

# Efecto hipolipemiante de variedades de maíz (*Zea mays* L.) del Estado de Campeche (México)

Rafael Manuel de Jesús Mex-Álvarez, Patricia Margarita Garma-Quen, Nidelvia de Jesús Bolívar-Fernández, María Magali Guillén-Morales y Javier Arturo Tut-Heredia

Facultad de Ciencias Químico Biológicas  
Universidad Autónoma de Campeche  
Campeche, Camp.; México  
rafammex@uacam.mx

**Abstract**— We studied the hypolipidemic effect of five varieties of corn in albino mice fed three different diets to estimate the benefit of this cereal consumption for health in obese patients; in the high fat diet, the lipid profile of mice that received purple corn extract improved because there was a decrease in levels of Total Cholesterol (164 mg/dL) and triglycerides (146 mg/dL) and an increase in HDL levels (44 mg/dL) therefore Atherogenic Index (3.73) decreased; red corn also showed a beneficial effect on the lipid profile (Triglycerides 160 mg/dL, Total Cholesterol 178 mg/dL, HDL 40 mg/dL, Atherogenic Index 4.45) compared to control subjects (Triglycerides 191 mg/dL, Total Cholesterol 193 mg/dL, HDL 27 mg/dL, Atherogenic Index 7.15).

**Keywords**- *functional food, maize varieties, lipid profile*

**Resumen**— Se evaluó el efecto hipolipemiante de cinco variedades de maíz en ratones albinos alimentados con tres diferentes tipos de dietas para estimar el beneficio del consumo de este cereal para la salud en pacientes obesos; en la dieta con un alto contenido de grasa, el perfil lipídico de los ratones que recibieron extracto de maíz morado mejoró porque se produjo una disminución en los niveles de Colesterol Total (164 mg/dL) y Triglicéridos (146 mg/dL) y un aumento en los niveles de HDL (44 mg/dL) por tanto se redujo el índice aterogénico (3.73); el maíz rojo también mostró un efecto benéfico sobre el perfil de lípidos (Triglicéridos 160mg/dL, colesterol total 178 mg/dL, HDL 40 mg/dL, índice aterogénico 4.45) respecto a los individuos del grupo control (triglicéridos 191 mg/dL, colesterol total 193 mg/dL, HDL 27 mg/dL, índice aterogénico 7.15).

**Palabras claves**— *alimento funcional, variedades de maíz, perfil de lípidos*

## I. INTRODUCCIÓN

Los lípidos son un grupo heterogéneo de compuestos químicos que son constituyentes importantes de la alimentación tanto por su valor energético como por sus diversas funciones fisiológicas [1]. Debido a que los lípidos son insolubles en el plasma éstos circulan en el torrente sanguíneo en forma de lipoproteínas que son estructuras esféricas subcelulares compuestas por un núcleo hidrofóbico de triglicéridos y ésteres de colesterol y una superficie polar constituida por fosfolípidos, colesterol libre y apoproteínas [1]. Las lipoproteínas se clasifican de acuerdo a su tamaño, densidad y composición lipoproteica en quilomicrones (QM), lipoproteínas de muy baja (VLDL), baja (LDL) y alta (HDL) densidad [1]. El trastorno en la síntesis, transporte o metabolismo de los lípidos del plasma se denominan dislipidemias, éstas son enfermedades asintomáticas que conducen a un aumento del colesterol plasmático (hipercolesterolemia) o de los triglicéridos (hipertrigliceremia) o de ambos (dislipidemia mixta) [2]. El aumento de los niveles plasmáticos de lípidos es un factor de riesgo para las enfermedades cardiovasculares que es una de las principales causas de muerte y discapacidad en países desarrollados y actualmente han tenido un incremento en los países en vías de desarrollo [2,3].

El tratamiento de las dislipidemias tradicionalmente consta de una dieta más saludable y de farmacoterapia con medicamentos hipolipemiantes; estos presentan la desventaja de tener elevados costos, en algunos lugares son de difícil acceso y presentan reacciones adversas; por ello la población también recurre a la medicina tradicional para el tratamiento de dislipidemias [4]. Actualmente existe la

tendencia de consumir alimentos funcionales para coadyuvar al tratamiento de la obesidad y dislipidemias porque estos productos además de su aporte nutritivo contiene sustancias benéficas para la salud de quienes lo consumen; en los vegetales esas sustancias se conocen como fitonutrientes y se asocian a diversas actividades biológicas benéficas como antioxidantes, anticancerígenos, antiobésicos, antiangiogénicos y antiinflamatorios [5,6]. Un grupo importante de fitonutrientes son los compuestos polifenólicos (flavonoides, taninos, antocianidinas) que se encuentran en los alimentos vegetales asociados a la fibra y poseen actividad antioxidante que ayuda en la prevención de enfermedades cardiovasculares porque una dieta rica en antioxidantes previene la oxidación del colesterol LDL y esto se relaciona con una disminución del riesgo cardiovascular [5,6].

En ese sentido, las variedades pigmentadas del maíz son buenas candidatas para ser consideradas como alimentos funcionales porque contienen una gran cantidad de pigmentos antociánicos que son sustancias con propiedades antioxidantes cardioprotectoras y antiobésicas; el consumo de sustancias polifenólicas es benéfico para el organismo porque tienden a disminuir el colesterol y la hipertensión [7,8,9]. Además, el maíz representa el alimento principal en México y se consume de una forma muy diversa como bebidas, harinas y tortillas; los pueblos indígenas atribuyen diversas propiedades medicinales al maíz y se emplea en el tratamiento de cálculos renales, síndrome premenstrual, hipertensión, heridas y rozaduras [8,9,10]. Debido a la gran diversidad del maíz, su contenido de macro y fitonutrientes (saponinas, flavonoides, antocianidinas) dependerá del genotipo y consecuentemente sus propiedades como alimento funcional están estrechamente relacionada con la variedad de maíz porque de ella depende la calidad fitoquímica del grano [9,10].

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de cinco variedades de maíz del Estado de Campeche (México) sobre el perfil lipídico en ratones albinos con diferentes tipos de dieta (normal, a base de maíz y grasa).

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### A. Material Biológico

Las muestras de maíz se obtuvieron por donación de los campesinos del municipio de Hopelchén, Estado de Campeche (México), en total cinco se recolectaron cinco variedades de maíz (cuatro criollas de color morado, rojo, amarillo y blanco y una variedad híbrida de color blanco), una vez obtenidas las muestras se transportaron al laboratorio para su estudio y al herbario de la Universidad Autónoma de Campeche para su identificación taxonómica, corroborando que eran *Zea mays* L; se eliminó cualquier impureza que pudiera haber estado presente en las mazorcas; posteriormente, se desgranaron en forma manual las mazorcas y los granos recolectados se procesaron en un molino. El polvo obtenido se conservó en recipientes de plásticos secos y herméticamente cerrados, luego se guardó cada recipiente en un lugar seco, protegido de la luz y a -20 °C hasta su extracción.

### B. Preparación de los extractos

Se tomaron cinco gramos de harina y se maceraron con 25 mL de etanol acuoso al 70% durante 24 horas a temperatura ambiente, posteriormente se filtraron los homogenizados a través de papel filtro Whatman No 4 y el material residual se volvió a extraer del mismo modo. Finalmente, los extractos fueron concentrados en un rotavapor (Buchi) equipado con baño María a 40 °C para remoción del etanol y posteriormente se liofilizó a 13.3 Pa por 72 h (Labconco). Los extractos se conservaron en refrigeración a 4 °C en viales ámbar hasta su evaluación [11].

### C. Animales

Se usaron ratones albinos (*Mus musculus*) machos de 10 semanas de edad con peso superior a 20g y acondicionamiento previo de una semana, mantenidos a 30° C y humedad ambiental relativa del 50%, con agua y alimento purina ® ad libitum, con ciclos de luz-oscuridad de 12 horas. Siguiendo las

indicaciones estándares de los cuidadores y cultivadores de ratones y las instrucciones de la Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999 que dicta las especificaciones técnicas para la reproducción, cuidado y uso de los animales de laboratorio. Los animales se mantuvieron en ayuno doce horas antes de cada prueba bioquímica y se repartieron aleatoriamente en grupos de seis individuos [11,12].

#### D. Determinación de efecto hipolipemiante

Los experimentos consistieron en administrarle alimentos a cada grupo durante 60 días y posteriormente se realizaron los análisis bioquímicos. El primer experimento fue administrarle alimento balanceado (purina ®), en el segundo experimento se administró alimento graso (mezclando el alimento balanceado con alimentos refinados con alto contenido en azúcar, triglicéridos y colesterol), el último experimento fue proporcionarles maíz molido (en forma de masa) como única fuente de alimentación [11,13,14].

En los dos primeros experimentos en los que se proporcionaron alimento balanceado y graso, se empezó a inyectar subcutáneamente extracto de maíz (correspondiente a cada grupo problema) a dosis de 250 mg/Kg durante el tiempo del experimento, a los grupos controles se administró solución salina (NaCl 0.85%). En el último día se realizó punción cardíaca en animales anestesiados y con un ayuno de 12 horas para obtener la sangre para analizar los diversos parámetros bioquímicos en los que se utilizaron reactivos Bayer ® [11,12,13].

#### E. Análisis estadísticos

Para analizar los resultados de las pruebas se usó el programa computacional Statgraphics plus 5.1 ®. para un examen exploratorio, los estadísticos descriptivos con que se reportan los valores son la media y una desviación estándar; los resultados de cada bioensayo se analizaron para encontrar diferencias estadísticas significativas, entre las variedades de maíz evaluadas en cada tratamiento, por un Análisis de Varianza (ANOVA) de una vía, seguido de una prueba de rangos múltiples que emplea el método de comparación múltiple de medias de Tukey por el procedimiento de la diferencia mínima significativa LSD, con un nivel de confianza del 95% ( $\alpha=0.05$ ).

### III. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La obesidad es considerada, desde tiempos remotos, como la puerta de entrada a otras enfermedades, además de la diabetes otras patologías se relacionan íntimamente al sobrepeso y a la obesidad, entre ellas los accidentes cardiovasculares y la aterosclerosis [15,16]. Otro fenómeno bioquímico presentado junto con la elevación de los niveles de lípidos en sangre es la peroxidación de lípidos que degenera la salud del paciente que la padece [17]. El alto consumo de grasa se debe a cambios en los patrones dietéticos de las poblaciones, disminución de las actividades físicas y aumento del sedentarismo, en los tipos de empleo y horarios de trabajo más demandantes [17].

Para estudiar los modelos de obesidad se recurre a alimentar a los animales de experimentación con una dieta alta en grasa y rica en colesterol para producir dislipidemia que permita observar el aumento de lípidos respecto a los animales con dieta balanceada y apreciar la acción hipolipemiante de los extractos al constatar la reducción de los niveles de colesterol y triglicéridos respecto al control graso [15,16,17]. Los biomodelos de hiperlipidemia son tardados pues el metabolismo de las grasas es más lento que el de los carbohidratos y cambios significativos en los niveles sanguíneos no se observan con confiabilidad en corto tiempo [14, 18, 19].

Los resultados del perfil lipídico de los tres experimentos se reportan en las tablas I, II y III; los individuos de los grupos controles de cada experimento no recibieron tratamiento por ello el grupo control 1 se considera el grupo de referencia para los valores del perfil lipídico en ratones puesto que fueron alimentados con una dieta balanceada; los datos del perfil lipídico de los ratones del grupo

control 2 se consideran los valores de la hiperlipidemia porque ellos fueron alimentados con una dieta grasa.

Tabla I. Valores Bioquímicos Séricos de los grupos dietarios de alimento balanceado.

Metabolito	Morado	Rojo	Amarillo	Criollo Blanco	Híbrido Blanco	Control 1
<b>Colesterol Total</b>	92±5 <sup>a</sup>	95±5 <sup>a</sup>	98±7 <sup>a,b</sup>	99±6 <sup>a,b</sup>	101±4 <sup>a,b</sup>	107±5 <sup>b</sup>
<b>HDL</b>	48±2 <sup>a</sup>	43±1 <sup>b</sup>	44±2 <sup>b</sup>	40±2 <sup>b,c</sup>	42±2 <sup>b,c</sup>	38±3 <sup>c</sup>
<b>LDL</b>	28±3 <sup>a</sup>	33±4 <sup>a,b</sup>	35±4 <sup>b,c</sup>	31±5 <sup>a,b</sup>	37±4 <sup>b,c</sup>	42±4 <sup>c</sup>
<b>VLDL</b>	17±2 <sup>a</sup>	16±3 <sup>a</sup>	19±2 <sup>a,b</sup>	23±2 <sup>b,c</sup>	21±2 <sup>b</sup>	26±2 <sup>c</sup>
<b>Triglicéridos</b>	85±6 <sup>a</sup>	90±8 <sup>a</sup>	108±9 <sup>b</sup>	126±8 <sup>c</sup>	119±9 <sup>b,c</sup>	125±8 <sup>c</sup>

Resultados expresados como  $\bar{x} \pm SD$ , letras diferentes en la misma línea indican diferencias significativas.

Tabla II. Valores Bioquímicos Séricos de los grupos dietarios de alimento alto en grasa.

Metabolito	Morado	Rojo	Amarillo	Criollo Blanco	Híbrido Blanco	Control 2
<b>Colesterol total</b>	164±5 <sup>a</sup>	178±6 <sup>b</sup>	184±6 <sup>b,c</sup>	186±5 <sup>b,c</sup>	187±6 <sup>b,c</sup>	193±5 <sup>c</sup>
<b>HDL</b>	44±2 <sup>a</sup>	40±3 <sup>a,b</sup>	35±4 <sup>b</sup>	27±3 <sup>c</sup>	30±4 <sup>b,c</sup>	27±3 <sup>c</sup>
<b>LDL</b>	89±7 <sup>a</sup>	103±8 <sup>a,b</sup>	111±8 <sup>b,c</sup>	115±6 <sup>b,c</sup>	124±8 <sup>c</sup>	165±8 <sup>d</sup>
<b>VLDL</b>	27±2 <sup>a</sup>	31±3 <sup>a,b</sup>	35±3 <sup>b,c</sup>	37±2 <sup>c</sup>	33±3 <sup>b,c</sup>	31±2 <sup>a,b</sup>
<b>Triglicéridos</b>	146±6 <sup>a</sup>	160±8 <sup>a,b</sup>	167±7 <sup>b,c</sup>	177±7 <sup>c</sup>	174±7 <sup>b,c</sup>	191±6 <sup>d</sup>

Resultados expresados como  $\bar{x} \pm SD$ , letras diferentes en la misma línea indican diferencias significativas.

Tabla III. Valores Bioquímicos Séricos de los grupos alimentados con maíz.

Metabolito	Morado	Rojo	Amarillo	Criollo Blanco	Híbrido Blanco
<b>Colesterol total</b>	88±7 <sup>a</sup>	91±6 <sup>a</sup>	91±6 <sup>a</sup>	93±7 <sup>a</sup>	94±5 <sup>a</sup>
<b>HDL</b>	56±3 <sup>a</sup>	45±3 <sup>b</sup>	42±2 <sup>b</sup>	42±3 <sup>b</sup>	45±3 <sup>b</sup>
<b>LDL</b>	15±3 <sup>a</sup>	17±3 <sup>a</sup>	15±2 <sup>a</sup>	17±2 <sup>a</sup>	16±2 <sup>a</sup>
<b>VLDL</b>	15±1 <sup>a</sup>	17±1 <sup>a</sup>	16±2 <sup>a</sup>	16±1 <sup>a</sup>	17±1 <sup>a</sup>
<b>Triglicéridos</b>	78±9 <sup>a</sup>	82±8 <sup>a</sup>	86±9 <sup>a</sup>	87±8 <sup>a</sup>	82±8 <sup>a</sup>

Resultados expresados como  $\bar{x} \pm SD$ , letras diferentes en la misma línea indican diferencias significativas.

A partir de los datos obtenidos en el perfil lipídico de los ratones se puede observar que hay una tendencia en los grupos tratados con maíz a disminuir los niveles de colesterol total y triacilglicéridos, especialmente en los grupos de ratones alimentados con la dieta rica en carbohidratos y alta en grasa; este tipo de dietas se consideran obesogénicas y con altas posibilidades de desarrollar diabetes en los individuos que las consumen [19,20].

En los experimentos nutricionales se observó que los maíces criollos cuando se proporcionaron como única fuente de alimento disminuyeron los niveles de colesterol y triglicéridos, esto se debe a que las fuentes vegetales no contienen colesterol, que es un triterpeno propio de los animales; en cambio los hongos sintetizan ergosterol y las plantas fitosteroles; éstos actúan como antagonistas del colesterol y provocan que los niveles séricos disminuyan al desplazar su equilibrio metabólico; además los lípidos contenidos en el maíz están constituidos por compuestos benéficos por sus diversas acciones biológicas; ejemplo de ello son los carotenos, que son pigmentos antioxidantes liposolubles, y otros terpenos que también actúan disminuyendo los niveles de colesterol y triglicérido [5,8,10,21,22,23]. Algunos fármacos hipocolesterolemiantes actúan inhibiendo la síntesis de colesterol o aumentando la producción

de peroxisomas para metabolizar colesterol, estos mecanismos son probables para algunos fitoquímicos, también la fibra adsorbe los lípidos y evita que ingresen al organismos y se eliminan juntos por las heces fecales [23,24].

La disminución del colesterol por acción de los extractos probados es significativa en todos los casos de las variedades de maíz, aunque el mejor extracto fue el de maíz morado; en este caso pueden estar implicados los componentes fitoquímicos de tipo terpenoides o fenólicos. El término colesterol total se refiere a la cantidad total de colesterol que hay en el cuerpo sin importar en que forma se encuentre; pero el colesterol se encuentra bajo distintas especies químicas en el organismo que se denominan lipoproteínas, las más destacadas son la VLDL, LDL y HDL; son productos del metabolismo del colesterol, la LDL están involucradas con el depósito de colesterol en las arterias y las HDL en la remoción, por ello es una preocupación determinar los niveles de LDL para estimar el riesgo de padecer enfermedades vasculares, también es de interés determinar el nivel de HDL por su función protectora; así, se debe mantener una relación alta de HDL y una concentración baja de LDL para evitar que el colesterol se deposite en las arterias y las obstruya [23,24,25,26,27]. La cuantificación de lipoproteínas supone la importancia de determinar el estado metabólico del colesterol y el riesgo que existe de padecer accidentes vasculares [25,26,27,28]. En los animales tratados con extracto de maíz disminuyó el colesterol total y el nivel de LDL y aumentó la concentración de HDL en comparación con el grupo control, mejorando con esto el perfil lipídico.

El perfil de lípidos mejoró también por la disminución de los niveles de triglicéridos, aunque estos son considerados menos graves por la gente, en realidad suponen un riesgo alto de problemas coronarios o pancreáticos, muchas veces estos se incrementan más rápido que el colesterol porque se consumen más o porque su producción en el cuerpo es más rápida y se derivan de un consumo excesivo de azúcares que elicitla la síntesis de ácidos grasos y de triacilglicéridos, estos lípidos se relacionan más estrechamente con la obesidad pues aumentan por una dieta rica en grasa y azúcares y se acumulan en el tejido adiposo; si disminuye la concentración de triacilglicéridos el tejido adiposo se reducirá y habrá una baja en el peso corporal [28,29,30,31,32]. Este efecto hipolipemiente permiten recomendar al maíz morado y rojo como alimentos funcionales para personas obesas, diabéticos o con enfermedades cardiovasculares porque su consumo tiende a disminuir los niveles de lípidos.

Además, con los datos del colesterol total y HDL-colesterol se calculó el índice aterogénico (de Castelli) de cada uno de los grupos, dichos valores se muestran en la Fig. 1; en ella se nota el efecto benéfico de los extractos de maíz al reducir en gran medida el índice de riesgo de accidentes cardiovasculares.

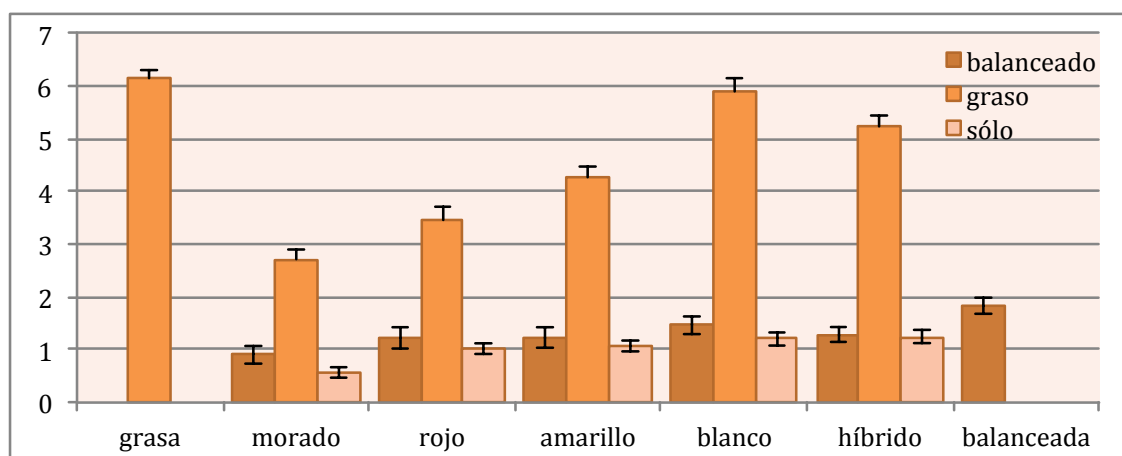


Fig. 1.- Índice aterogénico en los diferentes grupos tratados.

El índice aterogénico mide el riesgo de que se produzca aterosclerosis y generalmente se acepta que un índice aterogénico mayor a 5 representa un riesgo de producirse problemas vasculares ya que representa una mayor proporción de LDL en relación al HDL [27,33,34,35]. En los experimentos con dieta grasa, el índice aterogénico aumentó demasiado en el grupo control respecto a su par que recibió alimento balanceado, pero este riesgo es disminuido con la administración de extracto de maíz morado, pues éste disminuyó el índice aterogénico, en los ratones alimentados con dieta grasa, al reducir el colesterol total y aumentar el HDL.

#### IV. CONCLUSIONES

El perfil lipídico de los ratones que recibieron extracto o consumieron maíz como única fuente de alimentación mejoró significativamente en comparación con los grupos controles; el mejor tratamiento fue con maíz morado que produjo una disminución en los niveles de colesterol total y triacilglicéridos y un aumento en los niveles de colesterol-HDL por tanto se redujo el índice aterogénico. La eficiencia de los metabolitos secundarios contenidos en el maíz morado para mejorar el perfil lipídico permite demostrar el beneficio a la salud del consumo del alimento especialmente para grupos epidemiológicamente vulnerables como son las personas obesas o con alto riesgo de sufrir accidentes vasculares.

#### REFERENCIAS

- [1] R. Argüeso Armesto, J.L. Díaz Díaz, J.A. Díaz Peromingo, A. Rodríguez González, M. Castro Mao and F. Diz-Lois, “Lípidos, Colesterol y Lipoproteínas” Galicia Clin. vol. 72 (Supl. 1), pp. S7-S17, 2011.
- [2] H. Schargrodsy, “Prevalencia de dislipidemias en la ciudad de México y su asociación con otros factores de riesgo cardiovascular” Gaceta Médica de México vol. 150, pp. 1–9, 2014.
- [3] F.A. Martínez-Hernández and R. Chávez-Aguirre, “Prevalencia y comorbilidad de dislipidemias en el primer nivel de atención” Rev. Med. Inst. Mex. Seguro Soc. vol. 45, pp. 469–475, 2007.
- [4] A. Bianchi, “Los extractos de *Monascus purpureus* en la prevención y tratamiento de la aterosclerosis” Revista de Fitoterapia vol. 4, pp. 117–127, 2004.
- [5] S. Cid-Ortega and J.A. Guerrero-Beltrán, “Propiedades funcionales de la jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.)” Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos vol. 2, pp. 47–63, 2012.
- [6] F. Blando, C. Gerardi and I. Nicoletti, “Sour Cherry (*Prunus cerasus* L) Anthocyanins as Ingredients for Functional Foods” Journal of Biomedicine and Biotechnology vol. 5, pp. 253–258, 2004.
- [7] F.Q. Jacobo, K.A. Condorena and A.G. Gutiérrez, “Características Morfológicas y Químicas de 3 Cultivares de Maíz Morado (*Zea mays* L.) en Arequipa-Perú”, Rev. Soc. Quím. Perú vol. 77, pp. 205–217, 2011.
- [8] R. Hañaraqui-Quispe, J. Arroyo, O. Herrera-Calderón and H. Herrera-Morán, “Efecto hepatoprotector del extracto hidroetanólico atomizado del maíz morado (*Zea mays* L.) en lesiones hepáticas inducidas en ratas”, An. Fac. Med. Vol 76, pp. 123-128, 2015.
- [9] V. Hernández-Martínez, Y. Salinas-Moreno, J.L. Ramírez-Díaz, G. Vázquez-Carrillo, A. Domínguez-López and G. Ramírez-Romero, “Color, Phenolic Composition and Antioxidant Activity of Blue tortillas from Mexican Maize Races”, Journal of Food vol 14, pp. 473-481, 2016.
- [10] M. Sánchez-Herrera, E. Martínez-Cano, M. Maldonado-Santoyo and X. Aparicio-Fernández, “Comparative Study on the Nutritional and Antioxidant Properties of Two Mexican Corn (*Zea mays*) Based Meals Versus Processed Cereals” Archivos Latinoamericanos de Nutrición vol 64, pp. 116–122, 2014.
- [11] R. Rajendran and E. Krishnakumar, “Hypolipidemic Activity of Chloroform Extract of *Mimosa pudica* Leaves” Avicenna Journal of Medical Biotechnology Vol. 2, pp. 215–221, 2010.



- [12] T.M. Izutani, S.I. Natomi, A.I. Nazu and E.K. Awahara, "Hypolipidemic Effect of *Pleurotus eryngii* Extract in Fat-Loaded Mice" *J. Nutr. Sci. Vitaminology* vol. 56, pp. 48–53, 2010.
- [13] H. Sik Lee, S. Jung Woo and S. Jwang Ku. "Hypolipidemic and Hepatoprotective Effects of *Picrorrhiza rhizoma* in High Fat Diet Supplied Mice. A Prevention Study". *Biomolecules & Therapeutics* vol. 53, pp. 46–53, 2008.
- [14] S. Sinha and A.K. Ghosh "Hypolipidemic Effect of Ethanolic Extract of *Aegle marmelos* and *Terminalia arjuna* in Hyperlipidemic Rat Model" *International Journal of Advanced Technology in Engineering and Science* vol 3, pp. 616–621, 2015.
- [15] J. Zhou, S.W. Zhou, S.Y. Zeng, J.Y. Zhou, M.J. Jiang and Y. He, "Hypoglycemic and Hypolipidemic Effects of Ethanolic Extract of *Mirabilis jalapa* L. Root on Normal and Diabetic Mice" *Evidence-Based Complementaru and Alternative Medicine* vol 2012, pp. 1-9, 2012.
- [16] J.V. Réus, T.C. Tristão, M.S. Fernandes and L. Costa-campos "Hypoglycemic and Hypolipidemic Effect of Leaves from *Syzygium cumini* (L.) Skeels, *Myrtaceae*. in Diabetic Rats" *Revista brasileira de Farmacognosia* vol. 20, pp. 222–227, 2010.
- [17] R. Castañeda, S.M. Cruz and A. Cáceres, "Actividad Hipotrigliceridémica de un Extracto de Rosa de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) al Administrarse Antes y Durante las Comidas" *Ciencia, Tecnología y Salud* vol. 2, pp. 141-147, 2015.
- [18] P. Paul, M.K. Islam, A. Mustari and M.Z. Khan, "Hypolipidemic Effect of Ginger Extract in Vanaspati Fed Rats" *Bangl. J. Vet. Med.* vol. 10, pp. 93–96, 2012.
- [19] C.C. Emeh, B.W. Abbey and E.B. Essien. "Hypolipidemic Activity of Aqueous Extract of *Costus afer* Sems in Diet Induced Hyperlipidemic Rats" *Scholars Research Library* vol. 6, pp. 55–62, 2014.
- [20] V. Duraipandiyani, N.A. Al-dhabi, S. Stephen and C. Sunil, "Hypolipidemic Activity of Friedelin Isolated from *Azima tetraacantha* in Hyperlipidemic Rats" *Rev. Bras. Farmacogn* vol. 26, pp. 89–93, 2016.
- [21] B.S. Rangika, P.D. Dayananda and D.C. Peiris, "Hypoglycemic and Hypolipidemic Activities of Aqueous Extract of Flowers from *Nycantus arbor-tristis* L. in Male Mice". *BMC Complement. Altern. Med.* vol. 15, pp. 1–9, 2015
- [22] I. Palomo G., E. Fuentes Q., G. Carrasco S., D. González R. and R. Moore-Carrasco. Actividad Antioxidante, Hipolipemiente y Antiplaquetaria del Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y el Efecto de su Procesamiento y Almacenaje" *Rev. Chil. Nutr.* Vol. 37, pp. 524–533, 2010.
- [23] F.A. Wani, A.Z. Albahrawy, A. Z. and S. Rahiman, "Hypolipidemic Activity of Olive Oil (*Olea europaea*) against High Fat Diet-Induced Nonalcoholic Fatty Liver Disease (NAFLD) in Mice" *Open Journal of Pathology* vol.5, pp. 73–83, 2015.
- [24] J. Campos Florián, "Efecto hipolipidémico del Extracto Acuoso de las Hojas de *Artocarpus altilis* 'árbol del pan' en *Rattus norvegicus* con Hiperlipidemia Inducida" *Scientia Agropecuaria* vol. 4, pp. 275–283, 2013.
- [25] L. Emoe, B. Morgado, L. Yisel, G. Madariaga and L. Deodelys, "Evaluación del potencial Hipolipemiente de Dos Plantas Medicinales en un Modelo de Hiperlipidemia Crónica" *Revista Cubana de Plantas Medicinales* vol. 19, pp. 133–143, 2014.
- [26] A.K. Dubey, A. Devi, G. Kutty and R.P. Shankar, "Hypolipidemic Activity of *Ginkgo biloba* Extract, EGb 761 in Hypercholesterolemic Wistar Rats" *IJPT* vol. 4, pp. 9–12, 2005.
- [27] J. G. Ghalehkandi, A. Asghari, R. Salamat and D. Nobar, "Hypolipidemic Effects of Aqueous Extract of Onion (*Allium cepa* Linn) on Serum Levels of Cholesterol, Triglycerides, LDL and HDL Compared with Zn Sulfate supplementation in the Rats" *European Journal of Experimental Biology* vol. 2, pp. 1745–1749, 2012.
- [28] W. Widowati, H. Ratnawati, T. Mozefis, D. Pujimulyania and Y. Yellianty, "Hypolipidemic and Antioxidant Effects of Black Tea Extract and Quercetin in Atherosclerotic Rats" *International Journal of Medical, Health, Biomedical, Bioengineering and Pharmaceutical Engineering* vol. 7, pp. 626–633, 2013.

- [29] O. Osorio-Esquivel, V. Cortés-Viguri, L. Garduño-Siciliano, A. Ortiz-Moreno and M.E. Sánchez-Pardo, “Hypolipidemic Activity of Microwave-Dehydrated Mango (*Mangifera indica* L.) Powder in Mice Fed a Hypercholesterolemic Diet” *J. Biomedical Science and Engineering* vol. 7, pp. 809–817, 2014
- [30] B. Sharma, S.K. Satapathi, P. Roy, “Hypoglycemic and Hypolipidemic Effect of *Aegle marmelos* (L.) Leaf Extract on Streptozotocin Induced Diabetic Mice” *International Journal of Pharmacology* vol. 3, pp. 444-452, 2007.
- [31] H. Yuan, Z. Gong, S. Meng and H. He “Hypoglycemic and Hypolipidemic Effects of a Triterpenoid-rich extract from *Euryale shell* on Streptozotocin-Induced Diabetic Mice” *Pharmazie* vol. 68, pp. 227–231, 2013.
- [32] L. Qiu, T. Chen, F. Zhong, Y. Hong, L. Chen and H. Ye, “Red Clover Extract Exerts Antidiabetic and Hypolipidemic Effects in db / db Mice” *Experimental and Therapeutic Medicine* vol.4, pp. 699–704, 2012.
- [33] V. Duraipandiyan, N.A. Al-dhabi, S. Stephen and C. Sunil, “Hypolipidemic Activity of Friedelin Isolated from *Azima tetracantha* in Hyperlipidemic Rats”. *Rev. Bras. Farmacogn.* vol. 26, pp. 89–93, 2016.
- [34] S. Bhardwaj, J. Bhattacharjee, M.K. Bhatnagar and S. Tyagi, “Atherogenic Index of Plasma, Castelli Risk Index and Atherogenic Coefficient-New Parameters in Assessing Cardiovascular Risk” *IJPBS* vol. 3, pp. 359-364, 2013.
- [35] P.M. Ranjit, G. Guntuku and R. Pothineni, “New Atherogenic Indices : Assessment of Cardio Vascular Risk in post Menopausal Dyslipidemia” *Asian Journal of Medical Sciences* vol. 6, pp. 25–32, 2015.