

Múltiples formas de aprovechar los beneficios de moringa (*Moringa oleifera* Lam.)

Multiple ways to take advantage of the benefits of moringa (*Moringa oleifera* Lam.)

OLIVIA ESTRADA-HERNÁNDEZ¹, OFELIA ADRIANA HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ^{1,2}
Y VÍCTOR MANUEL GUERRERO-PRIETO¹

Recibido: Junio 16, 2015

Aceptado: Marzo 2, 2016

Resumen

Moringa (*Moringa oleifera* Lam.), valorada por sus propiedades nutritivas y medicinales, es una planta cultivada en varias regiones tropicales del mundo. Cada parte de la planta es utilizada para diversos usos: sus hojas poseen proteínas, vitaminas y minerales, por lo que son consumidas por el ser humano como un complemento alimenticio, por el ganado vacuno para aumentar la producción de leche, por el ganado ovino para mejorar su rendimiento, y por peces, conejos y gallinas como complemento alimenticio, además de ser utilizada en enfermedades oculares en medicina alternativa. Las flores son usadas para aumentar la producción de esperma en los hombres. La cáscara de la semilla es utilizada para eliminar la turbidez del agua y como fertilizante orgánico. Las semillas contienen hasta un 40% de aceite en su almendra, sobresaliendo el ácido oleico, aceite que puede ser utilizado para consumo humano y para la producción de biodiesel. Además, la goma del tallo puede ser utilizada como un excipiente farmacéutico. Por todo lo antes mencionado, se tiene como objetivo dar a conocer los múltiples usos y beneficios de moringa para su aprovechamiento.

Palabras clave: complemento alimenticio, cultivo, fertilizante orgánico, medicina empírica.

Abstract

Moringa (*Moringa oleifera* Lam.), valued for its nutritional and medicinal properties, is a plant cultivated in many tropical regions of the world. Each part of the plant is utilized for various uses: its leaves have proteins, vitamins and minerals, so they are consumed by humans as a food supplement, by cattle to increase milk production, by sheep to improve their performance, and fish, rabbits and chickens as a food supplement, in addition to being used in eye diseases in alternative medicine. The flowers are used to increase sperm production in men. The seed husk is used to remove water turbidity and organic fertilizer. The seed contains up to 40% oil in its almond, the protruding oleic acid oil which can be used for human consumption and for the production of biodiesel. In addition, the stem gum can be used as a pharmaceutical excipient, for all the above mentioned it aims to make known the multiple uses and benefits of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) for their use.

Keywords: nutritional supplement, crop, organic fertilizer, empirical medicine.

¹ Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Ciencias Agrotecnológicas. Ciudad Universitaria Campus I s/n. Chihuahua, Chih., C.P. 31350. Tel. (614) 439-1844 Ext. 3127.

² Dirección electrónica del autor de correspondencia: aernande@uach.mx.

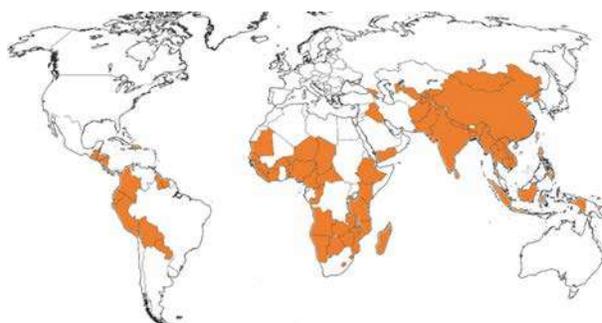
Introducción

Las plantas han sido utilizadas como alimento, medicina, ofrecen abrigo directa e indirectamente a todos los seres vivos y sus múltiples usos son aprovechados por el ser humano, además de contribuir en la formación del suelo. Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) es una planta que ha adquirido gran importancia en los últimos años, debido a la gran diversidad de usos que se le ha dado; moringa es un arbusto o árbol pequeño perenne, de rápido crecimiento perteneciente a la familia Moringaceae y es una de las 13 especies del género *Moringa* (Adedapo *et al.*, 2009; Liñán, 2012).

Originaria de la India, moringa llega a México en los años veinte como planta de ornato y para cercas vivas. Se le encuentra cultivada principalmente en lugares con climas tropicales secos, en ubicación entre los trópicos de cáncer y capricornio. En algunos países es conocida como Marango, Maranga, Marengo, Moringuiera, Cedra, Ángela, Jacinto, Ben y árbol de banqueteta (Ndubuaku *et al.*, 2014). Dentro de sus usos, destaca como complemento alimenticio para humanos al ser consumida como verdura; como forraje para ganado vacuno, cerdos, cabras, peces y gallinas (Espinoza y López, 2011; Falasca y Bernabé, 2008), y las semillas poseen propiedades medicinales y pueden ser consideradas como una fuente alternativa de aceite vegetal (Rahman *et al.*, 2009; Latif *et al.*, 2011). El objetivo de esta revisión es dar a conocer los múltiples usos y beneficios de moringa (*Moringa oleifera*) para su aprovechamiento.

Moringa es cultivada principalmente en lugares con climas tropicales secos en varias regiones del mundo. Crece en altitudes que van desde 0 hasta los 1800 m, con precipitaciones de 500 a 1500 mm al año (Sanchez *et al.*, 2006). Se distribuye en países como Pakistán, Grecia, Egipto, China, Nigeria, Etiopía, Mozambique, Ghana, Argentina, Colombia, Venezuela, Cuba, Nicaragua, Guatemala y México, entre otros lugares con un clima tropical seco (Olson y Fahey, 2011), los cuales tienen la característica de coincidir con el registro de personas con mala nutrición (Figura 1), de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Dirección de Estadística (FAOSTAT, 2014).

Figura 1. Mapa que muestra la ubicación de población con mayor índice de personas con mala nutrición según lo reportado por FAOSTAT (2014).



En México, el cultivo de la planta se encuentra establecido en regiones con climas tropicales secos, que se encuentran desde el estado de Sonora hasta Chiapas, por toda la costa del Pacífico (Olson y Fahey, 2011). En el estado de Chihuahua, algunos municipios propicios para el cultivo son Guadalupe y Calvo, Batopilas, Morelos, Uruachi y Magurichi, ya que presentan las condiciones edafoclimáticas ideales para el establecimiento de la planta, por lo que representan un área potencial para su cultivo, correspondiendo además, a una región donde existe desnutrición entre los pobladores por consecuencia de la extrema pobreza (CONEVAL, 2012; CONAGUA, 2013) (Figura 2).

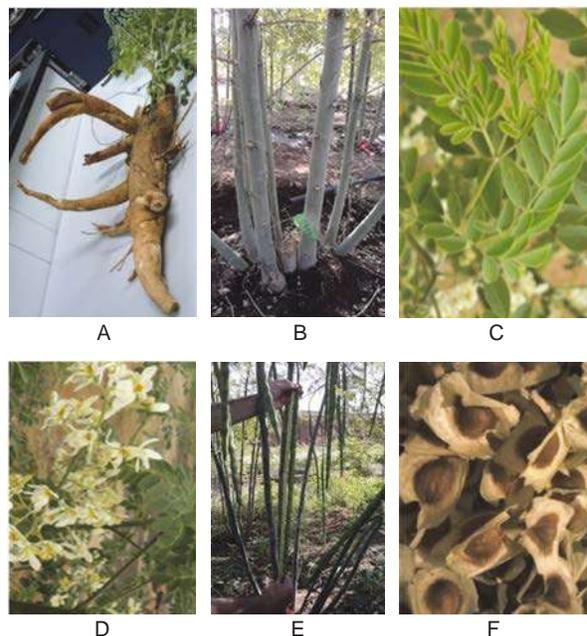
Las características botánicas de moringa la describen como una planta con raíces tuberosas cuando son jóvenes, las cuales se van convirtiendo en leñosas con la edad, su corteza es de color marrón claro, lisa o finamente rugosa con un sabor picante como

la del rábano (Olson y Fahey, 2011) (Figura 3A); la corteza del tallo es gruesa, corchosa de color gris blanquecino (Roloff *et al.*, 2009) (Figura 3B); las hojas son pinnadas compuestas por folíolos unidos al raquis; se caracterizan por el alto contenido de nutrientes, aminoácidos esenciales y aceite (Pérez *et al.*, 2010; Olson y Fahey, 2011) (Figura 3C). Las flores son bisexuales de color blanco de 2.5 cm de diámetro y 2 cm de largo con estambres de color amarillo (Falasca y Bernabé, 2008) (Figura 3D). El fruto es una vaina leñosa que puede medir de 20 a 45 cm de largo compuesta por tres valvas y un grosor de 1 a 2 cm, con 12 semillas por vaina en frutos pequeños a medianos (Ramos *et al.*, 2010), los cuales se caracterizan por su contenido en nutrientes (Olson y Fahey, 2011) (Figura 3E). Las semillas son de forma globular de color café oscuro con tres alas blanquecinas (Pérez *et al.*, 2010); son ricas en proteínas, lípidos, una gran cantidad de flavonoides y proantocianidinas (Compaore *et al.*, 2011) (Figura 3F).

Figura 2. Mapa que muestra los municipios del estado de Chihuahua, México, que presentan condiciones de latitud y altitud (INEGI, 2014) favorables para el cultivo de moringa.



Figura 3. Planta de moringa (*Moringa oleifera*) cultivada en Chihuahua, México: A) raíz, B) tallos, C) hojas, D) flores, E) fruto y F) semillas.



Dentro de los muchos beneficios que posee la planta de moringa se exponen los siguientes:

Para consumo humano: prácticamente todas las partes de la planta son comestibles; las vainas tiernas se usan en sopas, las hojas pueden ser consumidas en fresco, en sopas o ensaladas, las cuales contienen hasta un 30.3% de proteína cruda, 19 aminoácidos, y minerales como el calcio, fósforo, magnesio, potasio y sodio en un 3.65, 0.3, 0.5, 1.5 y 0.164%, respectivamente, y concentraciones de zinc (13.03 mg kg^{-1}), manganeso (86.8 mg kg^{-1}), selenio (363 mg kg^{-1}) y hierro (490 mg kg^{-1}), además de vitamina A y C en mayor cantidad que la reportada en zanahoria y naranja (Moyo *et al.*, 2011). Heimler *et al.* (2005) indicaron que los vegetales pertenecientes a la familia *Brassicaceae* tienen un alto contenido en vitaminas y minerales, sin embargo, su contenido en proteína es bajo, entre 1.44 - 2.82 por cada 100 g, en comparación con la de moringa.

Para consumo animal: el cambio climático a través del tiempo ha influenciado en la manera de pensar y actuar del ser humano, buscando

cultivos alternativos por parte de los agricultores y alimentos para el ganado. Moringa, al cumplir con los requerimientos nutrimentales en proteína, vitaminas y minerales, pudiera tratarse de un alimento para el ganado bovino. Varias investigaciones han mostrado que la adición de moringa en la dieta del ganado mejoró el rendimiento del animal (Fayomi *et al.*, 2014). En Nigeria, alimentaron a 25 ovejas Yankasa con peso promedio de 23.1 kg, utilizando como primer dieta pasto barrera (*Brachiaria decumbens*) más el concentrado compuesto a base de cereales para animal como control, y cuatro diferentes dietas más, las cuales consistieron en el pasto más el concentrado y un 5, 7, 9 y 11%, respectivamente, del multinutricional compuesto por polvo de hoja de moringa, donde se determinó la ingesta de nutrientes, su digestibilidad, el balance de nitrógeno y parámetros hemato-lógicos. Los resultados mostraron un aumento en el consumo de materia seca, y en cuanto a la digestibilidad, el mejor resultado se obtuvo con la adición de polvo de moringa en un 11%, mientras que el mejor perfil en la sangre de los animales fue para la dieta con una adición de moringa en un 5%.

Rodríguez *et al.* (2012) investigaron con ganado vacuno lechero alimentándolo a base de tres diferentes dietas. El control consistió en forraje fresco del pasto *Pennisetum purpureum* cv. CT-115, adicionado con un concentrado comercial compuesto por pulido de arroz, sorgo, harina de soya, melaza, carbonato de calcio, harina de maní y cloruro de sodio. La segunda dieta consistió en forraje de moringa en fresco, compuesto por hojas y peciolo más 1 kg de melaza, y la tercera dieta fue ensilaje de moringa compuesto por fracciones finas, más 1 kg de melaza. Los resultados indicaron que en cuanto a la producción de leche, hubo una ligera disminución del 9% al consumir la tercera dieta en relación con los otros dos tratamientos, sin embargo, la producción y composición de la leche fue similar con las dos primeras dietas, resultados que indican una alternativa alimenticia de bajo costo.

En un estudio realizado en Nicaragua en el cual se compararon diferentes suplementos alimenticios en ganado vacuno previamente seleccionado al contar con cuatro semanas de lactancia y con un peso corporal de 394 ± 24 kg, se probaron tres tratamientos, los cuales consistieron en dietas compuestas por *Brachiaria brizantha* más melaza de caña de azúcar; *B. brizantha* más 2 kg de materia seca de moringa más melaza de caña de azúcar y *B. brizantha* más 3 kg de materia seca de moringa más melaza de caña de azúcar, durante un periodo de tres semanas. Se determinó la producción y las características organolépticas de la leche, mostrando resultados favorables en la producción de leche de 1.80 a 1.97 kg día⁻¹ para las vacas que llevaron una dieta complementada con moringa, además de no verse afectadas significativamente las características organolépticas del producto entre los tratamientos (Reyes *et al.*, 2006).

Además, como alimento para peces juveniles tilapia cultivados en agua de mar, Rivas *et al.* (2012) mencionaron que la proteína de moringa fue digerible hasta en un 89% al ser incorporada en dietas balanceadas, sustituyendo un 20% de la proteína de harina de sardina, sin afectar el crecimiento de la tilapia; sin embargo, Richter *et al.* (2003) recomiendan la adición del 10% de harina de hojas de moringa a la dieta de los peces tilapia.

Estudios realizados simultáneamente con harina de hojas de *Leucaenaleucocephala* (HLL) y *Moringa oleifera* (HHMO) en la Universidad de Yucatán, México, en 36 gallinas Rhode Island Red de 36 semanas de edad, y con una tasa promedio de puesta de huevo del 60%, mismas que fueron separadas en cuatro grupos para ser alimentadas con cuatro diferentes dietas. Se evaluó el consumo de las dietas, producción y calidad del huevo. Las dietas, con un peso de 100 g cada una, contenían: sorgo, harina de frijol de soya, carbonato de calcio, harina de canola, aceite de soya, aminoácidos, vitaminas y minerales, y 0, 5, 10 y 15%, respectivamente, de HLL para el primer experimento; el mismo diseño fue utilizado al sustituir HLL por HHMO.

Respecto al consumo de ambas dietas no se reportó diferencia significativa con respecto al peso corporal de las aves al comparar las dietas con las del control. En cuanto a los porcentajes de albúmina encontrados en el huevo para las dietas del 10% en HLL fue de 60.64%, en cambio, para HHMO fue de 63.53%; a la vez que HHMO disminuyó las proporciones de yema en los huevos, lo que puede implicar tener menores concentraciones de colesterol (Abou-Elezz *et al.*, 2011).

Medicina empírica y científica en humanos: si bien son escasas las investigaciones científicas que comprueben la efectividad de moringa al ser suministrada en determinada dosis al ser humano para contrarrestar diversas enfermedades, se sigue investigando este tema, como es el caso de Arun *et al.*, (2011) quienes reportaron resultados que favorecen de 210 ± 48.83 a 150 ± 21.10 en la disminución de glucosa en sangre posprandial en el ser humano después de haberles suministrado tabletas elaboradas con hoja de moringa durante un periodo de tres meses, lo cual significa un pequeño avance a favor de enfermos con diabetes. En estudio etnobotánico de plantas utilizadas por indígenas en Kancheepuram, India, en donde la herbolaria forma parte de su vida social y cultural, de 85 plantas entre las que se encontró moringa, se observó que las hojas de esta planta, al ser consumidas como alimento, redujo el calor corporal, la indigestión y las enfermedades oculares, mientras que la ingesta de flores aumentaron la producción de esperma en los hombres (Muthu *et al.*, 2006). Por su parte, Anwar y Rashid (2007) mencionan que las hojas, flores y raíces de moringa son utilizadas para el tratamiento de ascitis, reumatismo, picaduras venenosas y para estimular la circulación sanguínea como remedios populares.

Excipiente farmacéutico: actualmente, la goma de tragacanto es utilizada como un excipiente farmacéutico, el cual contiene un pH de 5.4. Jarald *et al.* (2012) evaluaron en la goma del tallo de moringa varios parámetros como solubilidad, densidad aparente, índice de

compresibilidad, determinación de cenizas totales y determinación de viscosidad, resultados que demuestran ser similares al del tragacanto excepto en el pH, pues el de moringa es menos ácido, con 6.21, por lo que los autores antes mencionados sugieren que podría utilizarse en comprimidos no recubiertos por ser menos irritante para el tracto gastrointestinal.

Medicina en animales: en un estudio realizado en ratas albinas Wistar de la misma edad, con un peso corporal de 150 a 250 g, a las cuales se les inyectó estreptozotocina (STZ) para provocarles diabetes, después de tres días, cuando las ratas presentaron la enfermedad, fueron divididas en cuatro grupos: bajo, medio y severamente diabéticas, y las control. A los animales control les fue aplicada agua destilada, los otros tres grupos de ratas fueron tratados con dosis de 100, 200 y 300 mg kg⁻¹ de un extracto acuoso de hojas de moringa, el cual provocó una disminución de la glucosa en la sangre de las mismas. La dosis de 200 mg kg⁻¹ resultó ser la más efectiva, con una disminución del nivel de glucosa en la sangre de hasta el 29.9% en la prueba de glucosa en la sangre en ayunas. En la prueba de tolerancia oral a la glucosa en ratas diabéticas y ligeramente diabéticas se produjo una caída máxima de hasta el 32.8%. En ratas severamente diabéticas, los niveles de glucosa en la sangre disminuyó hasta un 69.2%, tanto en las pruebas de glucosa en la sangre en ayunas como en las pruebas de glucosa postprandial. Según los autores, el estudio validó científicamente el uso de moringa como etnomedicina para tratar la *Diabetes mellitus*, no obstante se están llevando a cabo estudios farmacológicos y bioquímicos para dilucidar el mecanismo hipo glucémico y antidiabético de las hojas de moringa (Jaiswal *et al.*, 2009).

Por otro lado, también a ratas albinas Wistar macho y hembra con un peso de 180 a 250 g les fueron provocadas úlceras gástricas con etanol, excepto en ratas control. De un total de cuatro tratamientos, a dos de ellos les fue aplicado un extracto de semilla de moringa en dosis de 150 y 200 mg kg⁻¹, respectivamente, y

a otro el tratamiento con omeprazol. El resultado obtenido al comparar los tratamientos fue que se registró una reducción significativa en el índice de úlceras. El tratamiento con omeprazol redujo la úlcera gástrica en un 77.44%, mientras que el extracto de semillas de moringa redujo un 62.02% en dosis de 150 y un 65.23% en la dosis de 200 mg kg⁻¹ (Kansara y Singhal, 2013).

En un estudio realizado en Nueva Zelanda en 24 conejos machos de cuatro a seis semanas de edad, con un peso de 600 a 800 g a quienes les fue suministrado diariamente vía oral agua potable con una dosis de 200 mg L⁻¹ de Fluoruro de sodio (NaF), en un periodo de 90 días, incorporándose en uno de los tratamientos un extracto acuoso de semillas de moringa de 50 mg kg⁻¹ de acuerdo al peso corporal del animal. Los resultados obtenidos después del análisis de sangre y medición del índice cortical en los huesos de la tibia y fémur de los conejos, mostraron una diferencia entre el testigo de 2.81 ± 0.44 mg L⁻¹ al tratamiento al que le fue adicionado extracto de semilla de moringa a 0.77 ± 0.04 mg L⁻¹ (Ranjan *et al.*, 2009).

Aceite para consumo humano: de acuerdo con el estudio realizado en árboles silvestres en Pakistán por Anwar y Rashid (2007) al analizar el aceite extraído de la semilla de moringa, se encontraron con los siguientes ácidos: hasta un 73.22% de oleico, el cual forma parte del grupo omega 9, palmítico (6.45%), esteárico (5.50%), benzoico (6.16%) y araquídico (4.08%) el cual forma parte del grupo de omega 6, resultados que resaltan los atributos de calidad del aceite, pudiendo ser empleado para consumo humano y en aplicaciones comerciales.

Además, un análisis realizado en la composición química y propiedades antioxidantes en semillas de moringa, éstas registraron concentraciones de 48.2 ± 0.2 g de potasio; 25.01 ± 0.01 g de sodio; 78 ± 1 g de calcio; 261 ± 1 g de magnesio; 95.4 ± 0.4 g de manganeso; 12.8 ± 0.04 g de hierro; 300.8 ± 0.07 g de zinc; 54.2 ± 0.2 g de cobre, 525 ± 2 g

de fósforo por cada 100 g de semillas molidas, además de una capacidad antioxidativa del 99.74 ± 0.01%, lo que lo valoriza para ser utilizadas para fortificar los alimentos básicos, especialmente para niños con bajos índices de nutrición (Compaoré *et al.*, 2011).

Eliminar la turbidez del agua: en nuestros tiempos cada vez contamos con menos agua para satisfacer nuestras necesidades básicas. Utilizar químicos como el sulfato de aluminio en el tratamiento de agua para uso doméstico está permitido por las normas de Estados Unidos, certificado por CERTIMEX (Certificación Mexicana, D.S.C.), según Romero *et al.* (2007) se requieren cantidades elevadas de estas sales, lo que produce alta concentración de aluminio en el agua clarificada y, al parecer, origina ciertos desórdenes neurológicos en el ser humano; es por ello que investigadores buscan alternativas de forma natural, como es el caso del uso de semillas de moringa que pueden servir de sustituto en el tratamiento de aguas residuales, ya que contienen agentes coagulantes activos que se caracterizan por ser proteínas catiónicas diméricas, con un peso molecular de 13 kDa y un punto isoeléctrico (pK_a) entre 10 y 11; cuentan con una actividad antimicrobiana si son utilizadas para tratar aguas residuales y, al ser pulverizadas, son utilizadas como coagulante natural para la purificación de agua (Anwar y Rashid, 2007).

En un estudio realizado en la remoción de turbidez en agua bruta para potabilizar, fue comparada la eficiencia de dos coagulantes, el sulfato de aluminio y semillas de moringa; se observó que moringa puede ser un sustituto potencialmente viable al sulfato de aluminio, encontrándose que los mecanismos de coagulación predominantes en moringa son los de neutralización, adsorción de cargas y formación de puentes, por lo que estas semillas pueden ser utilizadas como un coagulante eficaz para la eliminación de una turbidez de baja concentración de partículas en el agua (Lédo *et al.*, 2009).

Molienda de semilla de moringa de 1, 2 y 3 g fueron utilizadas por investigadores brasileños en la eliminación de la turbidez de agua residual doméstica con un valor de 285.0 unidades nefelométrica de turbidez (UNT), residual porcina 106.0 UNT y agua para abastecimiento al público con un valor de 64.8 UNT; se realizó un extracto de la semilla diluida en 100 mL de agua destilada en soluciones de 10, 20 y 30 g L⁻¹ de semillas, registraron un 98% en la remoción de turbidez en una concentración de 0.4 g L⁻¹ en un tiempo de 2 horas, la sedimentación y eliminación media de la turbidez en aguas residuales domésticas fue de 22.3 y 35.3% en un tiempo de 2 y 24 h. La eliminación de coliformes fecales fue del 100% para el agua que se utiliza en consumo público (Monaco *et al.*, 2010).

Fertilizante orgánico: la utilización de fertilizantes sintéticos a través de los tiempos ha venido degradando la fertilidad de los suelos y contaminando acuíferos mediante lixiviaciones; la aplicación de extracto de semilla de moringa al suelo, previo análisis de micro y macronutrientes, carbono e hidrógeno, produjo una mejora significativa al incrementar los nutrientes en el suelo y a su vez un aumento en el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz en comparación con el control (Emmanuel *et al.*, 2011).

Conclusiones

La producción de moringa (*Moringa oleifera*) en el mundo ha sido altamente benéfica por sus múltiples usos. Nuestro grupo de investigación ha venido trabajando desde el año 2010 en el estudio de la adaptación del cultivo a los suelos y climas de la región, obteniendo resultado muy importantes en el conocimiento del desarrollo de la planta bajo estas condiciones, y encontrando niveles similares en el contenido de proteína y minerales a los de su lugar de origen, de acuerdo con lo reportado por otros investigadores. Los avances en el conocimiento del cultivo y su manejo, favorecerán el aprovechamiento de los usos y beneficios de moringa como una alternativa viable para la diversificación agrícola local. Sin embargo, es necesario ampliar estos hallazgos para fortalecer su manejo y aceptación en los diversos campos de utilización.

Literatura citada

- ABOU-ELEZZ, F. M. K., Sarmiento-Franco, L., Santos-Ricalde, R., y Solorio-Sánchez, F. 2011. Efectos nutricionales de la inclusión dietética de harina de hojas de *Leucaenaleucocephala* y *Moringaoleifera* en el comportamiento de gallinas Rhode Island Red. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 45(2):163.
- ADEDAPU, A. A., Mogbojuri, O. M., y Emikpe, B. O. 2009. Safety evaluations of the aqueous extract of the leaves of *Moringa oleifera* in rats. *Journal of Medicinal Plants Research* 3(8):586-591.
- ANWAR, F., y Rashid, U. 2007. Physico-chemical characteristics of *Moringa oleifera* seeds and seed oil from a wild provenance of Pakistan. *Pak. J. Bot.* 39(5):1443-1453.
- COMPAORÉ, W.R., Nikiema, P.A., Bassolé, H.I.N., Savadogo, A., Mouecoucou, J., Hounhouigan, D.J., y Traoré, S. A. 2011. Chemical composition and antioxidative properties of seeds of *Moringa oleifera* and pulps of *Parkiabiglobosa* and *Adansonia digitata* commonly used in food fortification in Burkina Faso. *Current Research Journals of Biological Sciences* 3(1):64-72.
- CONAGUA. 2013. Comisión Nacional del Agua. Consultado en Abril 12, 2016.
- CONEVAL. 2012. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Consultado en Abril 12, 2016.
- EMMANUEL, S. A., Zaku, S. G., Adedirin, S. O., Tafida, M., y Thomas, S. A. 2011. *Moringa oleifera* seed-cake, alternative biodegradable and biocompatibility organic fertilizer for modern farming. *Magnesium* 203:0-08.
- ESPIÑOZA, O. J. N., y López, J. C. M. 2011. Evaluación de la producción de forraje de *Cnidocolusaconitifolium* (Mill) LM Johnston, *Moringa oleifera* (Lam) y *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit, para banco proteico en Pacora, San Francisco Libre, Nicaragua. *La Calera* 8(9):54-59.
- FAOSTAT. 2014. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Dirección de Estadística. Disponible en <http://faostat.fao.org/desktopdefault.aspx?pageid=563&lang=es>. Consultado en Abril 24, 2016.
- FALASCA, S., y Bernabé, M. A. 2008. Potenciales usos y delimitación del área de cultivo de *Moringa oleifera* en Argentina. *Revista Virtual REDESMA*.
- FAYOMI, A., Ahmed, A., Musa, U., Salami-Shinaba, J. O., Ogedegbe, S. A., y Akanni, K. 2014. Moringa multi-nutrient blocks: formulation, production, and feeding trial under a tropical environment. *International Journal of Science, Environment and Technology* 3(1):67-84, 2278-3687 (O).
- HEIMLER, D., Vignolini, P., Dini, M. G., Vincieri, F. F., y Romani, A. 2006. Antiradical activity and polyphenol composition of local Brassicaceae edible varieties. *Food chemistry* 99(3):464-469.
- INEGI. 2014. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Disponible en http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/CHIH_ANUARIO_PDF.pdf. Consultado en Junio 15, 2016.
- JARALD, E. E., Sharma, S., Sheeja, E., Ahmad, S., Patni, S., y Daud, A. 2012. Characterization of *Moringa oleifera* Lam. gum to establish it as a pharmaceutical excipient. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research* 46(3):211-216.
- JAISWAL, D., Kumar Rai, P., Kumar, A., Mehta, S., y Watal, G. 2009. Effect of *Moringa oleifera* Lam. leaves aqueous extract therapy on hyperglycemic rats. *Journal of ethnopharmacology* 123(3):392-396.
- KANSARA, S. S., y Singhal, M. 2013. Evaluation of antiulcer activity of *Moringa oleifera* seed extract. *J. Pharmaceut. Sci. Biosci. Res.* 3(1):20-25.
- LATIF, S., Anwar, F., Hussain, A. I., y Shahid, M. 2011. Aqueous enzymatic process for oil and protein extraction from *Moringa oleifera* seed. *European Journal of Lipid Science and Technology* 113(8):1012-1018.
- LÉDO, P. G., Lima, R. F., Paulo, J., y Duarte, M. A. 2009. Estudio comparativo de sulfato de aluminio y semillas de *Moringa oleifera* para la depuración de aguas con baja turbiedad. *Información tecnológica* 20(5):3-12.
- LIÑÁN, T. F. 2012. *Moringa oleifera* El árbol de la nutrición. *Ciencia y Salud Virtual* 2(1):130-138.
- MONACO, P. A. V. L., de Matos, A. T., y Andrade, I. C. 2010. Utilização de extrato de sementes de moringa como agente coagulante no tratamento de água para abastecimento e águas residuárias. *Revista Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science* 5(3).

- MOYO, B., MASILKA, P. J., HUGO, A., y MUCHENJE, V. 2011. Nutritional characterization of Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves. *African journal of Biotechnology* 10(60):12925-12933.
- MUTHU, C., AYYANAR, M., RAJA, N., y IGNACIMUTHU, S. 2006. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 2:43.
- NDUBUAKU, U. M., NDUBUAKU, T. C. N., y NDUBUAKU, N. E. 2014. Yield Characteristics of *Moringa oleifera* Across Different Ecologies in Nigeria as an Index of Its Adaptation to Climate Change. *Sustainable Agriculture Research* 3(1):95.
- OLSON, M. E., y FAHEY, J. W. 2011. *Moringa oleifera*: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. *Revista mexicana de biodiversidad* 82(4):1071-1082.
- PÉREZ, Y., VALDÉS, L. R., y GARCÍA, L. A. F. 2010. *Moringa oleifera*. Germinación y Crecimiento en Vivero. *Ciencia y Tecnología Ganadera* 4(1):43-45.
- RAHMAN, I. M., BARUA, S., NAZIMUDDIN, M., BEGUM, Z. A., RAHMAN, M. A., y HASEGAWA, H. 2009. Physicochemical properties of *Moringa oleifera* Lam. seed oil of the indigenous cultivar of Bangladesh. *Journal of Food Lipids* 16(4):540-553.
- RANJAN, R., SWARUP, D., PATRA, R. C., y CHANDRA, V. 2009. Tamarindus indica L. and *Moringa oleifera* M. extract administration ameliorates fluoride toxicity in rabbits. *Indian journal of experimental biology* 47(11):900.
- RAMOS, L. M., COSTA, R. S., MÔRO, F. V., y SILVA, R. C. 2010. Morfologia de frutos e sementes e morfofunção de plântulas de *Moringa (Moringa oleifera* Lam.). *Comunicata Scientiae* 1(2):156.
- REYES, S. N., SPÖRNDLY, E., y LEDIN, I. 2006. Effect of feeding different levels of foliage of *Moringa oleifera* to creole dairy cows on intake, digestibility, milk production and composition. *Livestock Science* 101(1):24-31.
- RICHTER, N., SIDDHURAJU, P., y BECKER, K. 2003. Evaluation of nutritional quality of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves as an alternative protein source for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture* 217(1):599-611.
- RIVAS-VEGA, M. E., LÓPEZ-PEREIRA, J. L., MIRANDA-BAEZA, A., y IDALIA, M. 2012. Sustitución parcial de harina de sardina con *Moringa oleifera* en alimentos balanceados para juveniles tilapia (*Oreochromis mossambicus x oreochromis niloticus*) cultivada en agua de mar. *Ciencias Biológicas y de la Salud* (2):3-10.
- RODRÍGUEZ, P. R., REYES SÁNCHEZ, N., y MENDIETA ARAICA, B. 2012. Comportamiento productivo de vacas lecheras alimentadas con *Moringa oleifera* fresco o ensilado: efecto sobre producción, composición y características organolépticas de leche y queso. *La Calera* 12(18):45-51.
- ROLOFF, A., WEISGERBER, H., LANG, U., y STIMM, B. 2009. *Moringa oleifera* Lam., 1785. *Sea* 10(10).
- ROMERO, C., SOLÓRZANO, R., ABREU, O., BRIZUELA, L., y PÉREZ, Z. 2007. Síntesis de un polímero inorgánico de aluminio y su uso para clarificación de agua. *Revista Ingeniería UC* 14(3):16-23.
- SÁNCHEZ, N. R., LEDIN, S., y LEDIN, I. 2006. Biomass production and chemical composition of *Moringa oleifera* under different management regimes in Nicaragua. *Agroforestry Systems* 66(3):231-242. 

Este artículo es citado así:

Estrada-Hernández, O., O. A. Hernández-Rodríguez y V. M. Guerrero-Prieto. 2016. Múltiples formas de aprovechar los beneficios de moringa (*Moringa oleifera* Lam.). *TECNOCIENCIA Chihuahua* 10(2):101-108.

Resumen curricular del autor y coautores

OLIVIA ESTRADA HERNÁNDEZ. Terminó su licenciatura en 2012, año en que le fue otorgado el título de Ingeniero en Ecología por la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). Realizó su posgrado en Chihuahua, donde obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en el área de Ciencias de la Productividad Frutícola en 2015 por la Universidad Autónoma de Chihuahua. Desde 2015 labora en el Instituto Educativo Cuauhtémoc A.C. (Preparatoria incorporada a la UACH) como docente en la materia de Métodos de Investigación. Su área de especialización es en el crecimiento y contenido nutricional de moringa. Es autora de 5 ponencias en congresos.

OFELIA ADRIANA HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ. Terminó su licenciatura en 1981, año en que le fue otorgado el título de Ingeniero Fruticultor por la Escuela Superior de Fruticultura de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). Realizó su posgrado en la misma institución, donde obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en el área de Ciencia de la Productividad Frutícola en 1994 y el grado de Doctor en Filosofía en el área de Recursos Naturales en 2008 por la Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH. Desde 1986 labora en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la UACH y posee la categoría de Académico Titular C. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde 2015, Nivel 1. Su área de especialización es en nutrición vegetal, uso y conservación de suelos y abonos orgánicos. Ha dirigido 12 tesis de licenciatura, 8 de maestría y actualmente una de doctorado. Es autora de 30 artículos científicos y 8 capítulos de libros científicos; además ha impartido 3 conferencias por invitación y ha dirigido 2 proyectos de investigación financiados por fuentes externas. Es evaluadora de proyectos de investigación del CONACYT (Programa de Estímulos a la Innovación, PEI) y árbitro de revistas científicas de circulación nacional e internacional.

VÍCTOR MANUEL GUERRERO PRIETO. Terminó su licenciatura en 1975, año en que le fue otorgado el título de Ingeniero Fruticultor por la ahora Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la UACH. Realizó su posgrado en la Oregon State University en Corvallis, OR, EUA, donde obtuvo el grado de Master of Science en Horticultura en 1984 y el grado de Doctor en Ciencias en Agronomía por la New Mexico State University en Las Cruces, N. M. EUA en 1995. De 1978 a 1988, fue Investigador Titular en el INIFAP, Campo Experimental Sierra de Chihuahua. De 1988 a 1997, fue Académico Titular en la FACIATEC. De 1997 al 2011, fue Investigador Titular y Coordinador de la Unidad Cuauhtémoc, del CIAD, A. C. Desde el año 2011, se reincorporó a la FACIATEC en el Campus Cuauhtémoc, Chih. y posee la categoría de Profesor-Investigador ATC. Ha sido miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde 1986 a 1990 (Candidato a Investigador Nacional) y actualmente es Investigador Nacional Nivel I, desde el 2002. Su área de especialización es en la fisiología vegetal y de poscosecha, así como el control biológico de enfermedades poscosecha utilizando microorganismos. Ha dirigido 16 tesis de licenciatura, 19 de maestría y 6 de doctorado. Es autor de 55 artículos científicos, más de 60 ponencias en congresos, 2 libros y 2 capítulos de libro científicos; además ha impartido 9 conferencias por invitación y ha dirigido 7 proyectos de investigación financiados por fuentes externas. Es evaluador RCEA de proyectos de investigación del CONACYT (Fondos institucionales, mixtos y sectoriales), Fundación Produce Chihuahua y es revisor del seguimiento de los Fondos sectoriales SAGARPA-CONACYT Y DEL CyTED, Madrid, España. Es también árbitro de 9 revistas científicas de circulación nacional e internacional.