



ASPECTOS TÓXICOS MÁS RELEVANTES DE *Moringa oleífera* Y SUS POSIBLES DAÑOS

MOST RELEVANT TOXIC ASPECTS OF *Moringa oleífera* AND ITS POSSIBLE DAMAGES

Rafael Canett-Romero^{1*}, Karla Lizbeth Arvayo-Mata², Nataly Vanessa Ruvalcaba-Garfias²

¹ Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos, Universidad de Sonora, Blvd. Luis Encinas y Rosales S/N, Col. Centro, Hermosillo, Sonora, México.

² Departamento de Ciencias Químico Biológicas, Universidad de Sonora, Blvd. Luis Encinas y Rosales S/N, Col. Centro, Hermosillo, Sonora, México.

RESUMEN

La *Moringa oleífera* es un árbol de la familia de las *Moringáceas* que posee propiedades antimicrobianas, nutritivas, antioxidantes y terapéuticas. A nivel internacional existe gran preocupación sobre la posible inocuidad de las diversas partes anatómicas de esta planta, y sin embargo, se sigue utilizando como suplemento alimenticio, para purificar agua y para tratar más de 300 enfermedades esta posible controversia es de suma importancia, por lo que obliga a la comunidad científica a investigar los posibles efectos adversos adyacentes a su consumo prolongado. Con la finalidad de investigar la existencia de posibles efectos tóxicos de las distintas partes anatómicas de la planta, así como elucidar los posibles compuestos que la causan, se realizó una revisión bibliográfica donde se encontraron posibles daños hepáticos, renales, hipertrofia de bazo y timo, alteración en los parámetros hematológicos, genotoxicidad y efectos anticonceptivos, dependientes de la dosis y del tiempo de consumo. Entre las sustancias tóxicas encontradas, se resaltan los alcaloides *moringina*, *moringinina* y *spirochin* y el fitoquímico bencil isotiocianato, presentes principalmente en la raíz y corteza, mientras que la hoja es posiblemente la más segura para su consumo. Lo anterior plantea la necesidad de abrir un campo de investigación para tener la certeza de que su utilización es segura o de lo contrario desarrollar técnicas que eliminen o reduzcan la toxicidad y aumenten el potencial benéfico para incluirla en programas de salud que apliquen su regulación.

Palabras Clave: Potencial tóxico, *Moringa oleífera*, *moringina*, *moringinina*, *spirochin*, bencil isotiocianato, daños.

ABSTRACT

Moringa oleífera, a tree from the *Moringaceae* family, possesses antimicrobial, nutritive, antioxidant and therapeutic properties. Even though there are limited scientific studies, it is used as a dietary supplement, in water purification and to treat more than 300 diseases. However, it is of great importance to investigate the possible adverse effects related to its diary consumption. A bibliographic review was done in order to investigate the existence of possible acute and chronic toxic potential in different anatomic parts of the plant and to elucidate the plausible components that cause such toxicity.

Within the investigation possible hepatic and renal damages, thymus and spleen hypertrophy, alterations in the hematologic parameters, genotoxicity and contraceptive effects were found and they depended on the dose and the consumption over time. Among the toxic substances, the alkaloids *moringina*, *moringinina* and *spirochin* and the phytochemical benzyl isothiocyanate where the most highlighted and being their principal location the roots and bark, while leaf is possibly the safest for ingestion. The previous results leads to the necessity of opening a vast research field to ensure its secure usage or otherwise develop technics that remove o reduce its toxicity and increase its beneficial potential to include it in the health systems that apply its regulation.

Keywords: Toxic potential, *Moringa oleífera*, *moringina*, *moringinina*, *spirochin*, benzyl isothiocyanate, damages.

INTRODUCCIÓN

La *Moringa oleífera* es un árbol o arbusto perennifolio de crecimiento rápido, con copas abiertas y follaje pináceo que forma parte de la familia de las *Moringáceas* junto a otras 12 variedades típicas de los climas áridos del trópico, específicamente del sur de los Himalayas, al norte de la India. Crece fácilmente por reproducción asexual por estacas aun en condiciones de sequía y puede alcanzar hasta los cuatro metros de alto en un año bajo pobres atenciones hortícolas, generando beneficios tanto para los productores como para el ecosistema (Adedapo *et al.*, 2009).

Esta planta es valorada por sus múltiples aplicaciones, incluyendo sus propiedades antimicrobianas, nutritivas, antioxidantes y terapéuticas. En la actualidad se usa como suplemento alimenticio en mujeres embarazadas, niños y adultos y de forma homeopática en más de 300 enfermedades, incluyendo hipercolesterolemia, hipertensión, diabetes, padecimientos neurodegenerativos, anemia, problemas de fertilidad, padecimientos hepáticos y renales, desórdenes de la piel y hasta cáncer (Gowrishankar, 2010).

La experiencia empírica de la población que utiliza la medicina tradicional le brinda a la herbolaria cualidades terapéuticas cuyo principio activo y posibles efectos adversos son desconocidos. Atendiendo a la amplia variedad de aplicaciones de ésta y otras plantas medicinales, el campo de investigación sobre sus posibles efectos adversos debería ser igualmente amplio. En el caso de la *Moringa oleífera*, los

*Autor para envío de correspondencia: Rafael Canett Romero
Correo electrónico: rafacanett@gmail.com

estudios sobre la toxicidad aguda y crónica derivada de su consumo son escasos en ratas de experimentación y aún más en humanos, pero resultan esperanzadores, puesto que apuntan a un bajo potencial tóxico en su forma natural y en extractos acuosos.

Este trabajo tiene la finalidad de investigar el posible potencial tóxico agudo y crónico de las distintas partes anatómicas de la planta de *Moringa oleífera* así como, elucidar los posibles compuestos que la causan.

DESARROLLO

Papel de *Moringa oleífera* en alimentación y salud

En la antigüedad, los productos de origen natural eran la única fuente de sustento alimentario, profilaxis y tratamiento de enfermedades que se conocía y por tanto, aplicaba. El conocimiento científico ha evolucionado atendiendo, paralelamente, la eficiencia de las técnicas de producción alimentaria y la eficacia del diagnóstico clínico y tratamiento de enfermedades.

La nueva cultura alimentaria de los países desarrollados, reduce el concepto de valor nutricional a un interés comercial (Martínez y Dalmau, 2012) basando su alimentación en comida chatarra, productos enlatados, procesados o congelados, deteriorando el estado nutricional de la población de clase media a alta de países industrializados, donde el desperdicio de alimentos alcanza 222 millones de toneladas al año. Por otro lado, otros sectores de la población alcanzan una tasa de producción alimentaria anual de 230 millones de toneladas y se caracterizan por el deplorable estado nutricional de la población (Gustavsson *et al.*, 2011).

La medicina alópata y homeópata se basan en la observación empírica, pero sus principios metodológicos y farmacológicos difieren en la producción de medicamentos, en la observación, tratamiento y objetivos terapéuticos.

En la actualidad, la medicina alópata enfrenta una crisis de resistencia antimicrobiana que atiende al uso

inapropiado de antibióticos, falta de sistemas de vigilancia efectivos y la ausencia de legislación que permita controlar la venta y uso excesivo de estos medicamentos (Briceño *et al.*, 2010), sin embargo, la evidencia científica de su efectividad y sus contraindicaciones están bien establecidas. La medicina tradicional homeópata aún no tiene estudios científicos suficientes sobre sus potenciales resultados benéficos o perjudiciales. Por lo tanto, es necesario que se realicen más estudios que demuestren la eficacia, seguridad y eficiencia de la homeopatía con calidad metodológica y resultados comparables a los estudios realizados con tratamientos convencionales, así como estudios de la composición química de algunos principios activos y sustancias nutritivas. Atendiendo a su amplio uso en sectores de la población con costumbres populares que poseen un conocimiento o acceso limitado a nuevos medicamentos, o en aquellos que reciben publicidad o información inadecuada, el estudio de plantas medicinales se ha vuelto una prioridad (Boiron, 2013).

En el marco de las observaciones anteriores, la *Moringa oleífera* es una de las plantas más utilizadas por su alto valor nutricional, antioxidante y potencial terapéutico en programas de salud. Sin embargo, es de suma importancia investigar los posibles efectos adversos que puedan ocasionar su consumo prolongado o la dosis inadecuada.

La *Moringa oleífera* es un árbol cuyas propiedades terapéuticas constan en los manuscritos hindúes que se remontan hasta el año 150 antes de nuestra era (AC). La historia sigue su rastro hasta los griegos y romanos y continúa por El Caribe donde es exportado a Europa en 1920. Invariablemente, este árbol ha sido parte de la medicina tradicional a través de las generaciones por sus cualidades benéficas.

Al margen de los estudios científicos realizados al respecto, en la actualidad se usa como paliativo en más de 300 enfermedades, incluyendo hipercolesterolemia, hipertensión, diabetes, padecimientos neurodegenerativos, anemia y hasta problemas de fertilidad (Tabla 1). La mayoría

Tabla 1. Condiciones tratadas de forma tradicional con *Moringa oleífera*.

Table 1. Diseases traditionally treated with *Moringa oleífera*

País	Condiciones tratadas
Guatemala	Infecciones cutáneas y urticaria
China	Diurético
India	Anemia, ansiedad, asma, puntos negros, impurezas de la sangre, bronquitis, catarro, cólera, conjuntivitis, diarrea, infecciones oculares y del oído, fiebre, congestión en el pecho, dolor de cabeza, presión sanguínea anormal, histeria, escurrimiento glandular, dolor en las articulaciones, granos, soriasis, desordenes respiratorios, infertilidad, tuberculosis, irritación de garganta, escorbuto, torcedura, inflamación, aborto
Malasia	Gusanos Intestinales
Nicaragua	Dolor de cabeza, infecciones cutáneas, urticaria
Filipinas	Anemia, escurrimiento glandular, laxante, gonorrea, diurético
Puerto Rico	Gusanos Intestinales
Senegal	Diabetes, embarazo, infecciones cutáneas, urticaria
Venezuela	Gusanos Intestinales
Otros	Colitis, diarrea, disentería, gonorrea, hidropesía, malaria, úlceras

de las condiciones tratadas son consecuencia de deficiencias nutricionales, ya que se utiliza principalmente en regiones de suma pobreza.

Los estudios científicos acerca las propiedades benéficas de *Moringa oleifera*, confirman que fomenta la reducción de glucosa sérica en ratones diabéticos en un 69.2% con una dosis diaria de 200 mg kg (Jaiswal, 2009; Ndong *et al.*, 2007), disminuye los índices de anemia por deficiencia de hierro (Fernández, 2010), sus altos niveles de niacimicina inhiben la formación de tumores (Murakami, 1998, citado en Olson y Fahey, 2011), reduce la aparición de úlceras gástricas por *Helicobacter pylori* (Olson y Fahey, 2011) y es útil en la regulación de las hormonas tiroideas en ratones Suizos adultos (Tahiliani y Kar, 2000). Previene el daño cardíaco al modular las enzimas encargadas de la peroxidación lipídica (Nandave *et al.*, 2009, citado en Lim, 2012), reduce las convulsiones inducidas por penicilina, aumenta los niveles de serotonina y disminuye los de dopamina (Ray *et al.*, 2003, citado en Lim, 2012), inhibe el proceso inflamatorio en desórdenes alérgicos como el asma por modulación de las citocinas producidas por los linfocitos Th1 y Th2 (Mahajan *et al.*, 2007, citado en Lim, 2012), entre otros.

La *Moringa* contiene una amplia variedad de antioxidantes exógenos como flavonoides, quercetina, kaempferol, β -sitosterol (Yang *et al.*, 2008, citando en Lim, 2012), ácido cafeilquinico, zeatina, ácido ascórbico, fenoles, carotenoides, vitaminas A, C, E y K, complejo B, entre otros, principalmente contenidos en las hojas. Posee además fitonutrientes como Luteína, Zeaxantina y Clorofila, que limpian el cuerpo de toxinas, purifican los riñones, ayudan a fortalecer el sistema inmunológico y a la proliferación de glóbulos rojos, amortiguando el impacto del estrés oxidativo en el organismo, retrasando o previniendo así enfermedades asociadas al daño por radicales libres, como el Alzheimer, la arteriosclerosis, isquemia, cáncer, cataratas o cuadros inflamatorios crónicos (Arti *et al.*, 2009).

Virtualmente, todas las partes de la planta son aptas para su consumo y poseen un alto y apreciable valor nutricional (dependiendo de factores como la especie, el suelo y el tratamiento hortícola), es por ello que es utilizada como suplemento alimenticio (Tabla 2). Las hojas frescas, por ejemplo, poseen todos los aminoácidos esenciales, carbohidratos,

carotenos, vitaminas, calcio, hierro, magnesio, fósforo, potasio, zinc, proteínas, grasas y ácidos grasos (Lim, 2012).

Los habitantes de África padecen problemas de desnutrición asociados a las precarias condiciones de vida que imperan en regiones de extrema pobreza, donde su alimentación está basada en plantas silvestres trituradas cuyo contenido nutricional es muy pobre o nulo (Lim, 2012). Es por ello que plantas como *Moringa oleifera* que crecen en climas extremos bajo pobres condiciones hortícolas, pueden ser una solución factible debido su alto y promisorio contenido nutricional (Adedapo, 2009).

La absorción de dichos nutrientes dependerá de las condiciones alimentarias y salud del individuo, ya que sus altos contenidos en hierro y proteínas no son apropiadas para tratar a personas con casos severos de desnutrición. Es decir, la administración de dietas con alto contenido nutricional en pacientes con desnutrición severa, conduce a un síndrome de realimentación que es un conjunto de alteraciones metabólicas que pueden ocurrir como consecuencia del soporte nutricional. Se caracteriza por la aparición de alteraciones neurológicas, respiratorias, arritmias e insuficiencia cardíaca que se producen pocos días después del reinicio de la alimentación, ocasionadas por una sobrecarga hídrica, aumento de requerimientos de vitaminas e introducción de fosfatos, magnesio, potasio y tiamina al espacio intracelular con el consiguiente descenso de sus niveles plasmáticos (Arias, 2013). De acuerdo con Lim (2012) los aminoácidos esenciales, incluyendo los azufrados, se encuentran en proporciones mayores a los recomendados por los patrones de FAO/WHO/UNO para niños de 2 a 5 años.

Para evitar el consumo inadecuado de esta y otras plantas medicinales, deben formularse programas de salud que integren sustancias naturales de libre consumo para orientar su aplicación a prometer una mejora integral en la calidad de vida, al coadyuvar a la homeóstasis del cuerpo, disminuir el costo de productos y servicios como el agua potable, productos de origen animal, biocombustibles, insu- mos y productos homeopáticos (Figura 1).

Aspectos toxicológicos generales de *Moringa oleifera*

La ausencia de estudios formales de interacciones, falta de incorporación sistemática de las plantas medicinales

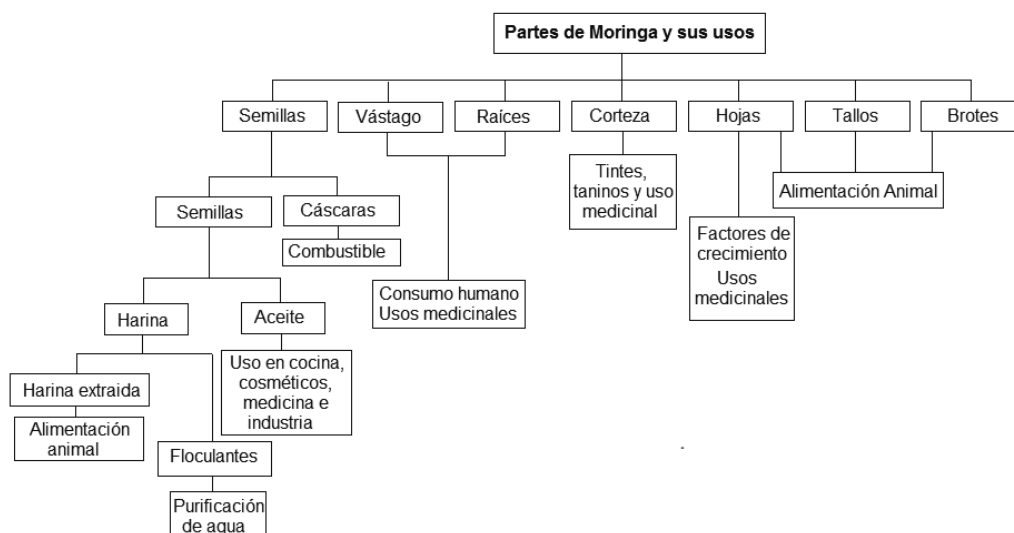
Tabla 2. Partes anatómicas de la planta de *Moringa oleifera* y sus principales macronutrientes.

Table 2. Anatomic parts of *Moringa oleifera* tree and its principal macronutrients.

Nutrientes	Hojas/Puntas	Brotes	Fruto/Palillo	Semilla ma- dura/seca	Raíz	Flor
Energía (kcal)	/64	40	37/26	--/--	50	
Agua (g)	75,5/--	84,6	86,9/86,9	5,01/--	---	85,9
Proteína (g)	5,8/9,4	5,1	2,1/2,5	32,25/29	---	3,6
Carbohidratos (g)	14/8,28	4,1	8,53/3,7	21,12/6,01	---	7,1
Grasas (g)	1,1/4,0	0,3	0,2/0,1	41,2/42,01	---	0,8
Fibra (g)	1,2/4,8	6,1	3,2/4,8	2,97/7,5	---	1,3

Figura 1. Usos potenciales de *Moringa oleífera*.

Figure 1. Potential uses of *Moringa oleífera*.



Fuente: Foidl *et al.*, 2001.

a los programas de farmacovigilancia, falta de atención del equipo de salud sobre el consumo de estos productos, y escasos estudios sobre la toxicidad de *Moringa oleífera* y otras plantas medicinales comprometen, no solo la salud del consumidor, sino que pueden llegar a interferir con la atención médica formal. Una encuesta especializada realizada por el Hospital Puerta de Hierro en España, reconoció que el 22% de los pacientes consumen habitualmente alguna sustancia con fines terapéuticos, de los cuales, el 48% consume plantas medicinales y un 9% suplementos dietéticos (Cazorla *et al.*, 2010).

El uso indiscriminado de este suplemento como un principio homeopático en dosis determinadas por automedicación puede llegar a ser nocivo, sobre todo cuando se trata de un consumo prolongado, puesto que, según lo considerado por algunos investigadores, contiene sustancias francamente peligrosas para el consumo humano, como fitoquímicos derivados del ácido gálico y del catecol, esteroides, antraquinonas, azúcares reducidas, sitosterol, alcaloides como la *moringina* y *moringinina*, y antibióticos como el *pterygosperma*, *athomine* y *spirochin*, encontradas, principalmente, en la raíz y corteza del árbol (Paul y Didia, 2012).

Los estudios que evalúan la toxicidad crónica de ésta y muchas otras plantas medicinales, no llegan a conclusiones consistentes puesto que no establecen la dosis o tiempo de consumo específicos para asegurar su inocuidad y reafirmar sus potenciales benéficos, además de que no determinan qué componentes son los responsables de las reacciones tóxicas derivadas o bien, cómo se manifiestan.

Si bien es cierto, que la mayoría de los estudios realizados sobre *Moringa oleífera* concuerdan en que es una planta con múltiples propiedades benéficas para el organismo y que es relativamente segura para consumo humano, los resultados no son concluyentes, puesto que la correlación

entre los diversos estudios que abordan aspectos sobre la toxicidad de cada una de sus partes, es insuficiente. En tal caso, se reitera la importancia de realizar estudios científicos más específicos que consideren dosis recomendadas para su consumo prolongado.

Debido a que su variedad de usos es muy amplia, el campo de investigación sobre sus posibles efectos adversos debería ser igualmente amplio. Esto permitiría tener la certeza de que su utilización es segura y, en el caso contrario, desarrollar técnicas que eliminen o reduzcan sustancias peligrosas y potenciar aquellas que son benéficas, e incluir programas de actualización e integración de principios activos de la medicina tradicional a los sistemas de salud.

Partes anatómicas de *Moringa oleífera* y sus efectos tóxicos reportados

Como se mencionó con anterioridad, todas las partes anatómicas de *Moringa* son consumidas. Dentro de las características del tallo se encuentran que es recto pero a veces quebradizo y mal formado, tiene una madera suave con corteza liviana. Las hojas tienen una longitud total de 30-70 cm, las flores son bisexuales blancas con estambres amarillos y nacen en racimos, el fruto es una cápsula trilobulada colgante de color verde o café de alrededor de 30 cm de largo y contienen de 12 a 25 semillas. Tiende a echar raíces fuertes y profundas (Mejía y Mora, 2008). Los estudios científicos acerca de la toxicidad de las diversas partes anatómicas de *Moringa* son escasos, por lo que existe incertidumbre por la presencia de sustancias potencialmente tóxicas y los efectos adversos que pudiera causar su consumo dentro de la dieta diaria. A continuación se describen algunos aspectos de la corteza, raíz, semillas y hojas de *Moringa oleífera*.

Corteza. La corteza es utilizada con diversos fines terapéuticos y paliativos, sin embargo, se ha probado que produ-

cen úlceras y pápulas peligrosas en zonas delicadas como los ojos, la piel del rostro y la tráquea por su acción rubefaciente y vesicante. A pesar de ello, algunas personas mastican la corteza para combatir la gripe y se cree que previene la dispersión del veneno de víbora. También se usa para la irritación de garganta utilizando su infusión como enjuague. El jarabe de la corteza seca funciona como un potente diurético si se consumen tres cucharadas cada cuatro horas (Morton, 1991). En los casos mencionados anteriormente, se desconoce las cantidades exactas de las sustancias con posible toxicidad y su consumo puede ser contraproducente.

El triturado de la corteza del árbol de *Moringa oleífera*, contiene una sustancia abortiva que causa violentas contracciones uterinas capaces de inducir la muerte del feto (Bhattacharya *et al.*, 1978, citado en Lim, 2012). Un estudio de fertilidad realizado en la Universidad de Jiwaji de la India (1988), mostró que las raíces y la corteza prevenían la implantación cuando se administraba oralmente por un tubo intragástrico después de 7 días de embarazo (Morton, 1991).

Al administrar una dosis oral 15 g (Nellis, 1997) de un extracto acuoso causa, paulatinamente, la aparición de cambios metaplásicos en el epitelio con marcada queratinización, engrosamiento del lumen, aumento de progesterona y disminución de estrógenos, características comunes en la aparición de miomas o fibromas benignos en el útero.

El aumento de concentración o actividad en glucógeno, proteínas, colesterol, fosfatasa ácida y alcalina, así como los cambios histológicos observados durante los primeros días del embarazo pueden explicar sus propiedades anticonceptivas naturales (Paul y Didia, 2012), atribuidas al bencil isotiocianato y *moringinina*, cuyo mecanismo de acción se relaciona, aparentemente con un receptor de hormona folicular estimulante (FSH). Por otro lado, el bencil isotiocianato induce apoptosis en células cancerígenas de *Bacillus subtilis* y *Micobacterium pheli* (Nellis, 1997) y reduce la hiperglicemia, así como contribuye a reducir los niveles de ácidos grasos (Bour *et al.*, 2005).

La *moringina* y *moringinina*, se encuentran en la corteza de la raíz. Estos son alcaloides que estimulan el corazón, relajan los bronquios y el músculo liso, aumentan la presión arterial por vasoconstricción y estimulan el sistema nervioso central de la misma forma que el LSD (Nellis, 1997).

Algunos estudios ponen en evidencia la presencia total de estos alcaloides (0.2%) e investiga sus efectos en hígado, riñones y parámetros hematológicos con la administración de múltiples dosis semanales de 35, 46, 70 mg/kg de peso corporal (pc) y diarias de 3,5, 4,6, y 7,0 mg/kg pc. Los resultados histológicos muestran que una dosis de 4.6 mg puede ocasionar esteatosis hepatocelular y un daño tubular moderado acompañado por inflamación intersticial en riñones. Al utilizar una dosis mayor de 46 mg/kg pc semanal o una dosis diaria de 7 mg/kg pc provocan daños severos como esteatosis hepatocelular y esteatosis microvesicular; en riñones se hallan células inflamatorias infiltradas en el intersticio así como la presencia de material eosinofílico en el

lumen tubular (Paul y Didia, 2012).

Raíz. El interior de la raíz puede tener un potencial tóxico si se consume en grandes cantidades, aunque ya se haya retirado la corteza. Esto se debe a la presencia de *spirochin* (Paul y Didia, 2012), un alcaloide que provoca taquicardia con una dosis de 35 mg/kg pc y efectos contrarios al administrar 350 mg/kg pc o dosis mayores que también afectan el SNC y paralizan el nervio vago, causando paro cardiorespiratorio, además de causar daños en la función renal con dosis periódicas superiores a 46mg/kg pc (Asare *et al.*, 2011). En contraparte, *spirochin* es un eficaz profiláctico y antiséptico contra infecciones en heridas por bacterias gram-positivas, especialmente para *Staphylococcus* y *Streptococcus*. (Nellis, 1997).

La Dosis Letal 50 (DL50) y dosis tóxicas más bajas del extracto de la raíz (500 y 184 mg/kg pc, respectivamente), administradas por vía parenteral en ratones, ocasionan cambios en los factores de coagulación, en la composición del suero (proteína total, bilirrubina, colesterol), en conjunto con inhibición enzimática, inducción o alteración en los niveles de otras transferasas en sangre o tejido (Woodard *et al.*, 2007, citado en Paul y Didia, 2012).

Semillas. Las semillas tostadas de *Moringa oleífera*, contienen mutágenos potenciales como 4-(α -l-ramnopiranosiloxi)-bencilglucosinolato (Bennett *et al.*, 2003), que aumentan la proporción de eritroblastos policromatófilos micronucleados en ratones blancos, indicativo de cierto grado de genotoxicidad (Asare *et al.*, 2011).

Las semillas no sólo se utilizan para la preparación de alimentos (aceite y harina), como se mencionó con anterioridad, sino que, debido a sus múltiples propiedades bactericidas y floculantes, son aplicadas para la purificación del agua en poblaciones donde impera la deficiencia de servicios de salud y agua potable (Sánchez-Peña *et al.*, 2013).

Varios microorganismos patógenos de transmisión fecal-oral pueden estar presentes en el agua no potable, entre ellas bacterias tales como *Salmonella*, *Shigella* y *Vibrio cholerae*, que representan grandes problemas de salud pública en comunidades de extrema pobreza (De la Cruz, 2004). Los compuestos antibióticos *pterygospermine* y *athomine*, extraídos de la corteza de la raíz, tienen un efecto bactericida sobre un amplio espectro de bacterias Gram positivas y Gram negativas, incluyendo *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, *Salmonella enteritidis*, *Micobacterium tuberculosis*, *Shigella dysenteriae* y *Vibrio cholerae* (Nellis, 1997).

Ayotunde *et al.*, (2011), realizaron un estudio de 96 horas sobre la determinación de la toxicidad del extracto acuoso de semillas de *Moringa oleífera* sobre *Oreochromis niloticus* crías y adultos, encontrando que una concentración de 252-242 mg/L resulta tóxica para las crías y una concentración de 351-332 mg/L resulta tóxica para los adultos. La reacción se manifestó por movimientos erráticos, pérdida de reflejos, decoloración, descamación y hemorragia, debida a una alteración de los parámetros hematológicos; el índice de mortalidad es, entonces, directamente proporcional al aumento de la concentración.

La concentración del extracto de semilla recomendada para la purificación de agua asciende a 200 mg/L, lo cual se encuentra por debajo de las dosis tóxicas para peces y no representan un riesgo para la salud pública (Rolim *et al.*, 2011).

Por otro lado, estudios sobre el extracto acuoso de la semilla, sugieren una DL50 de 445,5 mg/kg pc (Ferreira *et al.*, 2009), lo cual apunta a una toxicidad mucho mayor en comparación con los extractos de la hoja.

La semilla y sus extractos pueden inducir la hemaglutinación, disminuyen el apetito, alteran los patrones de crecimiento, provocan distensión abdominal, atrofia de hígado, páncreas y riñones (similar a la causada por altas dosis del extracto acuoso de las raíces), además de hipertrofia de bazo y timo, por lo que la incorporación de la semillas y sus derivados a la dieta, debe ser considerada con suma precaución y es francamente desaconsejable (Lim, 2012).

Hojas. Las hojas prácticamente no contienen taninos, mientras que su concentración de saponinas es muy similar a la del frijol chino (Makkar y Becker, 1996). Además, se sugiere un contenido de fitatos de 3.1% que puede resultar potencialmente perjudicial para personas vegetarianas puesto que su consumo reduce la biodisponibilidad de metales divalentes y trivalentes como Zn y Mg (Perelló, 2004).

Las hojas de *Moringa oleifera* son la parte anatómica de la planta cuyo consumo representa menor riesgo para la salud. Adedapo en 2009, evaluó en ratas la seguridad del extracto acuoso de las hojas de *Moringa oleifera*, utilizando un método agudo y subagudo. Se demostró que aun administrando una dosis de 2000 mg/kg pc no existe mortalidad, sólo una ligera pérdida de atención, la cual recuperaban en corto tiempo. Según Asare (2011), una dosis 3000 mg/kg pc de este extracto tampoco presenta mortalidad, pero se observa una disminución en los niveles de albúmina.

Por otro lado, Kasolo (2012) apunta a una baja toxicidad en las hojas, con una DL50 para el extracto en etanol de 17.8 g/kg pc y 15.9 g/kg pc para el extracto acuoso. Aun cuando dichos resultados aprueban su consumo para fines medicinales, no son concluyentes, y en dosis más altas pueden presentar cambios tóxicos e inclusive la muerte.

Algunos estudios concuerdan que, paulatinamente, se presenta una ligera hipertrofia de bazo y timo, asociada a una debilidad crónica que puede deberse a una consistente alteración en los parámetros hematológicos que pueden precipitar algún grado de anemia.

El extracto acuoso de hojas de *Moringa oleifera* induce un aumento en el conteo de glóbulos blancos, principalmente en células fagocíticas. Esto explica de cierta forma su capacidad para combatir infecciones pero, también puede relacionarse a la hipertrofia de bazo y timo; la planta puede contener sustancias implicadas en la activación o amplificación de la respuesta inmune, o ser un efecto secundario del aumento del conteo de células fagocíticas debido a los procesos de activación en bazo y de proliferación en timo.

En ensayos previos de toxicidad crónica (método subagudo), el tiempo de administración se prolongó hasta 21 días

con dosis de 400, 800 y 1600 mg/kg pc. Las cuales causaban cambios significativos en glóbulos rojos, hematocrito, hemoglobina corpuscular media, % de hemoglobina y glóbulos blancos (Adedapo, 2009), mientras que la incubación directa de eritrocitos con el extracto acuoso en concentraciones de 5 a 10 mg/mL fue capaz de inducir la liberación de deshidrogenasa láctica aproximadamente 10 UI/mL (Asare, 2011). Estos cambios se atribuyen a la presencia de glucosinolatos como 4-(α -l-ramnopiranosiloxi)-bencilglucosinolato y otros tres isómeros que producen isotiocianato y toxina aglicona (Bennett, 2003); ambas son intrínsecamente tóxicas. Dentro de los glucosinolatos, se encuentra el glucósido cianogénico, el cual se cree que adquiere toxicidad al liberar el HCN por acción de un complejo enzimático (Adedapo, 2009).

Las dosis de 400 y 1600 mg/kg pc causaron un descenso en las proteínas totales (globulinas y niveles de albúmina) y un incremento de los niveles de aminotransferasas. En la dosis de 1600 mg/kg pc se observó un aumento significativo en los niveles de fosfatasa alcalina, por lo que se puede considerar como un indicador de colesteasis o de hiperbilirrubinemia. En cambio, en la dosis de 800 mg/kg pc, los niveles de aminotransferasas decrecen significativamente, indicando que probablemente ésta es la dosis de consumo más segura.

Como se mencionó con anterioridad, en las regiones subtropicales donde la pobreza extrema es la raíz de los problemas de alimentación y salud, el consumo prolongado de un triturado de la hoja, como único componente de la dieta, puede resultar en un daño mayor al causado por la desnutrición. En un ensayo realizado por Ambi *et al* (2011), se incorporó este triturado en diversos porcentajes a la dieta de ratones albinos, encontrando que un 75% de *Moringa* en la dieta diaria, consumida durante 93 días, causa degeneración grasa de hígado, con áreas focales de necrosis (presumiblemente debido al aumento de producción enzimática) e infiltración celular a los intersticios, además de necrosis de bazo y células linfoides e incluso degeneración neuronal por necrosis de las células gliales.

CONCLUSIÓN

Existe un consenso generalizado que establece la relativa seguridad derivada del consumo moderado de todas las partes anatómicas de *Moringa oleifera* y sus extractos, en especial en las hojas. Como se mencionó anteriormente, la posible toxicidad de *Moringa oleifera* es directamente proporcional a la dosis y al tiempo de consumo. Así mismo, se han observado mayores concentraciones de sustancias tóxicas en las semillas, raíz y corteza.

Algunos estudios han confirmado que la raíz, la corteza y la semilla contienen sustancias como *moringina*, *moringinina*, *spirochin* y bencil isotiocianato que resultan potencialmente tóxicas para el organismo.

Las reacciones adversas se manifiestan principalmente en daños hepáticos y renales, alteración de parámetros hematológicos e hipertrofia de bazo y timo.

Este estudio no consideró factores como la variedad,

localidad geográfica y/o técnicas agronómicas, que pueden afectar la composición y producción de las diferentes sustancias con potencial tóxico de la planta.

BIBLIOGRAFÍA

- Adedapo, 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.
- Ambi, A.A., Abdurahman, E.M., Katsayal, U.A., Sule, M.I., Pateh, U.U. y Ibrahim, N.D. 2011. Toxicity evaluation of *Moringa oleifera* leaves. *International Journal of Pharmaceutical Research Innovation*. 4: 22-4
- Arias, N.M. del C. 2013. La desnutrición en el paciente hospitalizado. Principios básicos de aplicación de la nutrición artificial. Sociedad Gallega de Medicina Interna. <http://www.meiga.info/guias/NutricionArtificial.asp#citar>
- Arti, R.V., Vijayakumar, M. Chandra, S.M. y Chandana, V.R. 2009. *In vitro* and *in vivo* antioxidant properties of different fractions of *Moringa oleifera* leaves. *Food and Chemical Toxicology*. 47(9): 2196-2201.
- Asare, A.G., Gyan, B., Bugyei, K., Adjei, S., Mahama, R., Addob, P., Otu-Nyarko, A., Kwame, W.E. y Nyarko, A. 2011. Toxicity potentials of the nutraceutical *Moringa oleifera* at supra-supplementation levels. *Journal of Ethnopharmacology*. 139: 265-272.
- Ayotunde, E.O., Fagbenro, O.A., Adebayo, O.T., y Amoo, A.I. 2011. Toxicity of Aqueous Extracts of Drumstick, *Moringa oleifera*, Seeds to Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, Fingerlings and Adults. *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science*, 1(4): 200-208.
- Bennett, R.N., Mellon, F.A., Foidl, N., Pratt, J.H., Dupont, M.S., Perkins, L. y Kroon P.A. 2003. Profiling glucosinolates and phenolics in vegetative and reproductive tissues of the multi-purpose trees *Moringa oleifera* L. (horseradish tree) and *Moringa stenopetala* L. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 4: 51(12): 3546-3553.
- Boiron. 2013. Libro blanco de la Homeopatía. Universidad de Zaragoza. <http://www.boiron.es/siteresources/files/5/94.pdf>
- Bour, S., Visentin, V., Prevot, D., Daviaud, D., Saulnier-Blache, J.S., Guigne, P., Valet, P. y Carpenne, C. 2005. Effects of oral administration of benzylamine on glucose tolerance and lipid metabolism in rats. *Journal of Physiological Biochemistry*. 61(2): 371-380.
- Briceño, D.F., Correa, A., Valencia, C., Andrés, T.J., Robinson, P., Montealegre, M.C., Ospina, D. y Villegas, M.V. 2010. Actualización de la resistencia a antimicrobianos de bacilos Gram negativos aislados en hospitales de nivel III de Colombia: años 2006, 2007 y 2008. *Biomédica*. 30:371-381
- Cazorla, R.M., Sánchez, L.R., Sánchez, G.M., Rodríguez, P.M., Galvez, C.J, Galán, F.S., Tragant, G.G. y Martínez, R.A. 2010. Consumo de plantas medicinales y suplementos dietéticos. Opinión del paciente cardiovascular. *Enfermería en Cardiología*. 50(18): 57-70.
- Chinmoy, B. K. 2007. Possible Role of *Moringa oleifera* Lam. Root in Epithelial Ovarian Cancer. *Medscape General Medicine*. 9(1): 26.
- De la Cruz, S. I. J. 2004. Desinfección de Agua Potable con Radiación Solar. Tesis de Licenciatura. Departamento de Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería. Puebla, Universidad de las Américas.
- Fernández, I. V. 2010. *Moringa oleifera* y su impacto en el estado nutricional de vitamina A, hierro y zinc en preescolares: Estudio piloto. Tesis maestría, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Hermosillo, Sonora.
- Foidl, N., Makkar H.P.S. y Becker K. 2001. The potential of *moringa oleifera* for agricultural and industrial uses. Proceedings of the 1th workshop what development potential for Moringa products? International Workshop, Dares Salaam.
- Gowrishankar, R., Kumar, M., Menon, V., Mangala, D.S., Saravanan, M., Magudapathy, P., Panigrahi, B.K., Nair, K.G.M. y Venkataramaniah, K. 2010. Trace Element Studies on *Tinospora cordifolia* (Menispermaceae), *Ocimum sanctum* (Lamiaceae), *Moringa oleifera* (Moringaceae), and *Phyllanthus niruri* (Euphorbiaceae) Using PIXE. *Biological Trace Element Research*. 133(3): 357-363.
- Gustavsson, J., Cederberg, C., y Sonesson, U. 2011. Alcance de las pérdidas y el desperdicio de alimentos. FAO. Duseldorf.
- Jaiswal, D., Rai, P. K., Kumar, A., Mehta, S. y Watal, G. 2009. Effect of *Moringa oleifera* Lam. leaves aqueous extract therapy on hyperglycemic rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 123: 392-396.
- Kasolo, J. N., Bimenya, G. S., Ojok, L., y Ogwal-Okeng, J. W. 2012. Sub-acute toxicity evaluation of *Moringa oleifera* leaves aqueous and ethanol extracts in Swiss Albino rats. *International Journal of Medicinal Plant Research*, 1(6): 075-081.
- Lim, T. K. 2012. Edible Medicinal and Non Medicinal Plants, Volume 3. Springer. Dordrecht. Makkar, H. P. S., y Becker, K. 1996. Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves. *Elsevier Science*, 63(1-4): 211-228.
- Martínez, S.V.V, Miñana, I. y Dalmau, S.J.J. 2012. Fast Food frente a la dieta mediterránea (Spanish). *Acta Pediátrica Española*, 70(11): 410-417.
- Mejía, S.L.J. y Mora, T.A.P. 2008. Efecto de la suplementación con *Moringa oleifera* sobre el comportamiento productivo de ovinos alimentados con una dieta basal de pasto guinea (*Panicum máximum* Jacq.). Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencia Animal. Universidad Nacional Agraria. Managua.
- Morton, J. F. 1991. The horseradish tree, *Moringa pterygosperma* (Moringaceae)- A boon to arid lands? *Economic Botany*, 45(3): 318-333.
- Ndong, M., Uehara, M., Katsumata, S. y Suzuki, K. 2007. Effects of oral administration of *Moringa oleifera* Lam on glucose tolerance in Goto-Kakizaki and Wistar rats. *Journal of Clinical Biochemistry Nutrition*. 40: 229-233.
- Nellis, D.W. (Ed.). 1997. Poisonous plants and animals of Florida and the Caribbean. 1st. ed. Pineapple Press, Inc. Florida.
- 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.
- Paul, C.W. y Didia B.C. 2012. The Effect of Methanolic Extract of *Moringa oleifera* Lam Roots on the Histology of Kidney and Liver of Guinea Pigs. *Asian Journal of Medical Sciences*. 4(1): 55-66.
- Perelló, B.J. 2004. Fitato: estudios sobre su actividad biológica y los efectos sobre la prevención de las calcificaciones patológicas. Tesis Doctoral, Departamento de Química.

- Laboratori d'Investigació en Litiasi Renal Institut Universitari d'Investigació en Ciències de la Salut, Mallorca. Universitat de les Illes Balears.
- Rolim, L.A., Macedo, M.F., Sisenando, H.A., Napoleao, T.H., Felzenszwalb, I., Aiub, C.A., Coelho, L. C., Medeiros, S.R. y Paiva, P.M. 2011. Genotoxicity evaluation of *Moringa oleífera* seed extract and lectin. *Journal of Food Science*. 76(2): 53-58.
- Sánchez-Peña, Y.A., Martínez-Ávila, G.C.G., Sinagawa-García, S.R y Vázquez-Rodríguez, J.A.
2013. *Moringa oleífera*; Importancia, Funcionalidad y Estudios Involucrados. *Acta Química Mexicana*. 5(9): 25-30.
- Tahiliani, P. y Kar A. 2000. Role of *Moringa oleífera* leaf extract in the regulation of thyroid hormone status in adult male and female rats. *Pharmacological Research*. 41(3): 319-323.