

***Moringa oleifera*: un producto natural con posibilidades para ser usado en pacientes con diabetes mellitus**

Moringa oleifera: a natural product with chances of being used in patients with diabetes mellitus

José Hernández Rodríguez^{1*} <https://orcid.org/0000-0001-5811-5896>

Ileydis Iglesias Marichal¹ <https://orcid.org/0000-0001-6354-1347>

¹Universidad de Ciencias Médicas de La Habana. Instituto de Endocrinología. La Habana, Cuba.

Autor para la correspondencia: pepehdez@infomed.sld.cu

RESUMEN

Introducción: La búsqueda de nuevos fármacos o de productos naturales que mejoren la calidad de la atención y los resultados en el tratamiento de la diabetes mellitus continúan. La *Moringa oleifera* tiene variados usos y es uno de los productos naturales que desde hace años se evalúa con este fin, por sus sustanciales propiedades curativas.

Objetivo: Evaluar los efectos de la *Moringa oleifera* como un producto natural con posibilidades de ser usado en pacientes con diabetes mellitus.

Método: Se utilizaron como buscadores de información científica a SciELO, PubMed, Google y a Google Académico. La estrategia de búsqueda incluyó los siguientes términos como palabras claves: *Moringa oleifera*, diabetes mellitus, propiedades antidiabéticas, reacciones adversas. Se evaluaron artículos de revisión, de investigación y páginas Web que, en general, tenían menos de 10 años de publicados, en idioma español, portugués e inglés, y que hicieran referencia específicamente al tema de estudio a través del título. Esto permitió evaluar 120 artículos, de los cuales 64 fueron referenciados.

Conclusiones: La *Moringa oleifera* es una planta que constituye un producto natural con propiedades nutracéuticas y funcionales. Puede usarse como un coadyuvante en los tratamientos convencionales indicados para el tratamiento de la diabetes mellitus, lo cual dependería de los resultados de ensayos clínicos rigurosos, que permitan dilucidar si realmente es capaz de contribuir a lograr en el humano, un control glucémico eficaz, sin efectos secundarios importantes e

incluso ayudar a mejorar algunas de las complicaciones y comorbilidades que habitualmente acompañan a la diabetes mellitus.

Palabras claves: *Moringa oleifera*; diabetes mellitus; propiedades antidiabéticas; reacciones adversas.

ABSTRACT

Introduction: The search of new drugs or natural products that improve the quality of care and the results of diabetes mellitus treatment continue. *Moringa oleifera* has different uses and is one of the natural products that have been assessed through the years with that purpose, due to its considerable curative properties.

Objective: Assess the effects of *Moringa oleifera* as a natural product with chances of being used in patients with diabetes mellitus.

Methods: There were used as scientific information searchers ScieELO, PubMed, Google and Google Scholar. The search strategy included the following terms as keywords: *Moringa oleifera*, diabetes mellitus, anti-diabetic properties, adverse reactions. Review articles, research articles and web pages were assessed; in general terms, those had less than 10 years of being published, were in Spanish, Portuguese and English languages, and were making specific reference in the title to the studied subject. This allowed assessing 120 articles, of which 64 were quoted.

Conclusions: *Moringa oleifera* is a plant that constitutes a natural product with nutraceutical and functional properties. It can be used as a contributory agent in conventional treatments indicated for diabetes mellitus, which will depend on the results of strict clinical trials that allow to clarify if it is actually capable of contributing to achieve an efficient glycemic control in humans, without relevant side effects, or even to help improving some of the complications and comorbidities that usually accompany diabetes mellitus.

Keywords: *Moringa oleifera*; diabetes mellitus; anti-diabetic properties; adverse reactions.

Recibido: 12/09/2020

Aprobado: 30/11/2020

Introducción

Desde las primeras décadas del siglo XX, el famoso diabetólogo norteamericano *Elliot P. Joslin* advirtió acerca de un fenómeno epidemiológico que el mundo sufriría en un futuro no lejano, en este caso, la epidemia de diabetes mellitus

(DM).⁽¹⁾ Esta dolencia constituye –en la actualidad– una catástrofe en el campo de la salud que afecta a casi todas las poblaciones y países del mundo. Cuba no escapa a esto, y en los últimos años se observa un incremento continuo en la prevalencia de DM, aunque las cifras de mortalidad se mantienen estables, con tendencia a la disminución.⁽²⁾

La DM, se define como un síndrome heterogéneo de causas múltiples, caracterizado por hiperglucemia crónica, con alteraciones en el metabolismo de los carbohidratos, grasas y proteínas, lo cual se debe a defectos en la secreción, acción de la insulina o de ambas inclusive. Esta enfermedad, sin tratamiento, progresa hacia complicaciones agudas y crónicas, por lo que aumenta la morbilidad y mortalidad de aquellos que la padecen.^(3,4,5,6)

El surgimiento de nuevas terapias, ayuda a mejorar la calidad de vida de los pacientes y su conocimiento brinda al médico múltiples alternativas en el manejo de la DM.⁽⁷⁾ Sin embargo, la búsqueda de nuevos fármacos o de productos naturales que mejoren la calidad de la atención y los resultados en el tratamiento continúan.⁽⁸⁾ Uno de los productos naturales propuestos para el tratamiento de la DM, es la *Moringa oleifera*, Lamark (*Moringa oleifera Lam*), la cual también se conoce como *Moringa oleifera* o simplemente *Moringa*. Esta planta tiene una importante cantidad de seudónimos, por sus variados usos.^(8,9,10,11)

Es una planta nativa de la India que crece en las regiones tropicales y subtropicales del planeta, fácil de propagar, tanto por semilla como por material vegetativo y tiene un rápido crecimiento, con una gran plasticidad ecológica, pues se adapta a un amplio rango de suelos.^(8,9,10,11) y resiste tanto la sequía severa como las heladas leves, lo que permite su cultivo en casi todas las regiones del mundo.⁽⁸⁾

La *Moringa oleifera*, permite la obtención de alimentos de bajo costo y productos medicinales, por lo que concede una mejor rentabilidad a los productores y mayor sustentabilidad de esta actividad.⁽¹¹⁾ Las diferentes partes de la planta (hojas, semillas, frutos o vainas, flores, cortezas y raíces) se estudian con frecuencia en estudios etnobotánicos. En contraste, en los bioensayos, por lo general, se usan

las hojas y semillas, de ellos las hojas son el motivo de estudio de la mayoría de las investigaciones relacionadas con esta planta.⁽¹²⁾

El empleo de las hojas de *Moringa oleifera*, como posible fuente funcional de alimentos y en el tratamiento de la DM ofrece una perspectiva prometedora para su uso.⁽¹³⁾ Poder establecer si realmente este producto natural representa o no, una opción terapéutica para el adecuado tratamiento de las personas con DM de nuestra población, puede ser un tema de investigación para los médicos de los tres niveles de atención. Por este motivo, el presente artículo tiene como objetivo evaluar los efectos de la *Moringa oleifera*, como un producto natural con posibilidades para ser usado en pacientes con DM, a partir de una revisión de la literatura científica sobre este tema.

Método

Se utilizaron como buscadores de información científica a SciELO, PubMed, Google y a Google Académico. La estrategia de búsqueda incluyó los siguientes términos como palabras claves: *Moringa oleifera*, diabetes mellitus, propiedades antidiabéticas, reacciones adversas. Se evaluaron artículos de revisión, de investigación y páginas Web que, en general, tenían menos de 10 años de publicados, en idioma español, portugués e inglés, y que hicieran referencia específicamente al tema de estudio a través del título. Esto permitió evaluar 120 artículos, de los cuales 64 fueron referenciados.

Desarrollo

Desde su origen, las plantas han sido para el ser humano uno de los más importantes recursos naturales, lo que ha permitido su variado uso por el hombre en diversos campos, uno de ellos el de la salud.⁽¹⁴⁾ La preocupación por los efectos secundarios de los medicamentos químicos y la ineficacia de algunos de ellos para

su uso a largo plazo, ha motivado el empleo de alternativas naturales o terapias complementarias, encaminadas a su uso terapéutico.^(9,14)

La *Moringa oleifera* es una planta que puede ser clasificada taxonómicamente de la siguiente manera:⁽¹⁵⁾

Reino: *Plantae*
División: *Magnoliophyta*
Clase: *Magnoliopsida*
Orden: *Brassicales*
Familia: *Moringaceae*
Género: *Moringa*
Especie: *Moringa oleifera*

La *Moringa oleifera* es la más conocida y cultivada de las 13 especies del género *Moringa* de la familia *Moringaceae*. Es un árbol cuyas partes son ricas en compuestos bioactivos, entre ellos metabolitos secundarios como alcaloides, fenoles, flavonoides, taninos, entre otros,⁽⁹⁾ motivo por el cual ha sido vinculada al tratamiento de la DM y de algunas de las comorbilidades que frecuentemente acompañan a esta enfermedad.

Utilidad del uso de la *Moringa oleifera* en la alimentación de las personas con DM

Por sus propiedades, se recomienda que la *Moringa oleifera*, se use en diversas situaciones, como es la nutrición de las personas con DM. Los elementos presentes en la *Moringa oleifera*, resultan importantes para la elaboración productos nutricionales estables y seguros, con sustanciales propiedades curativas y nutraceuticas, así como para la preparación de fitofármacos de utilidad en el tratamiento de esta enfermedad. Para esto, se debe tener presente la variación de las propiedades de la planta en las que intervienen factores genéticos y ambientales.^(7,16,17)

En la planta se han cuantificado proteínas, fibra, carbohidratos, aminoácidos, vitaminas, minerales y metabolitos secundarios (carotenos y tocoferoles); lo que

explica parcialmente sus usos como alimento y en el tratamiento de varias enfermedades.⁽¹⁸⁾ Para tener una idea de su valor nutracéutico y funcional, se debe conocer que 100 gramos de hojas de *Moringa oleifera* pueden contribuir con el 74 al 107 %, de los requerimientos diarios de vitamina C y presentan una mayor capacidad antioxidante, y constituyen una mejor fuente de calcio, hierro, vitamina C, fenoles y taninos, que las muestras comerciales.

La proporción existente de carotenos (vitamina A), vitamina C, calcio y potasio de esta planta es superior a la de la zanahoria, naranjas y leche de vaca. Asimismo, su hoja presenta mejores propiedades nutracéuticas que el perejil, orégano, tomillo y epazote.⁽¹⁹⁾

La *Moringa oleifera* tiene un importante valor nutricional, de utilidad para animales y seres humanos. Las diferentes partes de la planta (hojas, flores y frutos, fundamentalmente), constituyen una fuente de proteínas donde predominan los aminoácidos esenciales, grasas (cuya mayor proporción es de ácido oleico), carbohidratos, vitaminas y minerales, entre otros componentes de gran utilidad con capacidad para suplementar la alimentación^(8,20) de aquellas personas que padecen de DM.

En la tabla se observan algunos elementos de interés nutricional contenidos en la *Moringa oleifera*, que apoyan el criterio anterior.⁽²¹⁾

Según un estudio de Díaz y otros, el mayor contenido de nutrientes de la planta de *Moringa oleifera*, se encontró en las hojas deshidratadas, con una importante cantidad promedio de proteína cruda (26,9 g/100/g), calcio (2560,8 mg/100 g), hierro (12,5 mg/100 g), y potasio (1976 mg/100 g), así como un valor promedio aceptable de fibra cruda (9,5 g/100/g), grasa (5,7 g/100 g) y carbohidratos (42,9 g/100/g), con un valor energético de 330,4 kcal/100 g, esto hace de este producto natural un alimento apto –inclusive– para el consumo de madres en periodo de lactancia, niños, y personas desnutridas.^(8,22)

Tabla - Contenido de vitaminas, minerales y de aminoácidos de las hojas de *Moringa oleifera*

Vitaminas y minerales	Hojas frescas (mg)*	Hojas secas (mg)*	Aminoácidos	Hojas frescas (mg)*	Hojas secas (mg)*
Caroteno (A)	6,78	18,9	Arginina	406,6	1325
Tiamina (B1)	0,06	2,64	Histidina	149,8	613
Riboflavina (B2)	0,05	20,5	Isoleucina	299,6	825
Niacina (B3)	0,8	8,2	Leucina	492,2	1950
Vitamina C	220	17,3	Lisina	342,4	1325
Calcio	440	2003	Metionina	117,7	350
Cobre	0,07	0,57	Fenilalanina	310,3	1388
Hierro	0,85	28,2	Treonina	117,7	1188
Magnesio	42	368	Triptófano	107	425
Fósforo	70	204	Valina	374,5	1063
Potasio	259	1324			
Zinc	0,16	3,29			

* (mg por 100 g de porción comestible).

Fuente: Pilay Malavé, MV. Calidad nutricional de la *moringa*; *Moringa oleifera* Lam, en las condiciones ambientales de la parroquia Manglaralto. La Libertad. UPSE, Matriz. Facultad de Ciencias Agrarias [Internet]. 2019 [citado 28 Jun 2020]. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4988/1/UPSE-TIA-2019-0021.pdf>

El aceite extraído de la semilla de la *Moringa oleifera*, presenta rendimientos de hasta de un 39 %. Los resultados sobre la composición química de este aceite (\pm 70,6 % de ácido oleico) y el alto contenido de proteínas (15,2 %) en las cáscaras de estas, contribuye a establecer su utilidad nutricional.⁽²³⁾ El contenido de carbohidratos totales es de 50,81 g/100 g en el polvo de hojas secas de moringa y de 24,36 g/100 g en el polvo de semilla, y comprende a la fibra alimentaria, azúcares y almidones. La cantidad de carbohidratos totales de la quinua, frijol, maíz, arroz y trigo oscila entre 61 y 81,g/100 g,⁽²³⁾ por lo que el polvo de hoja secas y el polvo de semilla de moringa presenta valores menores. Igualmente, la *Moringa oleifera* contiene alrededor de 6,75 g de fibra cruda/100 g del polvo de hojas secas y 10,24 g/100 g del polvo de semilla. Al compararla con alimentos como la avena, pan, pastas integrales y lentejas cocidas, veremos que estas tienen de 5 a 10 g de fibra dietética/100 g de alimento.⁽²³⁾

El contenido de factores antinutricionales en alimentos de origen vegetal es muy común, ellos inhiben la absorción de proteínas y minerales. En el caso de la *Moringa oleifera*, Hugo y otros,⁽²⁴⁾ reportaron un bajo porcentaje de factores antinutricionales en las hojas secas de moringa. De forma adicional, la cocción también reduce el contenido de factores antinutricionales y aumenta la biodisponibilidad del hierro.⁽²⁵⁾

Forma de presentación para consumo humano de la *Moringa oleifera*

En la alimentación humana, la *Moringa oleifera* se puede convertir en un recurso prometedor y económicamente rentable.^(26,27,28) Las hojas secas se conservan bien durante cierto tiempo, por lo que resulta de utilidad para preparar alimentos nutricionalmente mejorados, al mezclar estas con legumbres y cereales para tratar de conseguir una proteína completa.⁽²⁸⁾

Se desarrollan estudios con diferentes alimentos, entre ellos productos cárnicos y panes, en los que se incorpora la *Moringa oleifera* (hoja, semilla, extractos) como ingrediente para el proceso de fortificación de alimentos.⁽²⁹⁾ Una de las formas de emplear el polvo de hojas de moringa como fortificante es utilizar como matriz alimentaria la harina de maíz y así elaborar diferentes alimentos como coladas, arepas, tortas, bizcochos, galletas, panes y tacos.⁽²⁷⁾

Las hojas frescas de moringa tienen grandes cualidades nutritivas y son muy apetecidas, con ellas se pueden preparar infusiones, ensaladas verdes, pastas para bocaditos, salsas, sopas o cremas, guisos, arroz salteado, frituras, y aliños en general. Pueden ser mezcladas con jugos o cocteles de frutas, con diferentes platos de huevo y en el puré de los niños, entre otras variantes. Estas hojas pueden secarse a la sombra y conservarse enteras o molidas. En esta última variante, el polvo permanece por meses sin perder sus propiedades, además de que resulta útil para ser usado como condimento o ser añadido a diferentes platos.⁽²⁸⁾

La *Moringa oleifera*, también se puede unir a la carne como un aditivo conservante y antioxidante, con muy buenos resultados, sin afectar las

características sensoriales del producto final, para de esta forma hacer hamburguesas y mortadela. Además, se puede combinar con la harina de trigo en el pan para el enriquecimiento nutricional, así como con cereales, galletas y con la leche, para confeccionar quesos, yogurt, además de poder adicionarla a las sopas y caldos.^(29,30)

Los entusiastas de la comida sana y otros especialistas fomentan el consumo dietético de la *Moringa oleifera*, de sus partes y de preparaciones de este producto natural como estrategia de preservación de la salud personal y automedicación en el tratamiento de diversas enfermedades,⁽³¹⁾ lo cual se debe a los diversos compuestos químicos bioactivos.⁽³²⁾ A primera vista, gran parte de este entusiasmo parece estar realmente justificado.⁽³¹⁾

Según fuentes periodísticas, en Cuba desde 2018 se comercializa el suplemento nutricional de moringa. Los autores han observado su distribución en forma de cápsulas, tabletas y té de moringa; este último se prepara a partir de las hojas secas trituradas y un suplemento nutricional en polvo, el cual se puede agregar a las comidas, durante o después de su preparación. Sin embargo, las semillas deben ingerirse directamente masticándolas con cuidado, luego de retirarles la cáscara.

La industria alimenticia tiene un importante reto: la incorporación de la *Moringa oleifera* como ingrediente, como sustituto de diferentes conservantes y antioxidantes químicos por otros naturales y al mismo tiempo hacer de los productos básicos alimentos altamente nutritivos. El consumo de este producto natural como verdura parecería ser necesario para percibir sus beneficios alimenticios plenamente, ya sea en forma seca o aún mejor, fresca.⁽³³⁾

De momento, no existen normativas que regulen el empleo y consumo de la *Moringa oleifera* para seres humanos.⁽³⁴⁾ Las cápsulas que se presentan en el mercado tienen diferentes contenidos del producto: 250 miligramos (mg), 400 mg, 500 mg, 600 mg, 950 mg, 1000 mg y 1800 mg, lo cual facilita su uso según el objetivo que se persiga; las tabletas contienen 500 mg y 1000 mg.

Reacciones adversas o secundarias ocasionadas por el consumo de la *Moringa oleifera*

Existen algunas preocupaciones acerca del uso de *Moringa oleifera* que habitualmente aparecen reflejadas en documentos para pacientes, producto de la experiencia de su uso en la medicina tradicional a lo largo del tiempo y que no vemos en artículos para uso de los profesionales, a pesar de lo cual es importante conocer, que, si se ingiere en exceso o en ayunas, se puede presentar “acidez” gástrica ligera y por su alto contenido en fibra dietética puede facilitar la producción de diarreas. Asimismo, se debe usar con cuidado en pacientes con DM tratados con hipoglucemiantes y en las personas no diabéticas que padecen de hipoglucemia, así como, por parte de personas que toman medicamentos con efecto anticoagulante (warfarina, plavix, aspirina y otros), sin antes consultar con su médico. También debe preocupar el elevado consumo de *Moringa oleifera*, en mujeres embarazadas y no es recomendable que las personas que sufren de insomnio la consuman antes de ir a dormir, pues en algunos casos puede incrementarlo.

El uso indiscriminado de la *Moringa oleifera* en seres humanos 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, puede contener sustancias peligrosas para el consumo humano, como fitoquímicos derivados del ácido gálico y del catecol, esteroides, antraquinonas, azúcares reducidos, sitosterol, alcaloides como la moringina y moringinina, y antibióticos como el pterygosperma, athomine y spirochin, y el fitoquímico bencilisotiocianato, presentes principalmente en la raíz y corteza, mientras que la hoja es posiblemente la más segura para su consumo.^(35,36)

Estudios en animales han encontrado posibles daños hepáticos, renales, hipertrofia de bazo y timo, alteración en los parámetros hematológicos, genotoxicidad y efectos anticonceptivos y abortivos, lo cual se relaciona con la parte del árbol utilizada, la dosis empleada y el tiempo de consumo.^(36,37,38) 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 así incluirla en programas de salud que regulen su aplicación.⁽³⁶⁾

En relación con lo antes referido, se reporta que el extracto de las raíces de la *Moringa oleifera* puede producir daño tubular renal e inflamación intersticial en el riñón, a concentraciones iguales o mayores a 4,6 mg/kg de extracto metanólico de raíces de moringa, mientras que el hígado pudiera mostrar esteatosis microvesicular y una deformación en balón de su arquitectura a concentraciones iguales o mayores a 3,6 mg/kg de extracto metanólico de raíces de moringa,^(36,37,38) aunque en general, los efectos tóxicos se han observado a altas concentraciones y cuando se usa por tiempo prolongado.⁽³⁹⁾ Como la mayor parte de sus preparados para uso terapéutico se obtienen de sus hojas, lo antes referido no debe representar un problema.^(40,41)

De esta manera, en un ensayo realizado por *Ambi* y otros⁽⁴²⁾ se incorporó triturado de *Moringa oleifera* en diversos porcentajes en la dieta de ratones albinos y se encontró que el 75 % de esta planta en la dieta diaria, consumida durante 93 días, causó degeneración grasa de hígado, con áreas focales de necrosis (presumiblemente debido al aumento de producción enzimática) e infiltración celular de los intersticios, además de necrosis de bazo y células linfoides e, incluso, degeneración neuronal por necrosis de las células gliales. Asimismo, se ha observado que el extracto acuoso de hojas de *Moringa oleifera* puede inducir un aumento en el conteo de glóbulos blancos, principalmente de células fagocíticas, lo cual se puede relacionar con la hipertrofia del bazo y timo.⁽³⁶⁾

En contraste a lo antes expuesto, *Asiedu* y otros⁽⁴³⁾ evaluaron el efecto toxicológico de la *Moringa oleifera* en ratas. Ellos realizaron estudios de toxicidad aguda (5000 mg/kg) y de toxicidad subaguda del extracto de hoja (40 mg/kg a 1000 mg/kg) en ratas y se extrajo muestras de sangre para determinar parámetros bioquímicos y hematológicos. No se observaron reacciones adversas manifiestas en los estudios agudos y subagudos, si bien se verificó elevaciones en las enzimas hepáticas alanina aminotransferasa y fosfatasa alcalina ($P < 0,001$) y niveles más

bajos de creatinina en los grupos tratados con extracto y no encontraron hallazgos histopatológicos adversos. Por lo tanto, dichos investigadores concluyen que el extracto de hojas secas de *Moringa oleifera* puede ser razonablemente seguro para el consumo. Sin embargo, el consumo de hojas de *Moringa oleifera* no debe exceder un máximo de 70 g/día para evitar la toxicidad acumulativa durante períodos prolongados. Estos hallazgos coinciden con los resultados de un estudio de Villarruel y otros,⁽⁴⁴⁾ que evaluaron el efecto clínico y toxicológico del polvo de hojas de *Moringa oleifera* en un modelo rata diabética con el fin de definir la variabilidad de toxicidad aguda en varias dosis. Sus resultados mostraron que las dosis probadas (100, 250 y 500 mg/kg) no causaron efectos adversos en los animales; no hubo cambios significativos en los parámetros de genotoxicidad.

Los elementos antes señalados, son algunas de las reacciones adversas más preocupantes. Al mismo tiempo, Padilla y otros,⁽⁴⁵⁾ opinan que las hojas de *Moringa oleifera* constituyen un eficiente tratamiento complementario en la DM tipo 2, y enfatizan sus efectos sinérgicos favorables con fármacos moduladores de la glucemia. A pesar de lo cual, ellos consideran que son necesarios más estudios que evalúen:

- Seguridad en el uso *crónico* en humanos
- La *interacción* de las hojas de moringa con otros fármacos
- El *desarrollo* de medicamentos que contengan las hojas de este árbol en conjunto con otro principio activo, con la finalidad de disminuir sus posibles efectos adversos.

Al mismo tiempo, en cuanto a la toxicidad de la *Moringa oleifera*, algunos investigadores^(46,47) consideran que los extractos etanólicos y acuosos de su corteza no alteran los parámetros bioquímicos y que, en general, la literatura sugiere que esta especie no tiene toxicidad significativa. Esto es apoyado por Marqués de Almeida,⁽⁴⁰⁾ quien refiere que los estudios toxicológicos agudos y subagudos han demostrado que las hojas de *Moringa oleifera* son relativamente seguras cuando se ingieren por vía oral y se toman en concentraciones bajas durante largos períodos de tiempo.

Sin embargo, resulta preocupante que la mayoría de los resultados encontrados acerca de los posibles efectos tóxicos de la *Moringa oleifera*, provengan de estudios realizados en animales, lo cual crea una duda razonable al querer transpolar estos resultados al ser humano. Por este motivo *Alves de Andrade* y otros,⁽⁴⁷⁾ aún no recomiendan el uso de esta planta como recurso terapéutico para la DM, dada la escasez de estudios que demuestren sus efectos en los humanos.

Mecanismos de acción de la *Moringa oleifera* que hacen posible su uso en el tratamiento de la diabetes mellitus

Las hojas de la *Moringa oleifera* han demostrado ser un alimento funcional y una prometedora fuente natural para la prevención y el tratamiento de la DM, dislipidemia e hipertensión arterial (HTA).^(23,48,49,50,51) Las hojas de esta planta disminuyen la expresión de moléculas implicadas en la adipogénesis e incrementan la expresión de los mediadores implicados en la termogénesis y el metabolismo de los lípidos por lo que el uso de estas promueve la remodelación del tejido adiposo blanco y marrón, induciendo la termogénesis.⁽⁵²⁾ De ahí la posible utilidad de las hojas de la *Moringa oleifera* en la prevención y el tratamiento de la obesidad y del síndrome de insulinoresistencia, e incluso, de algunas de las complicaciones de la DM como la neuropatía diabética, por el efecto neuroprotector de los flavonoides, contenidos en esta parte de la planta.^(48,52)

Se señala que son varios los mecanismos de acción que justifican el efecto hipoglucemiante de la *Moringa oleifera*, los cuales se enumeran en la figura.^(50,51,53,54)

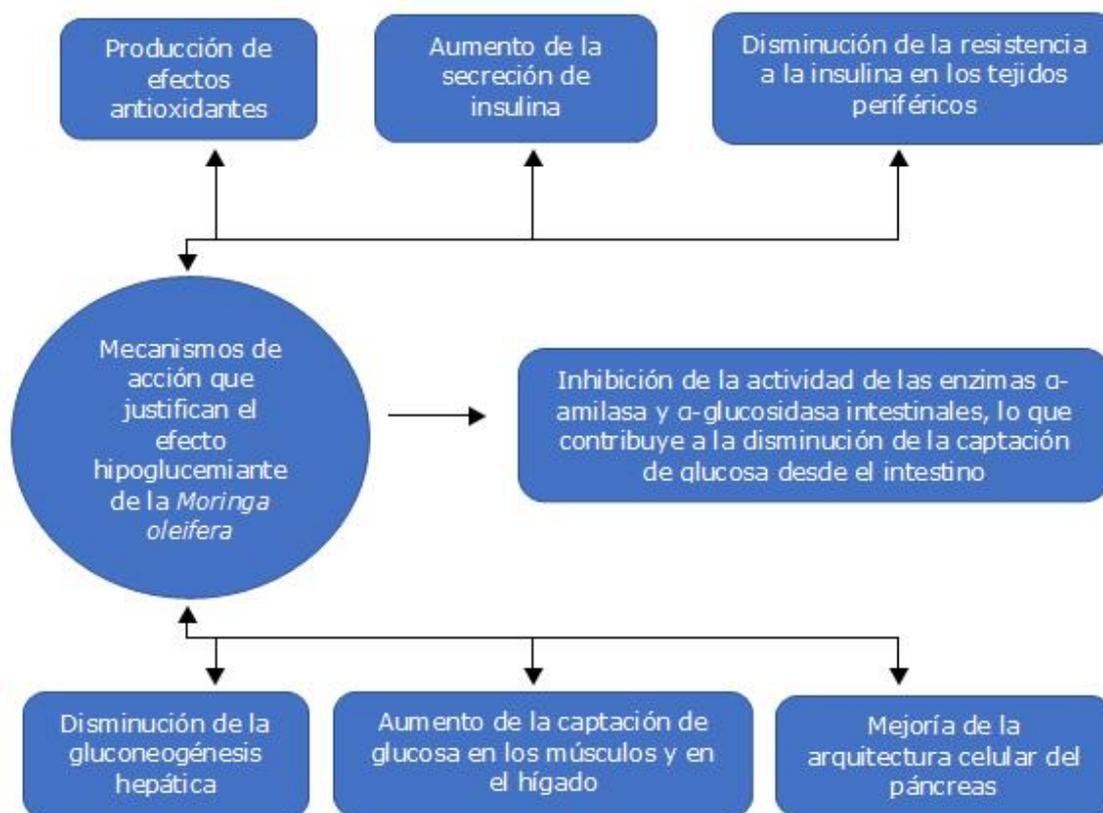


Fig. - Mecanismos de acción que justifican el efecto hipoglucemiante de la *Moringa oleifera*.

De los mecanismos enunciados –que intervienen en la actividad hipoglucemiante de la *Moringa oleifera*,– uno de los más sugestivos resulta la acción protectora frente al estrés oxidativo, previniendo o ralentizando la oxidación de ciertas moléculas, lo cual hace a través de la captura de radicales libres y de la disminución de la producción de citocinas inflamatorias, según resultados notificados por varios autores, en modelos animales.^(54,55) Este efecto se atribuye al alto contenido fenólico de la *Moringa oleifera*, así como a otras sustancias como los flavonoides (quercitina y kaempferol), polifenoles y vitaminas, en diferentes partes de la planta.^(54,55) Los efectos antioxidantes contribuyen al aumento de la secreción de insulina y a disminuir la insulinoresistencia.⁽⁴⁹⁾

La quercitina contenida en las hojas de *Moringa oleifera*, aumenta de manera significativa la actividad de la glucoquinasa hepática; otras sustancias contenidas en esta planta, como los terpenoides, parecen estar involucradas en la

estimulación de las células B y la secreción de insulina preformada, mientras los isotiocianatos encontrados en las hojas parecen reducir la insulinoresistencia y la gluconeogénesis hepática.^(12,55,56)

En general, se plantea que los principales compuestos fitoquímicos contenidos en las hojas de *Moringa oleifera*, en particular los glucosinolatos, flavonoides y ácidos fenólicos, tienen un efecto protector no solo frente a la DM, sino también para otras enfermedades crónicas –frecuentemente asociadas a ella– como la HTA, el síndrome de insulinoresistencia y la inflamación generalizada.^(45,57)

Dosis recomendada de *Moringa oleifera* para maximizar su efecto

No existe una recomendación inequívoca con respecto a la dosificación de *Moringa oleifera* porque es un suplemento vegetal puro y no un nutriente esencial. La cantidad óptima de extracto de *Moringa oleifera* para humanos se calcula sobre la base de 29 mg por kilogramo (kg) de peso corporal. Esto significa que una persona de peso promedio de 70 kg debe recibir \pm 2000 mg/día, es decir 2 g de polvo, que también se puede administrar en forma de cápsulas o de tabletas. Si consideramos que una unidad base es de 0,5 g (500 mg), la cantidad óptima será de 4 cápsulas o tabletas/día. En la dosis indicada, el efecto antioxidante es más alto y se observa que el resultado positivo no aumenta cuando se excede esta dosificación.⁽⁵⁸⁾

Si se utiliza el polvo de hojas de *Moringa oleifera*, se recomienda comenzar con media cucharadita durante 3-5 días, de preferencia con el desayuno y acompañada de alimentos, y aumentar gradualmente la cantidad en dos semanas para acumular el efecto. En general, se debe seguir las sugerencias siguientes:^(41,58)

- Para una persona saludable, es suficiente 1 cucharadita al día como suplemento.
- Si la persona se está recuperando de algún padecimiento o está sufriendo de alguna condición crónica que afecte tu estado físico, 2 cucharaditas al día son ideales.

- Si la persona es saludable y hace actividad física, 3 cucharaditas al día es posible.

Para las cápsulas se sugiere iniciar con 2 cápsulas o tabletas/día y aumentar dentro de dos semanas a una dosis completa de 3 o 4 cápsulas o tabletas/día Si la *Moringa oleifera* se bebe en forma de té, es posible sorber hasta 3 veces al día, de 150-200 mL de lixiviado, que se prepara mezclando a 95 °C con agua y 4-10 g de la hoja seca de la planta.^(50,58)

El aceite de semilla de *Moringa oleifera* contribuye a reducir la insulinoresistencia, lo que puede mejorar los niveles de glucemia y colesterol en el paciente con DM. La dosis recomendada excede las 6 cucharadas al día.⁽⁵⁹⁾

Algunas investigaciones que manifiestan la utilidad de la *Moringa oleifera* en el tratamiento de la DM

La *Moringa oleifera* contiene potentes componentes fitoquímicos que ofrecen una acción protectora contra el daño renal inducido por la DM, las especies reactivas de oxígeno y la inflamación y, por lo tanto, podrían desempeñar un papel en la reducción de las complicaciones diabéticas,⁽⁵³⁾ criterio que comparten otros investigadores.⁽⁵⁹⁾

Paula y otros,⁽⁶⁰⁾ obtuvieron un aislado de proteína de hojas de *Moringa oleifera*, y evaluaron los efectos hipoglucémicos y antioxidantes en ratones diabéticos inducidos por aloxano. La administración intraperitoneal (i.p.) de una dosis única de aislado de proteína (500 mg/kg) redujo el nivel de glucosa en sangre (reducciones de 34,3 %, 60,9 % y 66,4 % después de 1, 3 y 5 h, respectivamente), lo que resultó estadísticamente significativo. El efecto del aislado de proteína también se evidenció en la prueba de dosis repetida con una reducción del 56,2 % en el nivel de glucosa en sangre al séptimo día después de la administración i.p. Sin embargo, el aislado de proteína no estimuló la secreción de insulina en ratones diabéticos y no fue eficaz para reducir el estrés oxidativo en estos mediante una disminución en el nivel de malondialdehído y un aumento en la

actividad de catalasa. La administración del aislado de proteína (2500 mg/kg) no causó toxicidad aguda en la muestra.

Leone y otros,⁽⁶¹⁾ consideran que el efecto hipoglucémico del polvo de hojas de *Moringa oleifera* en humanos ha sido poco investigado. Ellos evaluaron su efecto sobre la respuesta de la glucosa posprandial administrando aleatoriamente, en 2 días diferentes, una comida tradicional complementada con 20 g de polvo de hojas de *Moringa oleifera* (MOR 20), o no (comida de control, NCT), a 17 diabéticos saharauis y 10 sujetos sanos. La glucemia capilar se midió inmediatamente antes de la comida y luego a intervalos de 30 minutos durante 3 horas. En los sujetos diabéticos, la respuesta de la glucosa posprandial alcanzó su punto máximo antes con MOR 20 en comparación con NCT y con incrementos más bajos a los 90, 120 y 150 min. La respuesta glucémica media a las comidas con MOR 20 fue menor que con NCT. Los sujetos sanos no mostraron diferencias. Por lo tanto, el polvo de hojas de *Moringa oleifera* podría ser un fármaco herbal hipoglucémico.

Nova y otros,⁽⁵⁹⁾ realizaron una búsqueda sistemática en la base de datos PubMed y en las listas de referencias sobre los efectos de la *Moringa oleifera*, sobre el metabolismo de la glucosa. Se incluyeron treinta y tres estudios en animales y ocho estudios en humanos. Dichos investigadores⁽⁵⁹⁾ señalan el efecto hipoglucemiante tanto en condiciones agudas como a largo plazo en modelos animales, y también en la prevención de otros cambios metabólicos y complicaciones asociadas al estado hiperglucémico. En humanos, los ensayos clínicos fueron escasos y con diseños variables, aunque los resultados reportados son alentadores, especialmente, los de estudios posprandiales.⁽⁵⁹⁾

Recientemente Zainab y otros⁽⁶²⁾ realizaron un estudio *In-silico* completo, sobre algunos metabolitos de *Moringa oleifera* como agente para el tratamiento de la DM, examinando algunos de los principales fitoquímicos de esta planta (antraquinona, 2-fenilcromenilo [antocianinas], tanino de cicuta, sitoglusido [glucósido] y clases fitoquímicas de esteroides A-fenólicos), y se determinó que “probablemente” estos se dirigen a la proteína mutada de la DM.

Los complejos simulados revelaron estabilidad y los ligandos permanecieron dentro del bolsillo de unión activo de la proteína mutada. Por lo cual, este estudio concluyó que estos fitoquímicos seleccionados se pueden utilizar como posible fármaco candidato terapéutico para prevenir la diabetes mellitus.

Aunque algunos estudios clínicos han evidenciado su aplicación en el tratamiento de la DM, Luna y otros⁽⁶³⁾ piensan que, en materia de evidencia que respalde la acción y aplicación específica de los productos derivados de la *Moringa oleifera* y su inocuidad falta camino por recorrer.

Vargas y otros⁽⁶⁴⁾ consideran que la evidencia de los efectos antihiper glucémicos agudos del extracto de *Moringa oleifera*, en modelos animales diabéticos parece ser sólida, pero se necesitan estudios más crónicos y a largo plazo –en humanos–, criterio con el cual concuerdan otros investigadores.^(47,59) Algunos autores consideran que los efectos hipoglucémicos de la *Moringa oleifera* en los humanos no son tan claros y el escaso número de estudios, junto con una diversa gama de metodologías y dosis del producto, pueden explicar esto,⁽⁶¹⁾ por lo que se hace necesario distinguir la evidencia científica rigurosa de la anécdota.⁽³¹⁾

Limitaciones del estudio

Muchas de las evidencias recopiladas en la presente revisión acerca de la *Moringa oleifera* han sido estudiadas, fundamentalmente, en modelos animales, lo cual plantea la necesidad de desarrollar ensayos clínicos rigurosos en humanos, para de esta manera, enriquecer la evidencia científica sobre su empleo.

Conclusiones

La *Moringa oleifera* es una planta que constituye un producto natural con propiedades nutracéuticas y funcionales, con posibilidades de ser usada como un coadyuvante en los tratamientos convencionales indicados para el tratamiento de la diabetes mellitus, lo cual dependería de los resultados de ensayos clínicos rigurosos, que permitan dilucidar si realmente, es capaz de contribuir a lograr en el humano, un control glucémico eficaz, sin efectos secundarios importantes e

incluso ayudar a mejorar algunas de las complicaciones y comorbilidades que habitualmente acompañan a la diabetes mellitus.

Referencias bibliográficas

1. Díaz O. La importancia de desarrollar estructuras eficientes de educación terapéutica en pacientes con diabetes. Rev Cubana Endocrinol [Internet]. 2016 [citado 28 ago 2020];27(2). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-29532016000200001&lng=es
2. Iglesias I, Díaz O, Orlandi N. Centros de Atención al Diabético en Cuba. Alternativa para la atención integral. INFODIR [Internet]. 2020 [citado 28 ago 2020];(33):[aprox. 0 p.]. Disponible en: <http://www.revinfodir.sld.cu/index.php/infodir/article/view/753>
3. Díaz O, Orlandi N. Guía cubana de práctica clínica basada en la evidencia Diabetes mellitus tipo 2. Centro de Atención al Diabético. Instituto Nacional de Endocrinología. Ministerio de Salud Pública. La Habana, 2010 [Internet]. [Citado 28 ago 2020]. Disponible en: https://extranet.who.int/ncdccc/Data/CUB_D1_GUIA%20DE%20DIABETES%20CUBA%202013.pdf
4. Colectivo de Autores. Guías ALAD sobre el Diagnóstico, Control y Tratamiento de la Diabetes Mellitus Tipo 2 con Medicina Basada en Evidencia. Edición 2019. Asociación Latinoamericana de Diabetes [Internet]. 2019 [citado 28 ago 2020]. Disponible en: http://revistaalad.com/guias/5600AX191_guias_alad_2019.pdf
5. Torres RF, Acosta MK, Rodríguez DA, Barrera MK. Complicaciones agudas de diabetes tipo 2. RECIMUNDO. [Internet]. 2020 [citado 28 ago 2020];4(1[Esp]):46-57. Disponible en: <http://recimundo.com/index.php/es/article/view/782/1210>
6. Páez J, Triana J, Ruiz M, Masmela K, Parada Y, Peña C, *et al.* Complicaciones crónicas de la diabetes mellitus: visión práctica para el médico de atención primaria. Revista Cuarzo [Internet]. 2016 [citado 10 de ago 2020];22(1):13-38.

Disponible en:

<https://revistas.juanncorpas.edu.co/index.php/cuarzo/article/view/144/145>

7. Reyes FA, Pérez ML, Alfonso E, Ramírez M, Jiménez Y. Tratamiento actual de la diabetes mellitus tipo 2. Cc. m [Internet]. 2016 Mar [citado 10 ago 2020];20(1):98-121. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1560-43812016000100009&lng=es

8. Leone A, Spada A, Battezzati A, Schiraldi A, Aristil J, Bertoli S. *Moringa oleifera* Seeds and Oil: Characteristics and Uses for Human Health. *International Journal of Molecular Sciences* [Internet]. 2016 [citado 5 de mayo 2021];17(12):2141.

Disponible en: <https://www.mdpi.com/1422-0067/17/12/2141/htm>

9. Álvarez C. Propiedades farmacológicas de *Moringa oleifera*. Facultad de Farmacia, Universidad de Sevilla [Internet]. 2019 [citado 10 ago 2020]. Disponible en:

<https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/91290/%C3%81LVAREZ%20BALADR%C3%93N,%20CRISTINA.pdf>

10. Hernández NG, Hernández C. Elaboración de tamal a base de sorgo blanco (*Sorghum bicolor* L. *moench*) y moringa (*M. oleifera*) como alimento funcional. Jóvenes en la Ciencia [Internet]. 2018 [citado 10 ago 2020];3:81-4. Disponible en: <http://148.214.90.90/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/2275>

11. Benitez JB, Vallejos ME, Area MC, Felissia FE. Chemical characterization and morphology of moringa oleifera's wood as potential raw material for biorefineries. *Revista de Ciencia y Tecnología* [Internet]. 2018 [citado 10 ago 2020];30):1-12. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/recyt/n30/n30a07.pdf>

12. Fatoumata BA, Mamadou BAH, Mohamet SENE, Sambou JK, Gueye MME, El Hadji BA. Antidiabetic properties of *Moringa oleifera*: A review of the literature. *Journal of Diabetes and Endocrinology* [Internet]. 2020 [citado 31 ago 2020];11(1):18-29. Disponible en:

<https://academicjournals.org/journal/JDE/article-full-text-pdf/FF8279F63501>

13. Jimoh TO. Enzymes inhibitory and radical scavenging potentials of two selected tropical vegetable (*Moringa oleifera* and *Telfairia occidentalis*) leaves

relevant to type 2 diabetes mellitus. Rev bras Farmacogn [Internet]. 2018 [citado 31 ago 2020];28(1):73-9. Disponible en:

https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-695X2018000100073&script=sci_arttext

14. Maldonado C, Paniagua N, Bussmann RW, Zenteno FS, Fuentes AF. La importancia de las plantas medicinales, su taxonomía y la búsqueda de la cura a la enfermedad que causa el coronavirus (COVID-19). Ecología en Bolivia [Internet]. 2020 [citado 15 ago 2020];55(1):1-5. Disponible en:

https://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1605-25282020000100001&script=sci_arttext

15. Abdull Razis AF, Ibrahim MD, Kntayya SB. Health benefits of *Moringa oleifera*. Asian Pac J Cancer Prev [Internet]. 2014;15(20):8571-6. DOI:

[10.7314/apjcp.2014.15.20.8571](https://doi.org/10.7314/apjcp.2014.15.20.8571)

16. Förster N, Ulrichs C, Schreiner M, Arndt N, Schmidt R, Mewis I. Ecotype variability in growth and secondary metabolite profile in *Moringa oleifera*: Impact of sulfur and water availability. Journal of agricultural and food chemistry [Internet]. 2015 [citado 15 ago 2020];63(11):2852-61. Disponible en:

<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf506174v>

17. Cabrera JL, Jaramillo C, Dután F, Cun J, García PA, de Astudillo LR. Variación del contenido de alcaloides, fenoles, flavonoides y taninos en *Moringa oleifera* Lam. en función de su edad y altura. Bioagro [Internet]. 2017 [citado 15 ago 2020];29(1):53-60. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1316-33612017000100006&script=sci_arttext&tlng=en

18. Velázquez M, Peón IE, Zepeda R, Jiménez MA. *Moringa (Moringa oleifera* Lam.): potential uses in agriculture, industry and medicine. Revista Chapingo Serie Horticultura [Internet]. 2016 [citado 15 ago 2020];22(2):95-116. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rcsh/v22n2/2007-4034-rcsh-22-02-00095.pdf>

19. Guzmán SH, Zamarripa A, Hernández LG. Calidad nutrimental y nutracéutica de hoja de moringa proveniente de árboles de diferente altura. Revista mexicana de ciencias agrícolas [Internet]. 2015 [citado 15 ago 2020];6(2):317-30. Disponible

en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342015000200008&script=sci_arttext

20. Su B, Chen X. Current status and potential of *Moringa oleifera* leaf as an alternative protein source for animal feeds. Front Vet Sci [Internet]. 2020 [citado 15 ago 2020];7:53. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7054280/>

21. Pilay MV. Calidad nutricional de la moringa; *Moringa oleifera* Lam, en las condiciones ambientales de la parroquia Manglaralto. La Libertad. UPSE, Matriz. Facultad de Ciencias Agrarias [Internet]. 2019 [citado 15 ago 2020]. Disponible en:

<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4988/1/UPSE-TIA-2019-0021.pdf>

22. Díaz VH, Ruíz PA, Gálvez LA, Martínez BB, Nájera W. Composición nutricional en hojas de 20 genotipos de *Moringa oleifera* Lam. AGRO Productividad [Internet]. 2019 [citado 15 ago 2020];12(9). Disponible en:

<https://go.gale.com/ps/anonymous?p=IFME&sw=w&issn=&v=2.1&it=r&id=GALE%7CA612475618&sid=googleScholar&linkaccess=fulltext>

23. Cefali LC, Ataide JA, Moriel P, Foglio MA, Mazzola PG. Plant-based active photo protectants for sunscreens. International journal of cosmetic science [Internet]. 2016 [citado 15 ago 2020];38(4):346-53. Disponible en:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/ics.12316>

24. Hugo A, Masika P, Moyo B, Muchenje, V. Nutritional characterization of *Moringa (Moringa oleifera* Lam.) leaves. African Journal of Biotechnology [Internet]. 2011 [citado 15 ago 2020];10(60):12925-33. Disponible en:

<https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/>

25. Gopalakrishnan L, Doriya K, Santhosh D. *Moringa oleifera*: A review on nutritive importance and its medicinal application. Food Science and Human Wellness [Internet]. 2016;5(2):49-56. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.fshw.2016.04.001>

26. Rodríguez JR. Uso de la moringa (Oleifera) en el tratamiento de la desnutrición en niños menores de 5 años, en la Unidad de Atención de medicina

Complementaria de EsSalud-Ayaviri Universidad Nacional del Altiplano [Internet]. 2018 [citado 18 ago 2020]. Disponible en:

<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/13379>

27. Agudelo L. Empleo del polvo de hojas de *Moringa oleifera* Lam como fortificante en un alimento enfocado a la población infantil colombiana menor de 4 años. Corporación Universitaria Lasallista [Internet]. 2020 [citado 18 ago 2020]. Disponible en:

http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2684/1/MONOGRAFIA_MORINGA.pdf

28. Bonal R, Rivera RM, Bolívar ME. *Moringa oleifera*: una opción saludable para el bienestar. Medisan [Internet]. 2012 [citado 18 ago 2020];16(10):1596-9. Disponible en:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1029-30192012001000014

29. Doménech G, Durango AM, Ros G. *Moringa oleifera*: Revisión sobre aplicaciones y usos en alimentos. Archivos Latinoamericanos de Nutrición [Internet]. 2017 [citado 18 ago 2020];67(2). Disponible en:

<https://www.alanrevista.org/ediciones/2017/2/art-3/>

30. Oyeyinka AT, Oyeyinka SA. *Moringa oleifera* as a food fortificant: Recent trends and prospects. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences [Internet]. 2018 [citado 18 ago 2020];17(2):127-36. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1658077X15301235>

31. Oluwaseun O. How functional is *Moringa oleifera*? A review of its nutritive, medicinal, and socioeconomic potential. Food and nutrition bulletin [Internet]. 2018 [citado 8 oct 2020];39(1):149-70. Disponible en:

<https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0379572117749814>

32. Velázquez M, Peón IE, Zepeda R, Jiménez MA. *Moringa (Moringa oleifera* Lam.): potential uses in agriculture, industry and medicine. Revista Chapingo Serie Horticultura [Internet]. 2016 [citado 8 oct 2020];2(2):95-116. Disponible en:

<http://www.scielo.org.mx/pdf/rcsh/v22n2/2007-4034-rcsh-22-02-00095.pdf>

33. Olson ME, Fahey JW. Moringa oleífera: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. Revista mexicana de biodiversidad [Internet]. 2011 [citado 8 oct 2020];82(4):1071-82. Disponible en:

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532011000400001

34. Singh AK, Rana HK, Tshabalala T, Kumar R, Gupta A, Ndhlala AR, *et al.* Phytochemical, nutraceutical and pharmacological attributes of a functional crop *Moringa oleifera* Lam: An overview. South African Journal of Botany. [Internet]. 2020 [citado 14 ago 2020]; 12(11):209-20. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0254629919306027>

35. Paul CW, Didia BC. 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. [Internet]. 2012 [citado 14 ago 2020]; 4(1):55-66. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/268406828_The_Effect_of_Methanolic_Extract_of_Moringa_oleifera_Lam_Roots_on_the_Histology_of_Kidney_and_Liver_of_Guinea_Pigs

36. Canett R, Arvayo KL, Ruvalcaba NV. Aspectos tóxicos más relevantes de *Moringa oleifera* y sus posibles daños. Biotecnia [Internet]. 2014 [citado 14 ago 2020];16(2):36-43. Disponible en:

<https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/45/41>

37. Kadam A, Gaykar B. Quantitative HPTLC Analysis of Diosgenin from Methanol Extract of *Moringa Oleifera* Lam. Asian Journal of Applied Science and Technology (AJAST). [Internet]. 2017 [citado 14 ago 2020];1(1):215-8. Disponible en:

https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2928935

38. Asare AG, Gyan B, Bugyei K, Adjei S, Mahama R, Addob P, *et al.* 2011. Toxicity potentials of the nutraceutical *Moringa oleifera* at supra-supplementation levels. Journal of Ethnopharmacology. [Internet]. 2017 [citado 5 mayo 2021];139(1):265-72. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378874111008002>

39. Martín C, Martín G, García A, Fernández T, Hernández E, Puls, J. Potenciales aplicaciones de *Moringa oleifera*. Una revisión crítica. Pastos y Forrajes [Internet]. 2013 [citado 5 mayo 2021];36(2):137-49. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942013000200001&lng=es&tlng=es
40. Marqués de Almeida MS. *Moringa oleifera* Lam., seus benefícios medicinais, nutricionais e avaliação de toxicidade. Universidade de Coimbra [Internet]. 2018 [citado 14 ago 2020]. Disponible en: https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/84557/1/Monografia_MartaAlmeida.pdf
41. Luna VS, Zambrano FM, Panezo LE, Luna JA. Uso terapéutico de la moringa oleifera en pacientes diabéticos. RECIAMUC [Internet]. 2019 [citado 5 mayo 2021];3(3):724-37. Disponible en: <https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/300/316>
42. Ambi AA, Abdurahman EM, Katsayal UA, Sule MI, Pateh UU, Ibrahim ND. Toxicity evaluation of *Moringa oleifera* leaves. International Journal of Pharmaceutical Research Innovation [Internet]. 2011 [citado 14 ago 2020];4:22-4. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/267425502>
43. Asiedu IJ, Frimpong S, Awortwe C, Antwi DA, Nyarko AK. Micro- and Macroelemental Composition and Safety Evaluation of the Nutraceutical *Moringa oleifera* Leaves. Journal Of Toxicology [Internet]. 2014 [citado 14 ago 2020];13 pag. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/jt/2014/786979/>
44. Villarruel A, López DA, Vázquez OD, Puebla AG, Torres MR, Guerrero LA, *et al.* Effect of *Moringa oleifera* consumption on diabetic rats. BMC complementary and alternative medicine [Internet]. 2018 [citado 14 ago 2020];18(1):1-10. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29636032/>
45. Padilla F, Cruz J. Extractos de hojas de *Moringa oleifera* en la prevención y tratamiento de la diabetes mellitus. Rev Cubana Med Natural y Tradicional [Internet]. 2018 [citado 28 ago 2020];1(2). Disponible en: <http://www.revmnt.sld.cu/index.php/rmnt/article/view/39/44>

46. Arora DS, Onsare JG, Kaur H. Bioprospecting of Moringa (Moringaceae): Microbiological Perspective. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry [Internet]. 2013 [citado 14 ago 2020];(6):193-215. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Dr_Daljit_Singh_Arora/publication/236628736_Arora_jemimah_harpreetJ_Pharma_Phytochem_2013/links/00b7d5188a56295d4e000000.pdf
47. Alves de Andrade JI, Pinheiro Fernandes D, Ferreira JG, Rocha D, de Oliveira R. Propriedades terapêuticas da Moringa oleifera Lam. no tratamento do diabetes mellitus. Research, Society and Development [Internet]. 2020 [citado 14 ago 2020];9(7):e485974270-e485974270. Disponible en: <https://www.rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/4270>
48. Zhang X, Sun Z, Cai J, Wang J, Wang G, Zhu Z, *et al.* Effects of dietary fish meal replacement by fermented moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves on growth performance, nonspecific immunity and disease resistance against *Aeromonas hydrophila* in juvenile gibel carp (*Carassius auratus gibelio* var. CAS III). Fish & Shellfish Immunology [Internet]. 2020 [citado 14 ago 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814620313406>
49. Zamata C, Milagro M. Avances en el conocimiento del efecto terapéutico de la *Moringa oleifera* (Moringa). Universidad Privada Autónoma del Sur [Internet]. 2020 [citado 14 ago 2020]. Disponible en: <http://repositorio.upads.edu.pe/bitstream/UPADS/169/1/CHAMBI%20ZAMATA%20MIRIAM%20MILAGRO%20-%20Bach.pdf>
50. Gupta R, Mathur M, Bajaj VK, Katariya P, Yadav S, Kamal R, *et al.* Evaluation of antidiabetic and antioxidant activity of Moringa oleiferain experimental diabetes. J Diabetes [Internet]. 2012 [citado 5 mayo 2021];4(2):164-71. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1753-0407.2011.00173.x>
51. Ahmad J, Khan I, Blundell R. *Moringa oleifera* and glycemic control: A review of current evidence and possible mechanisms. Phytotherapy Research [Internet]. 2019 [citado 14 ago 2020];33(11):2841-8. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ptr.6473>

52. Barbagallo I, Vanella L, Distefano A, Nicolosi D, Maravigna A, Lazzarino G, et al. *Moringa oleifera* Lam. improves lipid metabolism during adipogenic differentiation of human stem cells. Eur Rev Med Pharmacol Sci [Internet]. 2016 [citado 14 ago 2020];20(24):5223-32. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/312160202_Moringa_oleifera_Lam_Im_proves_lipid_metabolism_during_adipogenic_differentiation_of_human_stem_cells
53. Khan W, Parveen R, Chester K, Parveen S, Ahmad S. Hypoglycemic potential of aqueous extract of *Moringa oleifera* Leaf and *In Vivo* GC-MS metabolomics. Frontiers in pharmacology [Internet]. 2017 [citado 14 ago 2020];8:577. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphar.2017.00577/full>
54. Omodanisi E, Aboua YG, Oguntibeju O. Assessment of the antihyperglycaemic, anti-inflammatory and antioxidant activities of the methanol extract of *Moringa oleifera* in diabetes-induced nephrotoxic male wistar rats. Molecules [Internet]. 2017 [citado 14 ago 2020];22(4):16. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1420-3049/22/4/439/htm>
55. Adeeyo AO, Adefule AK, Ofusori DA, Aderinola AA, Caxton-Martins EA. Antihyperglycemic effects of aqueous leaf extracts of mistletoe and *Moringa oleifera* in streptozotocin-induced diabetes Wistar rats. Diabetologia Croatica [Internet]. 2013 [citado 14 ago 2020];42(3):1-8. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Antihyperglycemic-effects-of-aqueous-leaf-extracts-Adeeyo-Adefule/04b424dad32c5bb20006b98cb77e6eb2c7a42e60#paper-header>
56. Konmy BBS, Okounlade PA, Allou SYD, Azando EVB, Hounzangbe-Adote MS. A review on phytochemistry and pharmacology of *Moringa oleifera* leaves (Moringaceae). J Pharmacogn Phytochem [Internet]. 2016 [citado 14 ago 2020];5(5):325-30. Disponible en: <https://www.phytojournal.com/archives/?year=2016&vol=5&issue=5&ArticleId=973>
57. Vergara M, AlMatrafi MM, Fernández ML. Bioactive Components in *Moringa oleifera* leaves protect against chronic disease. Antioxidants [Internet]. 2017;6(4)91. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox6040091>

58. Paniagua A, Chora J. Elaboración de aceite de semillas de *Moringa oleifera* para diferentes usos. Revista de Ciencias de la Salud [Internet]. 2016 [citado 14 ago 2020];3(9):36-46. Disponible en: http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Ciencias_de_la_Salud/vol3num9/Revista_Ciencias_de_la_Salud_V3_N9.pdf#page=43
59. Nova E, Redondo N, Martínez RM, Gómez S, Díaz LE, Marcos A. Potential of *Moringa oleifera* to Improve Glucose Control for the Prevention of Diabetes and Related Metabolic Alterations: A Systematic Review of Animal and Human Studies. Nutrients [Internet]. 2020 [citado 14 ago 2020];12:2050. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2072-6643/12/7/2050/htm>
60. Paula PC, Sousa DO, Oliveira JT, Carvalho AF, Alves B, Pereira ML, et al. A protein isolate from *Moringa oleifera* leaves has hypoglycemic and antioxidant effects in alloxan-induced diabetic mice. Molecules [Internet]. 2017 [citado 14 ago 2020];22(2):271. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1420-3049/22/2/271/htm>
61. Leone A, Bertoli S, Di Lello S, Bassoli A, Ravasenghi S, Borgonovo G, et al. Effect of *Moringa oleifera* Leaf Powder on Postprandial Blood Glucose Response: In Vivo Study on Saharawi People Living in Refugee Camps. Nutrients [Internet]. 2018 [citado 14 ago 2020]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2072-6643/10/10/1494/htm>
62. Zainab B, Zainab A, Alwahibi MS, Khan S, Rizwana H, Soliman DW, et al. In-silico elucidation of *Moringa oleifera* phytochemicals against diabetes mellitus. Saudi Journal Of Biological Sciences [Internet]. 2020 [citado 14 ago 2020];1(1):1-9. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Dr_Daljot_Singh_Arora/publication/236628736_Arora_jemimah_harpreetJ_Pharma_Phytochem_2013/links/00b7d5188a56295d4e000000.pdf
63. Luna VS, Zambrano FM; Panezo LE, Luna JA. Uso terapéutico de la *Moringa oleifera* en pacientes diabéticos. Revista Científica de Investigación actualización del mundo de las Ciencias [Internet]. 2019 [citado 14 ago 2020];3(3):724-37. Disponible en: <https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/300>

64. Vargas K, Garay E, González R.E. Effects of *Moringa oleifera* on Glycaemia and Insulin Levels: A Review of Animal and Human Studies. *Nutrients* [Internet]. 2019 [citado 14 ago 2020];11:2907. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2072-6643/11/12/2907/htm>

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses que impidan la publicación del artículo.

Contribución de los autores

José Hernández Rodríguez. Concepción y diseño del estudio, revisión bibliográfica, interpretación de los datos y elaboración del manuscrito.

Ileydis Iglesias Marichal. Interpretación de los datos, elaboración y revisión crítica del manuscrito.