



Efecto de las cápsulas de *Moringa oleifera* sobre la hiperlipidemia en ratones

Effect of *Moringa oleifera* capsules on hyperlipidemia in mice

Vivian Lago Abascal^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-3229-1871>

Nguyen Thi Thu Huong² <https://orcid.org/0000-0002-9441-3660>

Nguyen Hoang Minh² <https://orcid.org/0000-0001-5378-5794>

Efraín Rodríguez Jiménez¹ <https://orcid.org/0000-0002-8315-4413>

¹Entidad de Ciencia Tecnología e Innovación Sierra Maestra, Laboratorio de Investigaciones. La Habana, Cuba.

²Centro de Investigación de Ginseng y Materiales de Medicina, Departamento de Farmacología y ciencia bioquímica. Ho Chi Minh, Vietnam.

*Autor para la correspondencia: vlago@bionaturasm.cu

Cómo citar este artículo

Lago Abascal V, Thu Huong NT, Hoang Minh N, Rodríguez Jiménez E. Efecto de las cápsulas de *Moringa oleifera* sobre la hiperlipidemia en ratones. Arch Univ "Gen Calixto García". 2021;9(3):385-95. Acceso: 00/mes/2021. Disponible en: <http://www.revcalixto.sld.cu/index.php/ahcg/article/view/761>

RESUMEN

Introducción: *Moringa oleifera Lam.* es una planta con propiedades nutritivas y farmacológicas, que podría convertirse en una alternativa nutricional con fin terapéutico no convencional para el ser humano, en el tratamiento de enfermedades relacionadas con la hiperlipidemia.

Objetivo: Evaluar el efecto hipolipidémico de las cápsulas de *Moringa oleifera Lam.* en modelo de ratón.

Métodos: Para evaluar la actividad hipolipemiente se realizó un estudio experimental en modelo animal inducido con Tyloxapol en ratones los cuales fueron tratados con cápsulas de Moringa.

Resultados: Las cápsulas de Moringa provocaron una reducción en los niveles de colesterol total, colesterol HDL, colesterol LDL y triglicérido no dependiente de dosis-respuesta en ratones. Las cápsulas no indujeron ningún efecto en ratones sanos (sin Tyloxapol).

Conclusiones: El efecto hipolipidémico de las cápsulas de Moringa en ratones con dislipidemia fue similar al de la atorvastatina, lo que sugiere su posible uso en el tratamiento alternativo de enfermedades relacionadas con la hiperlipidemia.

Palabras clave: Actividad hipolipidémica; Moringa; composición lipídica.

ABSTRACT

Introduction: *Moringa oleifera Lam.* is a plant with several nutritional and pharmacological properties which could become a nutritional alternative for humans in the prevention of diseases.

Objective: To study the hypolipidemic effect of the capsules of *Moringa oleifera Lam.* in a model of mouse.

Methods: To evaluate the hypolipidemic activity, a model of induced hyperlipidemia in mice was used. The sick mice were treated with Moringa capsules.

Results: Moringa capsules showed a reduction in cholesterol and triglyceride levels that was not dependent on dose-response.

Conclusions: The hypolipidemic effect of Moringa capsules was the same as that of atorvastatin. Furthermore, the capsules did not induce any effect on plasma triglycerides, total cholesterol, LDL cholesterol, and HDL cholesterol in healthy mice (not Tyloxapol).

Keywords: Hypolipidemic activity; Moringa; lipid profile.

INTRODUCCIÓN

Moringa oleifera Lam. es una especie nativa del sur de Asia, que crece al pie de los Himalayas, desde el noreste de Paquistán hasta el norte de Bengala en India. La Moringa es un árbol dicotiledóneo, perenne tropical, caducifolio, de la familia de las Moringaceae, que puede llegar a medir hasta 12 metros de altura.⁽¹⁾



Las diferentes partes de *Moringa*, presentan beneficios industriales, nutricionales y terapéuticos.⁽²⁾ Con evidencias que posee propiedades hipotensoras, hipoglucemiantes, anticancerígenas, ayuda a combatir la obesidad y la anemia, es reguladora del metabolismo lipídico; así como posee alto valor nutricional.⁽³⁾ Sus hojas son consumidas en infusión.⁽⁴⁾

El uso de modelos animales ha permitido explicar aspectos del metabolismo humano y encontrar soluciones a problemas biológicos y biomédicos. Además, el modelo experimental animal permite estudiar los procesos metabólicos y biológicos normales y patológicos; y brinda la oportunidad de que estos procesos puedan inducirse en el modelo seleccionado.⁽⁵⁾

Las ratas se han utilizado para estudiar y extrapolar aspectos relacionados con la nutrición, síntomas de deficiencia de nutrientes, obesidad, síndrome metabólico, diabetes, metabolismo lipídico y toxicidad de diferentes productos naturales con fines terapéuticos.⁽⁶⁾

Por lo anterior expuesto, se planteó como objetivo evaluar el efecto hipolipidémico de las cápsulas de *Moringa oleifera Lam.* en modelo de ratón, como investigación preliminar para mostrar su eficacia en el consumo humano.

MÉTODOS

Se utilizó hojas secas de *Moringa oleifera Lam.*, recolectadas en julio de 2015. La *Moringa* se cultivó en los terrenos de la finca "Futuro Lechero" y se benefició en la planta de producción "Moringa como suplemento nutricional", ambas pertenecientes a la Entidad de Ciencia Tecnología e Innovación "Sierra Maestra".

Las hojas frescas se despalillaron de forma manual y se lavaron mecánicamente. Se secaron en hornos solares CONA, con temperatura controlada a 45 °C, durante 12 horas. Con posterioridad, las hojas se trituraron en partículas de 2,0 mm de tamaño, en un molino de cuchillas. Se realizó la extracción hidroalcohólica 45 % v/v, por percolación a una proporción de 1/10, a temperatura ambiente durante 24 horas. La solución se filtró por papel de filtro Whatman N 1, se concentró por rotoevaporación, a temperatura de 45 °C y se secó a 300 °C en mufla. Con el extracto seco, se elaboraron en el Centro de Investigación de Ginseng, cápsulas de gelatina de formato 00, que contenían aproximadamente 350 mg.

La muestra de ensayo se determinó por el peso promedio de las cápsulas de *Moringa*. El contenido de una cápsula se diluyó en agua destilada, para la administración diaria a los animales -del polvo diluido-, según el peso corporal (pc).

En la evaluación del efecto de hiperlipidemia aguda, se utilizó un estudio experimental en modelo animal, inducido por el polímero líquido Triton WR-1339 (Tyloxapol), para provocar hiperlipidemia en ratones, de acuerdo a la metodología de Xia, Nogueira y Leone.^(7,8,9) Se evaluaron dos protocolos de tratamiento, el primero de dosis por un día y el segundo, de dosis continuada durante ocho días.



Se emplearon ratones Swiss albino, machos, de cinco semanas de edad, con peso corporal promedio de 25 ± 2 g, suministrados por el Instituto de Vacunas y Bio-productos Médicos, en la ciudad de Nha Trang, Vietnam. Antes del experimento, los ratones fueron ambientados durante una semana, a las condiciones del bioterio, con temperatura entre $25-27$ °C y ciclo de luz diurna de 12 h, en el Centro de Investigación de Ginseng y Materiales Medicinales, en la ciudad de Ho Chi Minh. La alimentación consistió en dieta estándar y agua, ambas para consumo *ad libitum*, suministrada por el Instituto de Vacunas y Bio-productos Médicos.

Los ratones estuvieron en ayuna durante 16 horas, antes de someterse al modelo de hiperlipidemia, que fue realizado mediante la inyección intraperitoneal de una dosis única de 400 mg de Tyloxapol, disuelto en solución salina al 0,9 % Peso/Volumen/kg pc.

El estudio fue realizado bajo los principios establecidos en la guía para el cuidado y uso de animales de laboratorio.⁽¹⁰⁾

Protocolo del tratamiento de dosis por un día

Los ratones se dividieron de forma aleatoria en seis grupos de n=10 y de la siguiente manera:

Grupo de control fisiológico: administración de agua (oral) y sin Tyloxapol, Grupo de control patológico: con Tyloxapol (inyección) y agua (oral), Grupo patológico con tratamiento con Moringa y con Tyloxapol (inyección) y cápsula (oral) a dosis 1 cápsula/kg pc, Grupo patológico con tratamiento con Moringa y con Tyloxapol (inyección) y cápsula (oral) a dosis 2 cápsulas/kg pc y Grupo de referencia: con Tyloxapol (inyección) y atorvastatina como fármaco de referencia y control positivo (Lipitor®, 20 mg Pfizer) oral, a dosis 20 mg/kg pc.

A continuación de la inyección de Tyloxapol, los ratones fueron tratados con cápsulas de Moringa o atorvastatina durante tres veces: en el horario de 9 am y 5 pm del día en curso, y a las 8 am del día siguiente.

Protocolo para el tratamiento de dosis continuada durante ocho días

Los ratones se distribuyen en grupos de estudio de n=10, de la siguiente manera:

Grupo de control fisiológico: administración de agua (oral) y sin Tyloxapol, durante ocho días, Grupo fisiológico de Moringa: administración de cápsulas (oral) a dosis de dos cápsulas/kg pc, durante ocho días, Grupo de control patológico: administración de agua (oral) durante ocho días e inyección con Tyloxapol en el séptimo día, Grupo patológico de Moringa: administración de cápsulas (oral) a dosis de una cápsula/kg pc, durante ocho días e inyección con Tyloxapol en el séptimo día, Grupo patológico de Moringa: administración de cápsulas (oral), dosis de dos cápsulas/kg pc, durante ocho días e inyección con Tyloxapol en el séptimo día y Grupo de referencia: administración de atorvastatina (Lipitor®) oral, dosis de 40 mg/kg pc, durante ocho días e inyección con Tyloxapol en el séptimo día.



Los ratones fueron tratados diariamente y durante ocho días entre 8 - 9 am. Al sexto día, los ratones ayunaron 16 horas antes de ser sometidos a hiperlipidemia y luego fueron inyectados por vía intraperitoneal 400 mg de Tyloxapol/kg de pc, al séptimo día, una hora después del tratamiento con cápsulas. Después de la inyección de Tyloxapol, los ratones fueron tratados con cápsulas de Moringa o atorvastatina, al octavo día.

Al concluir ambos protocolos -luego de 24 horas de administrado el Tyloxapol-, se extrajo una muestra de sangre de una vena -de la cola- del ratón, para cuantificar los niveles de triglicéridos, colesterol total, colesterol HDL (lipoproteína de alta densidad) y colesterol LDL (lipoproteína de baja densidad) en plasma.

La determinación y cuantificación de los parámetros bioquímicos: colesterol total, colesterol HDL, colesterol LDL y triglicéridos se realizó según el protocolo de análisis de los de *Human Co. kits* y el equipo *Biochemical System Screen Master 3000* (Arezzo, Italia), guiados en cada caso de los pasos establecidos por el fabricante. La unidad de medida (mg/dL) que se empleó, fue de acuerdo a los kits y al equipo utilizado.

El análisis de los datos fue expresado mediante los valores promedios: La media \pm la desviación estándar de las medias y el tratamiento estadístico basado en un test ANOVA de una vía, el test Student-Newman-Keuls o el test Dunnett, en el software estadístico (*SigmaStat 3,5, Systat Software Inc.*).

RESULTADOS

Se evaluó la funcionalidad del modelo de hiperlipidemia para el control patológico en el modelo en ratón Swiss albino. Esta mostró un aumento significativo de los triglicéridos plasmáticos, en comparación con los datos del control fisiológico que alcanzó 485,5 %, después de 24 horas de la administración del Tyloxapol, con $p < 0,001$, en comparación con el control fisiológico, lo que indicó la capacidad de inducir la acumulación de los triglicéridos, del modelo de hiperlipidemia aguda inducida de forma experimental.

El tratamiento de las cápsulas de Moringa a dosis de una cápsula/kg y dos cápsulas/kg, así como la atorvastatina (Lipitor® 20 mg/kg), no indujo ningún cambio en los niveles de triglicéridos. (Tabla 1)

El tratamiento con las cápsulas de Moringa a dosis de una y dos cápsulas/kg pc, así como la atorvastatina (20 mg/kg pc), mostró una disminución de los niveles de colesterol, que fueron significativamente diferentes, en comparación con el control patológico. El tratamiento de las cápsulas de Moringa a dosis de dos cápsulas/kg pc, atenuó el nivel de colesterol, pero la disminución fue insignificante.

El control patológico mostró un aumento significativo del colesterol total en plasma, en comparación con los datos del control fisiológico, que alcanzó el 357,7 %, luego de 24 horas de administración con el Tyloxapol, lo que indicó el modelo de hiperlipidemia aguda inducida.



Tabla 1. Efecto de las cápsulas de Moringa sobre los niveles de triglicéridos en el plasma

Grupos		n	Triglicéridos (mg/dL)
Sin Tyloxapol	Control fisiológico	10	144,20 ± 8,77
Con Tyloxapol	Control patológico	10	844,30 ± 15,76** 485,5 %
	1 cápsula/kg pc	15	712,0 ± 63,49
	2 cápsulas/kg pc	15	781,50 ± 22,70
	Atorvastatina 20 mg/kg pc	10	723,90 ± 73,30

Legenda: Los valores son la media de tres determinaciones ± la desviación estándar. ** p < 0,001 comparación con el control fisiológico.

El tratamiento de las cápsulas de Moringa a dosis de una cápsula/kg pc, como la atorvastatina en ratones tratados con Tyloxapol, mostró una disminución de los niveles de colesterol, que fueron significativamente diferentes en comparación con el control fisiológico p < 0,001 y p < 0,05, en comparación con el control patológico. El tratamiento con dos cápsulas/kg pc atenuó el nivel de colesterol, pero la disminución no fue significativa. (Tabla 2)

Tabla 2. Efecto de las cápsulas de Moringa sobre el nivel de colesterol total en el plasma

Grupos		n	Colesterol total (mg/dL)
Sin Tyloxapol	Control fisiológico	10	89,90 ± 6,17
Con Tyloxapol	Control patológico	10	411,50 ± 13,30** 357,7 %
	1 cápsula/kg pc	15	316,80 ± 39,42#
	2 cápsulas/kg pc	15	341,90 ± 26,96
	Atorvastatina 20 mg/kg pc	10	329,80 ± 37,70 #

Legenda: Los valores son la media de tres determinaciones ± la desviación estándar. ** p < 0,001 comparación con el control fisiológico y # p < 0,05 comparación con el control patológico.

Los controles patológicos mostraron una elevación significativa del colesterol LDL plasmático (aumento del 136 %) y una disminución del colesterol HDL (disminución del 34,78 %), en comparación con los datos de los controles fisiológicos.



El tratamiento de las cápsulas de Moringa a dosis de una y dos cápsulas/kg pc en ratones tratados con Tyloxapol, mostró una disminución de los niveles de colesterol LDL y una elevación de los niveles de colesterol HDL, que fue significativamente diferente en comparación con el control patológico. El tratamiento con atorvastatina en ratones tratados con Tyloxapol atenuó de forma ligera el nivel de colesterol LDL, pero el cambio no fue significativo y restauró los niveles de colesterol HDL a un valor fisiológico. Los niveles de colesterol HDL -con dosis de una o dos cápsulas/kg pc- fue significativamente más alto que los niveles de control fisiológico en los grupos de atorvastatina. (Tabla 3)

Tabla 3. Efecto de las cápsulas de Moringa sobre los niveles en plasma del colesterol HDL y del colesterol LDL en el tratamiento de 24 horas

Grupos		n	Colesterol (mg/dL)	
			LDL	HDL
Sin Tyloxapol	Control fisiológico	10	12,50 ± 1,20	37,54 ± 1,77
	Control patológico	10	29,50 ± 2,58** 136 %	24,48 ± 1,56** 34,78 %
Con Tyloxapol	1 cápsula/kg pc	15	20,10 ± 1,89#	42,81 ± 2,62*#
	2 cápsulas/kg pc	15	18,20 ± 2,67#	42,77 ± 5,89*#
	Atorvastatina 20 mg/kg pc	10	20,60 ± 3,50	35,40 ± 4,80

Leyenda: Los valores son la media de tres determinaciones ± la desviación estándar. ** p < 0,001 comparación con el control fisiológico; # p < 0,05 comparación con el control patológico. *# comparación entre el control fisiológico y el control patológico.

El tratamiento con dos cápsulas de Moringa/kg pc, administradas durante ocho días, no indujo ningún efecto sobre los triglicéridos plasmáticos en ratones sanos (sin Tyloxapol), lo que evidenció el funcionamiento del control negativo.

El control patológico mostró un aumento significativo de los triglicéridos plasmáticos, en comparación con los datos del control fisiológico. Este alcanzó el 553 % después de 24 horas de administración con Tyloxapol, lo que probó el modelo de hiperlipidemia aguda inducida por Tyloxapol en la elevación experimental de triglicéridos.

El tratamiento previo a los ocho días con cápsulas de Moringa, en dosis de una cápsula/kg pc en ratones tratados con Tyloxapol, no indujo ningún cambio en los niveles de triglicéridos. La administración de dos cápsulas de Moringa, así como la atorvastatina en ratones tratados con Tyloxapol, mostró una disminución de los niveles de triglicéridos, que fue significativamente menor en comparación con el control patológico. En cuanto al resultado del tratamiento previo con cápsulas de Moringa, ejerció un efecto más característico en la elevación de los triglicéridos inducido por el Tyloxapol, que en el protocolo de tratamiento.



El control patológico mostró un aumento significativo del colesterol total en plasma, en comparación con los datos del control fisiológico, donde alcanzó 383,6 % luego de 24 horas de administrado Tyloxapol, lo que en este caso indicó también que el modelo de hiperlipidemia aguda inducida por Tyloxapol cumplió con la elevación experimental de colesterol. (Tabla 4)

Tabla 4. Efecto de las cápsulas de Moringa sobre el nivel de triglicéridos y colesterol total en plasma en el tratamiento continuado

Grupos		n	Triglicéridos	Colesterol total
			(mg/dL)	
Sin Tyloxapol	Control fisiológico	10	130,80 ± 8,77	94,0 ± 6,31
	2 cápsulas/kg pc	10	131,56 ± 8,35	91,0 ± 4,99
Con Tyloxapol	Control patológico	10	854,40 ± 4,42** 553 %	454,6 ± 9,49** 383,6 %
	1 cápsula/kg pc	15	814,0 ± 75,34	341,40 ± 26,11#
	2 cápsulas/kg pc	15	704,02 ± 75,34#	294,10 ± 38,96#
	Atorvastatina 40 mg/kg pc	10	576,02 ± 90,30#	256,30 ± 53,13 #

Legenda: Los valores son la media de tres determinaciones ± la desviación estándar. Triglicéridos **p < 0,001 comparación con el control fisiológico, # p < 0,05 comparación con el control patológico. Colesterol **: p < 0,001 comparación con el control fisiológico, # p < 0,05 comparación con el control patológico.

Las cápsulas de Moringa -a dosis de dos cápsulas/kg pc, administradas durante ocho días- no indujeron ningún efecto sobre el colesterol LDL en plasma o en el colesterol HDL en ratones normales (sin Tyloxapol).

Los controles patológicos mostraron una elevación significativa del colesterol LDL plasmático (aumento del 105,5 %) y una disminución del colesterol HDL (disminución del 49,1 %), en comparación con los datos de los controles fisiológicos, lo que indicó un modelo de hiperlipidemia aguda inducida por Tyloxapol, que manifestó los cambios experimentales de lipoproteínas.

El tratamiento previo de ocho días con cápsulas de Moringa, a dosis de una y dos cápsulas/kg pc, además de la atorvastatina en ratones tratados con Tyloxapol, mostró una disminución de los niveles de colesterol LDL y una elevación de HDL, que fueron significativamente diferentes en comparación con los patológicos. (Tabla 5)



Tabla 5. Efecto de las cápsulas de Moringa sobre los niveles de colesterol LDL y de colesterol HDL en plasma en el tratamiento continuado

Grupos		n	Colesterol (mg/dL)	
			LDL	HDL
Sin Tyloxapol	Control fisiológico	10	14,60 ± 1,69	49,01 ± 2,82
	2 cápsulas/kg pc	10	12,44 ± 2,10	42,30 ± 2,75
Con Tyloxapol	Control patológico	10	30,0 ± 2,57** 105,5 %	24,95 ± 2,82** 49,1 %
	1 cápsula/kg pc	15	18,20 ± 1,40#	39,94 ± 3,34#
	2 cápsulas/kg pc	15	20,60 ± 1,51#	39,02 ± 4,81#
	Atorvastatina 40 mg/kg pc	10	20,30 ± 2,72#	44,37 ± 4,93#

Legenda: Los valores son la media de tres determinaciones ± la desviación estándar.
 **p < 0,001 comparación con el control fisiológico, # p < 0,05 comparación con el control patológico.

DISCUSIÓN

La evaluación de la funcionalidad en el modelo de hiperlipidemia en ratón Swiss albino, demostró que el tratamiento con una cápsula de Moringa posee mejor efecto en el colesterol total que en los triglicéridos, incluido el fármaco de referencia hipolipidémico, con respecto al control patológico.

Se evidenció que las hojas de Moringa contienen compuestos a los que se les atribuye la propiedad hipolipidémica. La Moringa se ha utilizado en intervenciones en humanos para la dislipidemia y para tratar la obesidad, lo que ha demostrado que los compuestos fenólicos, como los flavonoides son de gran importancia en la regulación lipídica, los fitoesteroles como el β -sitosterol, intervienen en la absorción intestinal del colesterol de la dieta y aumenta su excreción fecal.⁽¹¹⁾

En el presente estudio, mediante el tratamiento continuado con dos cápsulas, se obtuvo una mejor respuesta en la reducción del colesterol LDL y un aumento en el colesterol HDL con respecto a los resultados con una dosis. Esto corroboró lo expuesto por Lian,⁽¹¹⁾ acerca de que la propiedad hipolipidémica de las hojas de Moringa disminuye los niveles de colesterol total y el colesterol LDL y provoca el aumento de los niveles del HDL, al lograr la inhibición en la actividad de la enzima colesterol esterasa pancreática, que de este modo se reduce y retrasa la absorción del colesterol.

Otro modelo experimental en ratas, en el que les fue administrado extracto metanólico de Moringa -en dosis diarias de 150, 300 y 600 mg/kg pc-, mostró que la dosis más alta redujo el colesterol total, el colesterol LDL y los triglicéridos totales en 37,5 % en la dosis de 150 mg/kg pc, 61,4 % para 300 mg/kg pc, y 18,7 %, en la dosis de 600 mg/kg pc.⁽¹²⁾ Esta evaluación corroboró a su vez lo expuesto en otro



estudio,⁽¹³⁾ que evaluó el extracto de Moringa en un modelo de hiperlipidemia y demostró una reducción significativa del colesterol total de 95,19 mg/dl a 82,17 mg/dl, y del HDL de 39,47 mg/dl a 25,75 mg/dl, con un incremento del LDL de 8,76 mg/dl a 45,85 mg/dl, en ratas alimentadas con una dieta alta en grasas.

Al considerar que se aplicaron protocolos diferentes en estos estudios,^(12,13) y que no fue objetivo realizar comparación entre estos, en todos se corroboró el efecto hipolipidémico de las cápsulas de Moringa. Entonces, en el estudio realizado se logró demostrar que las cápsulas de Moringa poseen capacidad de reducción del colesterol total y los triglicéridos, lo cual explica la actividad positiva presentada por esta planta sobre los ratones hiperlipidémicos.

En conclusión, el efecto hipolipidémico de las cápsulas de Moringa en ratones con dislipidemia fue similar al de la atorvastatina, lo que sugiere su posible uso en el tratamiento alternativo de enfermedades relacionadas con la hiperlipidemia.

REFERENCIAS

1. Bocarando- Guzmán MD, Ríos-Corripio MA, Hernández-Cázares AS, Gómez-Merino FC, Servín-Juárez R. Caracterización de la oferta de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) en México. *Agro Productividad*. 2020;13(2):3-8. Acceso: 24/05/2021. Disponible en: <https://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1483>
2. Aderinola TA, Alashi AM, Nwachukwu ID, Fagbemi TN, Enujiugha V N, Aluko R E. In vitro digestibility, structural and functional properties of Moringa oleifera seed proteins. *Food Hydrocolloids*. 2020;101:105574. Access: 09/01/2021. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0268005X19318764>
3. Even PC, Virtue S, Morton NM, Fromentin G, Semple RK. Editorial: are rodent models fit for investigation of human obesity and related diseases? *Front Nutr* [Internet]. 2017;4:e58. Access: 18/03/2021. Available from: <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fnut.2017.00058/full>
4. Fekadu N, Basha H, Meresa A, Degu S, Girma B. Geleta B. Diuretic activity of the aqueous crude extract and hot tea infusion of *Moringa stenopetala* (Baker f.) Cufod. leaves in rats. *En: Journal of Experimental Pharmacology*. 2017;9:73-80.
5. Greek R, Menache A. Systematic reviews of animal models: methodology versus epistemology. *Int J Med Sci* [Internet]. 2013;10(3):206-21. Access: 20/03/2021. Available from: <http://dx.doi.org/10.7150/ijms.5529>
6. Vergara-Jiménez M, Almatrafi MM, Fernández ML. Bioactive components in *Moringa oleifera* leaves protect against chronic disease. *Antioxidants (Basel)* [Internet]. 2017;6(4):e91. Access: 04/04/2021. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/antiox6040091>



7. Xia F. Antioxidant and Anti-Fatigue Constituents of Okra. *Nutrients*. 2015;7(10):8846-58.
8. Nogueira L, Ramírez I, Perkins GA, Murphy A, Taub PR, Ceballos G, et al. Epicatechin enhances fatigue resistance and oxidative capacity in mouse muscle. *J. Physiol*. 2011;589(Pt 18):4615-31.
9. Leone A, Spada A, Battezzati A, Schiraldi A, Aristil J, Bertoli S, et al. Cultivation, Genetic, Ethnopharmacology, Phytochemistry and Pharmacology of *Moringa oleifera* Leaves: An Overview. *Int J Mol Sci*. 2015;16(6):12791-835.
10. Ghasi S, Nwobodo E, Ofili JO. Hypercholesterolemic effects of crude extract of leaf of *Moringa oleifera* Lam in high-fat diet fed Wistar rats. *J. Ethnopharmacol*. 2000;69:21-5.
11. Lian J, Nelson R, Lehner R. Carboxylesterases in lipid metabolism: from mouse to human. *Protein Cell* [Internet]. 2018;9(2):178-95. Access: 09/04/2021. Available from: <https://doi.org/10.1007/s13238-017-0437-z>
12. Jain PJ, Patil SD, Haswani NG. Hyperlipidemic activity of *Moringa oleifera* Lam, Moringaceae, on high fat diet-induced hyperlipidemia in albino rats. *Braz J Pharmacog*. 2010;20:969-73.
13. Vanitha RP, Asna U, Sudha S, Faiyaz A, Prasad NN. Hypocholesterolemic Effect of *Moringa oleifera* Polyphenols in Rats Fed High Fat-Cholesterol Diet. *Mal J Nutr*. 2017;23(2):473-8.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

Contribuciones de los autores

Vivian Lago Abascal: Conceptualización, curación de datos, metodología, administración del proyecto, visualización, redacción-borrador original, redacción.

Nguyen Thi Thu Huong: Investigación, Conceptualización, metodología.

Nguyen Hoang Minh: Investigación, curación de datos, análisis formal.

Efraín Rodríguez Jiménez: Metodología, curación de datos, validación - revisión y edición.

Recibido: 04/08/2021.

Aprobado: 13/09/2021.

