborn, Alemania. 525 p.
- Mendieta-Araica B., Spörndly R., Reyes-Sánchez N., Spörndly E. 2011. *Moringa (Moringa oleifera)* leaf meal as a source of protein in locally produced concentrates for dairy cows fed low protein diets in tropical areas. *Livestock Science* 137: 10-17.
- Morton J.F. 1991. The horseradish tree, *Moringa pterigosperma* (Moringaceae). A boon to arid lands? *Economic Botany* 45: 318-333.
- Moyo B., Masika P.J., Hugo A., Muchenje V. 2011. Nutritional characterization of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves. *African Journal of Biotechnology* 10:12925-12933.
- Muhl Q.E., Du Toit E.S., Robbertse P.J. 2011. *Moringa oleifera* (horseradish tree) leaf adaptation to temperature regimes. *International Journal of Agricultural Biology* 13: 1021-1024.
- Nouman W., Basra S.M.A., Siddiqui M.T., Yasmeen A., Gull T., Alcaide M.A.C. 2014. Potential of *Moringa oleifera* L. as livestock fodder crop: a review. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 38:1-14.
- Olson M.E. 2002. Combining data from DNA sequences and morphology for a phylogeny of Moringaceae (Brassicales). *Systematic Botany* 27: 55-73.
- Olson M.E. 2010. Moringaceae: Drumstick Family. In: Flora of North America editorial Committee (eds). *Flora of North America North of Mexico*. Flora of North America North Association, New York and Oxford. USA. 7: 167-169.
- Olson M.E., Fahey J.W. 2011. *Moringa oleifera*: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 1071-1082.
- Olson M.E., Razafimandimbison S.G. 2000. *Moringa hildebrandtii* (Moringaceae): a tree extinct in the wild but preserved by indigenous horticultural practices in Madagascar. *Adansonia* 22: 217-221.
- Padilla C., Fraga N., Suárez M. 2012. Efecto del tiempo de remojo de las semillas de moringa (*Moringa oleifera*) en el comportamiento de la germinación y en indicadores del crecimiento de la planta. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 46: 419-421.
- Padilla C., Fraga N., Scull I., Tuero R., Sarduy L. 2014. Efecto de la altura de corte en indicadores de la producción de forraje de *Moringa oleifera* vc. Plain. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 8: 405-409.
- Palma J.M. 2006. Los sistemas silvopastoriles en el trópico seco mexicano. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 14: 95-104.
- Parrotta J.A. 1993. *Moringa oleifera* Lam. Resedá, árbol de rábano. Disponible en: <http://www.moringanews.org/documents/reviewspanish.pdf>
- Paterson R., Karanja G., Roothaert R., Nyaata O., Kariuki I. 1998. A review of tree fodder production and utilization within smallholder agroforestry systems in Kenya. *Agroforestry Systems* 41: 181-199.
- Pinto-Ruiz R., Gómez H., Martínez B., Hernández A., Medina F.J., Gutiérrez R., Escobar E., Vázquez J. 2005. Árboles y arbustos forrajeros del sur de México. *Pastos y Forrajes* 28: 87-97.
- Price M.L. 2000. The Moringa tree. Educational Concerns for Hunger Organization. USA. 19 p.
- Ramanchandran C., Peter K.V., Gopalakrishnan P.K. 1980. Drumstick (*Moringa oleifera*): a multipurpose Indian vegetable. *Economic Botany* 34: 276-283.
- Reyes S.N. 2004. Marango: cultivo y utilización en la alimentación animal. Universidad Agraria Nacional. Nicaragua. 23 p.
- Reyes S.N., Ledin S., Ledin I. 2006a. Biomass production and chemical composition of *Moringa oleifera* under different management regimes in Nicaragua. *Agroforestry Systems* 66: 231-242.
- Reyes S.N., Spörndly E., Ledin I. 2006b. Effect of feeding different levels of foliage of *Moringa oleifera* to creole dairy cows on intake, digestibility, milk production and composition. *Livestock Science* 101: 24-31.
- Reyes S.N., Rodríguez R., Mendieta A.B., Mejía S.L., Mora T.A.P. 2009. Efecto de la suplementación con *Moringa oleifera* sobre el comportamiento productivo de ovinos alimentados con una dieta basal de pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.). *La Calera* 9: 60-69.
- Richter N., Siddhuraju P., Becker K. 2003. Evaluation of nutritional quality of *Moringa (Moringa oleifera* Lam.) leaves as an alternative protein source for Nile tilapia. *Aquaculture* 217:599-611.
- Sadeghi S., Rahnavard A., Ashraf Z.Y. 2009. Study importance of sowing date and plant density effect on black cumin (*Cuminum carvi*) yield. *Botany Research International* 2: 94-98.
- Sánchez-Machado D., Núñez-Gastélum J., Reyes-Moreno C., Ramírez-Wong B., López-Cervantes J. 2010. Nutritional quality of edible parts of *Moringa oleifera*. *Food Analytical Methods* 3: 175-180.
- Santiesteban R., Tamayo E., Verdecia P., Estrada J., Diéguez J., Molinet D., Espinosa S., Espinosa A., Cordovi C. 2012. Influencia de la altura y la frecuencia de corte en el rendimiento de *Moringa oleifera*. Instituto de Ciencia Animal. I Taller Nacional de Moringa. Mayabeque, Cuba. 31 Oct.-1 Nov. 2012.
- Sarwatt S.V., Kapange S.S., Kakengi A.M.V. 2002. Substituting sunflower seed-cake with *Moringa oleifera* leaves as a supplemental goat feed in Tanzania. *Agroforestry Systems* 56: 241-247.
- Zheng Y., Zhang Y., Wu J. 2016. Yield and quality of *Moringa oleifera* under different planting densities and cutting heights in southwest China. *Industrial Crops and Products* 91: 88-96.