



“UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO”

FACULTAD DE QUIMICOFARMACOBIOLOGIA

TESIS

**EFFECTO HIPOLIPEMIANTE DEL ACEITE PROVENIENTE
DE LA FAMILIA TAXONOMICA DE LAS ROSÁCEAS, EN
UN MODELO MURINO**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

QUÍMICO FARMACOBIOLOGO

PRESENTA:

P. Q.F.B. LENNIN TAPIA HERNANDEZ

ASESOR:

D.C. RAFAEL ORTIZ ALVARADO

MORELIA MICHOACAN NOVIEMBRE DEL 2019

DEDICATORIA

A MIS PADRES: Berenice Hernández Fabián Y Pedro Tapia Fabián

Que sin ellos y su incondicional apoyo no hubiera logrado cumplir una meta más en mi vida ya que ellos son un pilar fundamental para mi persona tanto académica como en mi vida diaria.

A MIS ABUELOS: Salvador Hernández Huaroco y Lidia Fabián Chávez

Que gracias a sus conocimientos, consejos y experiencias brindados durante toda mi vida me han ayudado a sobreponerme sobre todas las adversidades para llegar hasta este punto.

A mi asesor:

D.C. Rafael Ortiz Alvarado mi asesor de tesis por confianza brindada, su gran apoyo y motivación para la culminación de mis estudios profesionales y para la elaboración de esta tesis.

Índice

1. RESUMEN	7
2. ABSTRACT	8
3. INTRODUCCIÓN	9
Diabetes Mellitus	10
Tipos de Diabetes Mellitus.	11
Complicaciones vasculares por el estado hiperglicémico.	14
Dieta en la diabetes mellitus.	16
Importancia de los ácidos grasos en la dieta humana.	16
Alimentos funcionales en las patologías metabólicas.	18
Clasificación taxonómica del género <i>Rubus</i> spp	19
La producción y exportación de <i>Rubus fruticosus</i> en México y el estado de Michoacán.	22
Importancia de los frutos rojos en el estado de Michoacán.	25
Compuestos Fenólicos	34
Flavonoides	35
Fenoles	36
Antocianinas	36
Terpenos	37
Alcaloides	39
Esteroles	39

Azúcares solubles.....	41
Proteínas	42
Lípidos	42
4. JUSTIFICACIÓN	43
5. HIPÓTESIS	44
6. OBJETIVO GENERAL	45
7. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	45
8. MATERIALES Y MÉTODOS	46
Ácidos grasos de <i>Rubus fruticosus</i>	50
Ácidos grasos saturados de <i>Rubus fruticosus</i>	52
Ácidos grasos monoinsaturados de <i>Rubus fruticosus</i>	53
Ácidos grasos poliinsaturados de <i>Rubus fruticosus</i>	54
Metabolismo de los ácidos grasos poliinsaturados (digestión, absorción y transporte).....	56
Ácidos grasos poliinsaturados y su efecto en la Diabetes mellitus.	58
Ácidos grasos poliinsaturados en enfermedades cardiovasculares.	59
REFERENCIAS.	60
ANEXOS.....	66

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Figura 1. <i>Rubus fruticosus</i> , zarzamora, fruto de polidrupa.....	21
Ilustración 2 Figura 2. Estructura los metabolitos secundarios presentes en <i>Rubus fruticosus</i>	33
Ilustración 3 Figura 3. Expresa la forma en el que el colesterol en altas concentraciones dal lugar a las patologías cardiovasculares.....	40
Ilustración 4 Figura 4. . Estructura de un ácido graso saturado, ácido esteárico.	52
Ilustración 5 Figura 5. Ácido oleico, un ácido graso monoinsaturado, con el doble enlace en posición 9 a contar desde el extremo metilo de la molécula es por tanto de la serie omega 9.....	53
Ilustración 6 Figura 6. Estructura química del ácido linoléico el cual está presente en <i>Rubus fruticosus</i>	54
Ilustración 7 Figura 7. Dentro de la serie omega-6, el ácido graso de cadena larga (20 carbonos) más importante es el ácido araquidónico (AA). El AA se halla en las grasas de animales alimentados con semillas y en la yema del huevo.	56
Ilustración 8 Figura 8. Metabolismo de los ácidos grasos indispensables indicando los principales destinos metabólicos de estos ácidos grasos.	57

Índice de tablas

Table 1 Taxonomía de <i>Rubus fruticosus</i> la cual es originaria de Europa, Asia y Norte de África.	20
Table 2. Expresa la producción Nacional de Zarzamora por cada entidad federativa en 2013 en donde es evidente la mayor producción por el estado de Michoacán de Ocampo.	24
Table 3 Refiere el incremento en la producción de <i>Rubus fruticosus</i> a nivel nacional en los últimos años.	25
Table 4. Plasma las moléculas nutrimentales contenidos en los frutos de <i>Rubus fruticosus</i> expresadas en gramos y miligramos.	26
Table 5 Dieta estandarizada AIN- 93G para múrinos.....	29
Table 6 Dieta estandarizada AIN-93G para múrinos a la cual se le sustituyo el aceite de <i>Rubus fruticosus</i> por el aceite de soya.	30
Table 7 Concentración de ácidos grasos saturados presentes en <i>Rubus fruticosus</i> , mediante análisis cromatograficos.	52
Table 8 Concentración de ácidos grasos monoinsaturados presentes en <i>Rubus fruticosus</i> , mediante análisis cromatograficos.	54
Table 9 Concentración de ácidos grasos poliinsaturados presentes en <i>Rubus fruticosus</i> , mediante análisis cromatograficos.	55

1. RESUMEN

Efecto hipolipemiante del aceite proveniente de la familia taxonómica de las rosáceas, en un modelo murino.

Lennin Tapia Hernandez, Rafael Ortiz-Alvarado

Palabras clave: Palabras Clave: (Ácidos grasos poliinsaturados, *Rubus fruticosus*, Rosáceas, Diabetes Mellitus, hipoglucemiante)

Resumen

La Diabetes Mellitus (DM) es un problema de salud pública y el tratamiento es de manera integral, a través de cambios dietéticos y la administración de fármacos, la que se trata con hipoglicemiantes como los derivados de las sulfonilureas (glibenclamida), que tienen como efecto secundario una dislipidemia. Por lo que el control dietético es fundamental para el tratamiento de la DM. Por lo que el uso de compuestos nutraceuticos es una opción, necesaria. Metodología. Se administró a dos grupos de ratones de la cepa *Balb-c*, inducidos al modelo de DM-1, con estreptozotocina (150mg/kg de peso) y se usó la dieta experimental AINM-93 modificada con aceite (cuyo perfil de ácidos grasos es de tipo poliinsaturados de tipo C:18 y *cis*, por análisis cromatográfico) proveniente de *R. fruticosus*, al 4% de la composición original. Después de 14 días de tratamiento, se determinó una disminución en la concentración de glucosa sérica, observando en el colesterol sérico una disminución del 47.3% en el grupo tratado con la dieta modificada, por el aceite de semilla de zarzamora, no observando un cambio significativo en la fracción de triglicéridos séricos en los animales sometidos al tratamiento dietético modificado respecto a los animales con la dieta estándar AINM-93. Por lo tanto, la incorporación de ácidos grasos poliinsaturados al 4% en una dieta estándar, puede coadyuvar al control glicémico y lipémico en la Diabetes Mellitus, como problema de salud pública.

2. ABSTRACT

Hypolipidemic effect of oil from the taxonomic family of rosacea, in a murine model.

Lennin Tapia Hernandez, Rafael Ortiz-Alvarado

Keywords: Keywords: (Polyunsaturated fatty acids, *Rubus fruticosus*, Rosaceae, Diabetes Mellitus, hypoglycemic)

Summary

Diabetes Mellitus (DM) is a public health problem and the treatment is comprehensive, through of dietary changes and the administration of drugs, which is treated with hypoglycemic agents such as those derived from sulfonylureas (glibenclamide), which have dyslipidemia as a side effect. Therefore, dietary control is essential for the treatment of DM. So the use of nutraceutical compounds is a necessary option. Methodology. Two groups of *Balb-c* strain mice, induced to the DM-1 model, were administered with streptozotocin (150mg / kg weight) and the oil-modified AINM-93 experimental diet was used (whose fatty acid profile is polyunsaturated type C: 18 and cis, by chromatographic analysis) from *R. fruticosus*, 4% of the original composition. After 14 days of treatment, a decrease in the concentration of serum glucose was determined, observing in the serum cholesterol a decrease of 47.3% in the group treated with the modified diet, by the blackberry seed oil, not observing a significant change in the fraction of serum triglycerides in animals subjected to modified dietary treatment with respect to animals with the standard AINM-93 diet. Therefore, the incorporation of 4% polyunsaturated fatty acids in a standard diet, can contribute to glycemic and lipemic control in Diabetes Mellitus, as a public health problem.

3. INTRODUCCIÓN

El actual modelo económico impacta diferentes órdenes humanos, entre ellos el cultural y el patrón de conducta alimentaria, en donde México, no está exento de esta dinámica mundial, una manera de monitorear el desarrollo de nuestro estado es por medio del Índice de Desarrollo Humano (IDH) de acuerdo a los datos obtenidos del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) el cual es un indicador donde se resumen los logros promedio en tres dimensiones: salud, educación e ingreso, el estado de Michoacán se encuentra en el lugar 29º de los 32 estados de la República; con un valor de 0.700 de IDH en salud para el año 2012, en educación ocupamos la posición 30º así como el índice de desarrollo el lugar 26º, se considera que cada una de estas dimensiones representa una capacidad fundamental necesaria para que las personas puedan disfrutar de una vida que consideren valiosa, ya que con ellos no existe facilidad del acceso a una vida saludable mucho menos una alimentación sana, estos factores llevarían a tener una mayor probabilidad de desarrollar enfermedades crónico degenerativas («Informe Nacional sobre Desarrollo Humano México 2016», s. f.). («UNDP-MX-PovRed-IDHmunicipalMexico-032014.pdf», s. f.).

Informe sobre Desarrollo Humano México 2016 Desigualdad y Movilidad. Programa de las Naciones Unidas.

Las enfermedades crónico-degenerativas son las principales causas de mortalidad en México, ubicándose en primer lugar la Diabetes mellitus, en segundo las enfermedades isquémicas del corazón, en tercero las cerebrovasculares, y en cuarto las crónicas del hígado. “Todos estos padecimientos, están muy relacionadas con la obesidad y con el síndrome metabólico” (Gómez-Dantés et al., 2016).

Diabetes Mellitus

La Diabetes es una enfermedad crónica que aparece cuando el páncreas no produce insulina suficiente o cuando el organismo no utiliza eficazmente la insulina que produce. La insulina es una hormona que regula el azúcar en la sangre. El efecto de la diabetes no controlada es la hiperglucemia (aumento del azúcar en la sangre), que con el tiempo compromete el funcionamiento de diferentes sistemas y afecta diferentes órganos, particularmente la integridad neuro-vascular (Maillard, Carmichael, Reed, Mungas, & DeCarli, 2015).

En 2014, el 8,5% de los adultos (18 años o mayores) había sido diagnosticado con algún tipo de Diabetes Mellitus. En 2012 se registraron 1.5 millones de muertes, como consecuencia directa de la Diabetes y los niveles altos de glucemia fueron la causa de otros 2.2 millones de muertes (Alegre-Díaz et al., 2016).

A nivel mundial el número de personas con Diabetes ha aumentado de 108 millones a 422 millones para el año 2014 (Balakumar, Maung-U, & Jagadeesh, 2016) . La prevalencia mundial de la Diabetes en adultos ha aumentado del 4.7 % en 1980 al 8.5 % en 2014, la prevalencia de la diabetes ha aumentado con mayor rapidez en los países de ingresos medianos y bajos, debido a que por la falta de oportunidad no tienen acceso a una dieta saludable mucho menos una cultura alimenticia saludable la cual les ayude a prevenir este padecimiento (Evans, 2016).

México ocupa actualmente el octavo lugar mundial en la prevalencia de Diabetes. Las proyecciones de los especialistas internacionales refieren que para el año 2025, el país ocupará el sexto o séptimo lugar, con 11.9 millones de mexicanos con Diabetes (Ridler, 2017). En cuanto a mortalidad por Diabetes, México ocupa el sexto lugar mundial y el tercer lugar en el continente americano (Ridler, 2017).

La doctora Gloria Ruíz Guzmán informó que en México cerca de 60% de los jóvenes entre 18 y 49 años presenta sobrepeso u obesidad y se ha visto que la edad de inicio es cada vez más temprana, por lo que consideró importante

evaluar poblaciones, con el fin de tomar medidas preventivas, así como entender los factores “que inclinan la balanza hacia un futuro enfermo” (Ruíz-Guzman G., 2014).

El rápido incremento en la prevalencia de Diabetes mellitus (DM) en el mundo ha demostrado la importancia que el estilo de vida tiene para el desarrollo de la enfermedad.

Las intervenciones tempranas para prevenir y diagnosticar, el desarrollo de la DM muestran un aumento en la esperanza y calidad de vida de los pacientes.

Dichas intervenciones también son benéficas en términos económicos tanto para la sociedad como para los prestadores de los servicios de salud (Arredondo & Zúñiga, 2004).

Dado el incremento en la prevalencia de la DM en México, la identificación, de la población en riesgo y la implementación de estrategias de diagnóstico y prevención costo-efectivas son apremiantes (Hernández-Ávila, Gutiérrez, & Reynoso-Noverón, 2013).

Tipos de Diabetes Mellitus.

Diabetes Mellitus tipo 1.

La Diabetes Mellitus tipo 1 está causada por una reacción autoinmune, en la que el sistema de defensas del organismo ataca las células productoras de insulina del páncreas. Como resultado, el organismo deja de producir la insulina que necesita. La razón por la que esto sucede no se acaba de entender. La enfermedad puede afectar a personas de cualquier edad, pero suele aparecer en niños o jóvenes adultos. Las personas con esta forma de diabetes necesitan inyecciones de insulina a diario con el fin de controlar sus niveles de glucosa en sangre. Sin insulina, una persona con diabetes tipo 1 morirá.

La diabetes tipo 1 suele desarrollarse repentinamente y podrían presentarse síntomas como:

- sed anormal y sequedad de boca
- micción frecuente
- cansancio extremo/falta de energía
- apetito constante
- pérdida de peso repentina
- lentitud en la curación de heridas
- infecciones recurrentes
- visión borrosa

Las personas con diabetes tipo 1 pueden llevar una vida normal y saludable mediante una combinación de terapia diaria de insulina, estrecha monitorización, dieta sana y ejercicio físico habitual.

El número de personas que desarrollan Diabetes tipo 1 aumenta cada año. Las razones para que esto suceda siguen sin estar claras, pero podría deberse a los cambios de los factores de riesgo medioambiental, a circunstancias durante el desarrollo en el útero, a la alimentación durante las primeras etapas de la vida o a infecciones virales.

La Diabetes Mellitus de tipo 1 (también llamada insulín dependiente, juvenil o de inicio en la infancia) se caracteriza por una producción deficiente de insulina y requiere la administración diaria de esta hormona. Se desconoce aún la causa de la Diabetes Mellitus de tipo 1 y no se puede prevenir con el conocimiento actual (Hygum, Starup-Linde, Harsløf, Vestergaard, & Langdahl, 2017).

Diabetes Mellitus de tipo 2.

La diabetes tipo 2 es el tipo más común de diabetes. Suele aparecer en adultos, pero cada vez más hay más casos de niños y adolescentes. En la diabetes tipo 2, el organismo puede producir insulina pero, o bien no es

suficiente, o el organismo no responde a sus efectos, provocando una acumulación de glucosa en la sangre.

Las personas con diabetes tipo 2 podrían pasar mucho tiempo sin saber de su enfermedad debido a que los síntomas podrían tardar años en aparecer o en reconocerse, tiempo durante el cual el organismo se va deteriorando debido al exceso de glucosa en sangre. A muchas personas se les diagnostica tan sólo cuando las complicaciones diabéticas se hacen manifiestas. Aunque las razones para desarrollar diabetes tipo 2 aún no se conocen, hay varios factores de riesgo importantes. Éstos son:

- obesidad
- mala alimentación
- falta de actividad física
- edad avanzada
- antecedentes familiares de diabetes
- origen étnico
- nutrición inadecuada durante el embarazo, que afecta al niño en desarrollo

En contraste con las personas con diabetes tipo 1, la mayoría de quienes tienen diabetes tipo 2 no suelen necesitar dosis diarias de insulina para sobrevivir. Sin embargo, para controlar la afección se podría recetar insulina unida a una medicación oral, una dieta sana y el aumento de la actividad física.

El número de personas con diabetes tipo 2 está en rápido aumento en todo el mundo. Este aumento va asociado al desarrollo económico, al envejecimiento de la población, al incremento de la urbanización, a los cambios de dieta, a la disminución de la actividad física y al cambio de otros patrones de estilo de vida (Stechemesser et al., 2017).

Diabetes mellitus gestacional (DG)- La Diabetes Mellitus Gestacional es una afección causada por las hormonas del embarazo (cortisoles y estrógenos) que actúan bloqueando el trabajo realizado por la insulina y que por lo general es diagnosticada en el 2 o 3 trimestre del embarazo sin antecedentes previos

de (DM). La DG puede o no solucionarse después del embarazo aunque las pacientes que cuentan con este padecimiento tienen un mayor riesgo de complicaciones tanto para la madre como para el feto esto en comparación a la población en general llegando a provocar preeclampsia, malformaciones, macrosomía, premadurez, ictericia e incluso la muerte fetal. (Diabetes gestacional) <http://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/guiasclinicas/320GER.pdf>

Diabetes mellitus de tipo 4 Otros tipos específico: DM monogénica (diabetes neonatal, DM tipo MODY (maturity-onset diabetes of the young), enfermedades del páncreas exocrino (fibrosis quística...), DM producida por fármacos (glucocorticoides, antiretrovirales...).

Complicaciones vasculares por el estado hiperglicémico.

Las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de muerte en los países industrializados y su frecuencia está aumentando entre las poblaciones en desarrollo. Dichas enfermedades son debidas a la lesión de las arterias por un proceso denominado arterioesclerosis o aterotrombosis. Tradicionalmente se pensó que la dieta saludable, de la que es un ejemplo la Dieta Mediterránea, reducía el riesgo de dichas enfermedades por su acción sobre los factores de riesgo y en especial las fracciones de colesterol, la hipertensión y la diabetes mellitus. Sin embargo una activa investigación está demostrando, en los últimos años, que la acción biológica de los nutrientes de la dieta van mucho más allá, puesto que modulan los propios mecanismos que producen la lesión vascular, como son el estrés oxidativo, la coagulación, la capacidad de vasodilatación de las arterias y sobre todo la inflamación. En los últimos años, además de los trabajos encargados de demostrar el efecto beneficioso de la Dieta Mediterránea sobre estos mecanismos de regulación cardiovascular, se ha podido demostrar el efecto beneficioso que el consumo de un modelo de Dieta Mediterráneo aporta a la reducción en la incidencia de eventos cardiovasculares. Este efecto clínico es conocido entre otros gracias al estudio PREDIMED lo que hace que dicha dieta sea actualmente el paradigma mundial de dieta sana.

Los seres humanos no consumen nutrientes o alimentos aislados sino que su dieta se compone de múltiples alimentos que a su vez están compuestos de miles de nutrientes y biocomponentes no nutricionales, muchos de ellos desconocidos. Dada esta complejidad y puesto que el resultado final de la dieta depende de la interacción entre unos y otros de sus componentes, lo importante es que el conjunto de alimentos sea adecuado, lo que sabemos que sucede con la Dieta Mediterránea. En ella predominan los alimentos de origen vegetal, como frutas, verduras, legumbres, cereales, aceite de oliva, vino en cantidades moderadas y frutos secos. Por el contrario el aporte de productos animales es más moderado e incluye carnes blancas, pescado, lácteos pobres en grasa y consumo excepcional de productos de pastelería y carnes rojas.

Actualmente podemos afirmar que el modelo de Dieta Mediterráneo es el paradigma de dieta sana y la adherencia a este patrón dietético se ha relacionado con una reducción en la mortalidad global y en la incidencia de eventos cardiovasculares tales como la cardiopatía isquémica y la enfermedad cerebro vascular (Hamed, 2017).

El beneficio más conocido de la dieta sobre el riesgo cardiovascular se atribuye a el efecto que tiene sobre el metabolismo lípidico, en especial sobre los niveles de colesterol total y colesterol LDL (lipoproteínas de baja densidad) que se correlacionan directamente con el riesgo de enfermedad cardiovascular, por otro lado el colesterol HDL (lipoproteínas de alta densidad) cuyos niveles plasmáticos se asocian en forma inversa con la aparición de evento cardiovascular. También se ha determinado que las grasas saturadas son las que más condicionan los niveles de colesterol LDL. Otro tipo de ácidos grasos son los insaturados, los cuales pueden ser monoinsaturados y poliinsaturados, los poliinsaturados reducen tanto el colesterol LDL y mantienen o elevan el colesterol HDL. Esta es la combinación ideal, que se refleja en el denominado cociente aterogénico (colesterol total/colesterol HDL), como índice que predice el riesgo de sufrir enfermedad cardiovascular. Por ello es tan importante conocer que, a efectos de la acción sobre el colesterol, interesa no solo la cantidad sino también la calidad de la grasa. Estos efectos, bien establecidos, han permitido recomendar el consumo de ácidos grasos de tipo

poliinsaturados por su beneficio sobre las fracciones de colesterol (Coronel, 2017).

Dieta en la diabetes mellitus.

La piedra angular en el tratamiento integral de los estados hiperglicémicos en la Diabetes Mellitus de tipo 1, y 2 se fundamenta en el estricto apego a una dieta baja en carbohidratos simples, alimentos que no tengan un impacto significativo en la glicemia del paciente y que logren mantener los niveles glicémicos postprandiales (Kessler et al., 2017). Adicionalmente se busca que se complemente una dieta diversificada en proteínas que no tengan un origen de mamíferos (carnes rojas) (Labonte, Chevalier, Marliss, Morais, & Gougeon, 2015), y que eliminen de manera completa o se disminuyan a su mínima expresión el consumo de ácidos grasos de tipo saturados en favor de los ácidos grasos de tipo monoinsaturados y poliinsaturados, así como el consumo de alimentos que contengan un importante aporte de antioxidantes (Al-Waili, Al-Waili, Al-Waili, & Salom, 2017).

Importancia de los ácidos grasos en la dieta humana.

ÁCIDOS GRASOS

El conocimiento de la función de ciertos ácidos grasos en la salud y el bienestar nutricional y de cómo ejercen sus efectos ha tenido un importante desarrollo durante la última década. Las grasas son energéticamente densas (37 kilojulios o 9 kilocalorías por gramo), pero sus consecuencias sobre la salud van más allá de su papel exclusivo como fuentes de energía.

Tanto las grasas como los ácidos grasos deben considerarse nutrientes clave que afectan con el tiempo al crecimiento, el desarrollo inicial y las enfermedades crónicas nutricionales. Por ejemplo, los ácidos grasos n-3 y n-6 son nutrientes esenciales y también, como parte su aporte dietético de grasa, afectan a la prevalencia y gravedad de las enfermedades cardiovasculares, la diabetes, el cáncer y la disminución funcional vinculada a la edad (Lalia & Lanza, 2016).

Los ácidos grasos son componentes naturales de las grasas y los aceites. Tomando como referencia su estructura química, se pueden clasificar en tres grupos: 'saturados', 'monoinsaturados' y 'poliinsaturados'. Los ácidos grasos saturados (grasas) están presentes principalmente en alimentos de origen animal, como la carne (grasa), la manteca, los embutidos, la mantequilla y el queso, pero también en el aceite de palma y en el de coco que se utilizan para freír. La mayoría de los ácidos grasos insaturados provienen de las plantas y los pescados grasos (Kutzner et al., 2017). Entre los alimentos que contienen ácidos grasos insaturados se encuentran el aguacate, la zarzamora, los frutos secos, los aceites vegetales (de maíz, soya y algas), así como el salmón y el arenque. Los productos cárnicos contienen tanto grasas saturadas como insaturadas (Seah et al., 2017). De especial interés son los llamados 'ácidos grasos poliinsaturados'. Dentro de la familia de ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs por sus siglas en inglés), existen dos grupos diferentes: los 'ácidos grasos omega-3' y los 'ácidos grasos omega-6'. Ambos se consideran ácidos grasos esenciales, porque el organismo humano no los puede sintetizar.

Kinsell, Groen y colaboradores en 1952, fueron los primeros en reportar que la sustitución de grasa animal por aceite vegetal en la dieta de los humanos producía una disminución en la concentración de colesterol en suero (Kinsell, Partridge, Boling, Margen, & Michaels, 1952) y en 1957 la acción hipocolesterolemica e hipotrigliceridémica del ácido linoleico en humanos se confirmó por varios grupos de investigación, observándose que el consumo de este ácido graso disminuía la concentración de triacilglicérols y colesterol en un 50% en sujetos hiperlipémicos (Keys, Anderson, & Grande, 1957).

.

Por otra parte, un tipo especial de ácidos grasos poliinsaturados, los de la serie omega 3 (n-3), están gradualmente convirtiéndose en nutrientes claves de una dieta sana, especialmente en niños, se han realizado diferentes investigaciones respecto a los beneficios de estos ácidos grasos en las dietas, en la función cardiovascular, en pacientes con enfermedad coronaria, se consume menos colesterol, menos calorías, más ácido oleico (13%) y tres veces más AL y EPA

(0.8%) más fibra (19 g/día), obtuvieron como resultado la reducción de colesterol total en un 5%, con ello el estudio nos sugiere que se pueden reducir la incidencia de enfermedades del corazón con este tratamiento (Rodríguez-Cruz, Tovar, del Prado, & Torres, 2005).

Por todos estos antecedentes se justifica la necesidad de diversificar la dieta humana, particularmente los pacientes que cursan con patologías que tiene una base metabólica con efectos sistémicos como es la Diabetes Mellitus, haciendo un énfasis particular sobre el consumo de ácidos grasos y sus efectos en la salud humana, específicamente los denominados ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados.

Alimentos funcionales en las patologías metabólicas.

En la actualidad debido a la alta prevalencia de enfermedades con diferentes componentes, metabólicos como son por orden de importancia y/ o prevalencia a nivel mundial podemos citar por ejemplo, las enfermedades del metabolismo de los lípidos (dislipidemias), así como los problemas asociados al consumo de carbohidratos simples y su metabolismo como lo son los diferentes tipos de Diabetes, anteriormente mencionados, así como el conjunto de complicaciones sistémicas y orgánicas, cuya base se fundamenta en la integridad y funcionalidad del sistema vascular y neurovascular, en todos estos casos el tratamiento médico que permite al paciente sobrellevar y mantener una calidad de vida está dado primordialmente por el fundamento de la dieta. En la actualidad está debidamente mostrado que los componentes moleculares (lípidos, carbohidratos, aminoácidos y otras moléculas bioactivas), modulan la respuesta y expresión de diferentes rutas metabólicas que coadyuvan a mantener diferentes rutas anapleróticas en el metabolismo del paciente. Por lo que en se siguen explorando diferentes alimentos como fuentes diversas de moléculas funcionales, las cuales pueden aportar diferentes moléculas, como antocianinas, polifenoles, terpenos, y ácidos grasos insaturados los cuales modulan diferentes pasos intermediarios en la respuesta, pro-inflamatoria, inflamatoria, catabólica o anabólica, lo cual en el caso de los pacientes con este tipo de patología con componentes metabólicos es ideal el poder

encontrar la “Piedra Roseta” que permita poder regular estos pasos intermediarios metabólicos, a través de una dieta que contenga un alimentos funcional que apoye al tratamiento farmacológico, en conjunto un estilo de vida adecuado que sostenga la integridad de la salud humana. De esta manera el presente trabajo de investigación retoma la base de la búsqueda de un alimento funcional, que sea efectivo en el tratamiento integral de la Diabetes Mellitus, como problema de Salud, en la actualidad.

Clasificación taxonomica del genero *Rubus* spp.

La planta de la zarzamora pertenece al género *Rubus spp.*, uno de los géneros con mayor número de especies, aproximadamente 750 y con adaptación a diferentes condiciones ambientales ya que se encuentran distribuidas en todo el mundo, excepto en la Antártica (Espinosa, 2011; MartínezCruz et al. 2011; Deighton et al., 2000; Moreno et al., 2011; Díaz, 2011; Cancino et al., 2011).

Para México se han descrito 28 especies del género, y algunas de ellas son endémicas. (Cornejo et al., 2006)

Los extractos, tanto de hojas como de frutos, de distintas especies de *Rubus* se han utilizado para el tratamiento de varias enfermedades (Espinosa, 2011), como la Diabetes mellitus, reumatismo, hemorroides, etc. se usan por su actividad astringente, hipolipemiante, hipoglucémiante, como agente antiinflamatorio de la mucosa de la cavidad oral y de la garganta, antidiarreico y trastornos similares (Gudej y Tomczyk, 2004; Süntar et al., 2009; Cai et al., 2012). También, las hojas de la zarzamora han sido usadas por sus propiedades antiinflamatorias, antivirales y antimicrobianas, así como por su actividad antiproliferativa contra células de cáncer (Martini et al., 2009).

Rubus fruticosus es un arbusto cuyo fruto es llamado comúnmente zarzamora. Esta fruta se le ha atribuido propiedades medicinales, cosméticas y valor nutritivo considerable. Por lo que se le considera una fuente de nutrientes valiosos, y también de componentes bioactivos de interés terapéutico destacando su importancia como un alimento funcional.

Además de tener uso como fruta fresca, se utiliza en la industria alimentaria como ingrediente en platos cocinados, ensaladas y productos de panadería como mermeladas, bocadillos, postres y conservas de frutas.

3.1 TAXONOMÍA

Table 1 Taxonomía de *Rubus fruticosus* la cual es originaria de Europa, Asia y Norte de África.

Nombre científico	<i>Rubus fruticosus</i>
Super-reino	<i>Eukaryota</i>
Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase	<i>Rosidae</i>
Orden	<i>Rosales</i>
Familia	<i>Rosaceae</i>
Subfamilia	<i>Rosoidaea</i>
Tribu	<i>Rubeae</i>
Género	<i>Rubus</i>

Especie	<i>R. fruticosus</i>
----------------	----------------------

(CONTRERAS RAMON, s. f.)

Existen unos 2000 híbridos descritos dentro del género. Todo el género pertenecen a la Familia *Rosaceae* del Orden Rosales.

Los híbridos son producto de cruzamiento entre varios *Rubus spp.* Nativos de Norteamérica y de Europa, como *Rubus ideaus*. Se les agrupa bajo el nombre de Blackberries en inglés, Brombeeren en alemán y Zarzamora en México (Muratalla, 1993)

(CONTRERAS RAMON, s. f.)

(<http://biologia.laguia2000.com/botanica/la-zarzamora#ixzz4RSTqB95n>)



Ilustración 1 Figura 1. *Rubus fruticosus*, zarzamora, fruto de polidrupa.

(<http://www.venditapiccolifrutti.it/prodotto/mora-blacksatin/>)

La producción y exportación de *Rubus fruticosus* en México y el estado de Michoacán.

Los frutillas se posicionaron durante el año 2016 entre los cuatro principales productos agroalimentarios que exporta México hacia el mundo, con un valor, en los primeros cinco meses de 2016, de 695 millones de dólares, informó la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

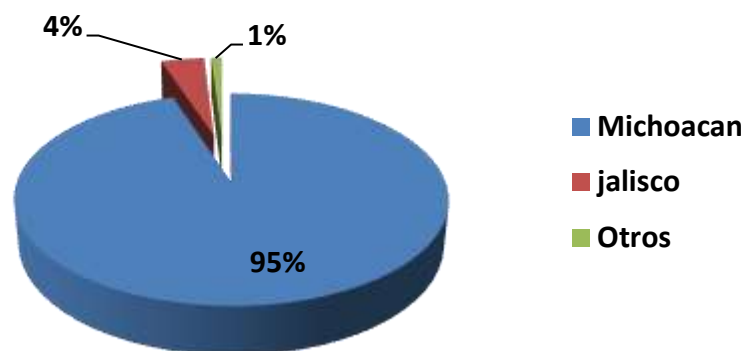
Según estadísticas del Banco de México, este bien agrícola registró un crecimiento a tasa anual en las exportaciones de 21.8%, al pasar de 570 millones de dólares en los primeros cinco meses del 2015 a 695 millones de dólares en el mismo periodo del 2016.

A finales de 2015, la SAGARPA informó que las autoridades de China dieron el aval a los productores mexicanos para la exportación de berries hacia su territorio y durante el primer trimestre de este año se envió el primer cargamento de este alimento desde el estado de Jalisco.

Además, en la gira de trabajo que realizó el secretario José Calzada Rovirosa a países árabes, se abrió la posibilidad de que productores mexicanos exporten este tipo de insumos a naciones como Qatar, Emiratos Árabes Unidos, Kuwait y Arabia Saudita. En México, el volumen de producción de berries (zarzamora, frambuesa y mora azul), es de alrededor de 665.6 mil toneladas, con una Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) de 14 %. Las principales entidades productoras de estos productos son Michoacán, Baja California, Jalisco, Guanajuato, Estado de México y Colima, quienes aportan más del 90 por ciento de la producción nacional, sin embargo sólo el estado michoacano aporta cerca del 61 % del total de la producción. La superficie dedicada a este cultivo es de 26.7 mil hectáreas, con crecimiento de casi dos mil hectáreas entre 2012 y 2014 y el valor de la producción se estima en 12 mil 924 millones de pesos y entre 2013 y 2014, el valor de la producción aumentó en más de tres mil millones de pesos. («2016BS347.pdf», s. f.).

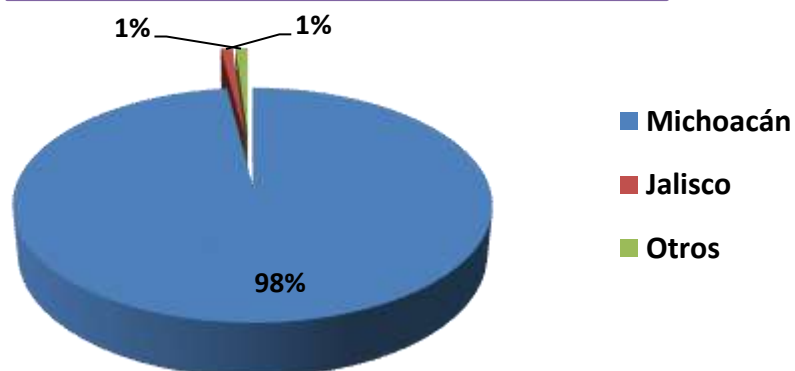
<http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/bajacaliforniasur/boletines/2016/agosto/Documents/2016BS347.pdf>

Producción de *Rubus fruticosus* Volumen



Gráfica 1. Producción de *Rubus fruticosus* en volumen, en el estado de Michoacán

Producción de *Rubus fruticosus* Valor



Gráfica 2. Producción de *Rubus fruticosus* en valor, en el estado de Michoacán.

Table 2. Expresa la producción Nacional de Zarzamora por cada entidad federativa en 2013 en donde es evidente la mayor producción por el estado de Michoacán de Ocampo.

ESTADOS	VOLUMEN		VALOR	
	Miles de toneladas	Participación	Millones de pesos	Participación
Michoacán	122.20	94.7%	3,993.93	97.5%
Jalisco	5.14	4.0%	61.68	1.5%
Colima	1.18	0.9%	36.68	0.9%
México	0.07	0.1%	1.17	0.0%
Veracruz	0.01	0.0%	0.49	0.0%
Resto del país	0.36	0.03%	1.58	0.0%
Total Nacional	129.0	100.0%	4,095.5	100.0%

Table 3 Refiere el incremento en la producción de *Rubus fruticosus* a nivel nacional en los últimos años.

Año de producción	Toneladas
2000	13,534
2006	26,696
2013	129,000
2014	153,300
2015	159,800

El volumen exportado ha crecido a un ritmo de 27% anual y corresponde casi total ente a fruta fresca. En 2014 se exportaron 123 mil toneladas de frutillos rojos con valor de 655 mdd, de las que el 90 % fue en fresco. FUENTE: SIAP-SAGARPA Secretaria de Hacienda y Crédito Público- Financiera nacional de desarrollo agropecuario, rural, forestal y pesquero- Direccion General Adjunta de planeación estratégica, Análisis Sectorial y Tecnologías de la información

Importancia de los frutos rojos en el estado de Michoacán.

Aguilar Castillo, informó que en Michoacán, el sistema producto de los frutillos rojos, ha tenido crecimiento de manera exponencial, ya que en el año 2006 el valor de las exportaciones de este cultivo significaban alrededor de 450 mil millones de dólares y en la actualidad se rebasan

los mil 200 millones de dólares; acercándose ya al aguacate, que tiene alrededor de mil 500 millones de dólares en exportaciones .

<http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/michoacan/boletines/2016/marzo/Documentos/B0182016.pdf>

Una estrategia es utilizar lo que Michoacán produce, con esto se refiere a que esta entidad federativa, es el principal productor y exportador de *Rubus fruticosus* (Zarzamora) con ello se tiene la oportunidad de explotar y obtener posibles beneficios adicionales a los económicos, referentes a la salud humana, como lo son: a) Propiedades antioxidantes, b) antipiréticas, c) antiinflamatoria, d) cardiovasculares, e) efectos hipolipemiente, f) regulador de presión arterial, entre otras implementando los ácidos grasos en la dieta.

Zarzamora. (2016). Nutrición y alimentación. Retrieved 3 May 2016, from <http://nutricion.nichese.com/zarzamora.html>

MOLÉCULAS BIOACTIVAS EN *Rubus fruticosus*.

El aumento en la concientización de la población sobre una cultura alimentaria sana y funcional, ha dado lugar al mayor consumo de frutas y alimentos preparados a base de ellas.

Las características que revisan a continuación son aquellos parámetros que refieren la calidad de la fruta y componentes a partir de los cuales que pueden ser elaborados alimentos funcionales. («(Microsoft Word - Tesis Completa. Definitiva. Sin \355nculos y numerada definitiva, CON \315NDICE sin tabla. 1-Marzo-14. - copia) - T35524.pdf», s. f.)

Table 4. Plasma las moléculas nutrimentales contenidos en los frutos de *Rubus fruticosus* expresadas en gramos y miligramos.

COMPONENTE	CONTENIDO (gramos)	COMPONENTE	CONTENIDO

			(miligramos)
Agua	85.6	Sodio, Na ⁺	1.000
Proteína	0.700	Potasio, K ⁺	196.00
Nitrógeno	0.189	Fosforo, P	21.000
Lípidos	0.600	Manganeso, Mn ⁺²	1.220
Carbohidratos	12.600	Potasio, K ⁺	196.00
Fibra Dietética	2.700	Calcio, Ca ⁺²	32.000
Cenizas	0.500	Magnesio, Mg ⁺²	22.000
Humedad	82.200	Tiamina	0.029
Niacina	1.200	Riboflavina	0.046

Vitamina B6	0.061	Hierro, Fe ⁺²	0.500
Ácido pantoténico	0.150	Cobre, Cu ⁺²	0.120
Vitamina C	21.00	Manganeso, Mn ⁺²	1.220

3.2 IMPORTANCIA BIOLÓGICA DE LOS ÁCIDOS GRASOS EN LA DIETA HUMANA

Los ácidos grasos de la dieta más comunes han sido subdivididos en tres grupos según el grado de insaturación: los ácidos grasos saturados, los ácidos grasos monoinsaturados y los ácidos grasos poliinsaturados los cuales poseen más de dos dobles enlaces.

La presencia de ácidos grasos poliinsaturados baja la prevalencia de mortalidad a causa de enfermedad coronaria pero, además, los ω -3 en particular también previene cáncer, diabetes, trastornos mentales, artritis reumatoide y fallos en la función inmune; por eso, la falta de ácidos grasos esenciales poliinsaturados, como linoleico y linolénico, en la dieta produce manifestaciones iniciales como sequedad y descamación de la piel, seguidas de daños más importantes.

Se considera que los ácidos grasos esenciales ω -6 y ω -3 deberían tener una relación $(\omega$ -6)/(ω -3) óptima entre 10 y 5, siendo lo ideal que fuera cercana a 4 o incluso 1. Sin embargo, lo habitual es que en la dieta occidental haya un exceso de ω -6 y un déficit de ω -3 que hacen que esta relación esté actualmente entre 20 y 10. La mejor forma de aumentar el aporte de ácidos grasos ω -3 es consumir frecuentemente pescados y mariscos, que contienen

más ácidos grasos ω -3 que ω -6, y aceites y semillas o frutos secos ricos en ácido α -linolénico (18:3 Δ 9,12,15). (LIBRO DE TRINY)

Respecto al prototipo de los ácidos grasos monoinsaturados cis ω -9, el ácido oleico, que se considera la fuente primaria de grasa de la dieta mediterránea por ser el ácido graso mayoritario en el aceite de oliva, se ha visto que este ácido graso tiene efecto hipocolesterolémico y que mejora la sensibilidad a la insulina, además de ser más resistente a la oxidación que los ácidos grasos poliinsaturados que abundan en aceites de semillas.

Una forma de observar estos beneficios en la salud respecto a los ácidos grasos poliinsaturados es implementándolos en nuestras dietas, existe una dieta establecida y estandarizada para murinos dieta AIN-93G, la cual se presenta más adelante (Tabla 5) en la que se sustituye la Porción de lípidos por los ácidos grasos del *Rubus fruticosus*.

(«AAGG y salud», s. f.) («(Microsoft Word - Tesis Completa. Definitiva. Sin
v\355nculos y numerada definitiva, CON \315NDICE sin tabla. 1-Marzo-14. -
copia) - T35524.pdf», s. f.)

Table 5 Dieta estandarizada AIN- 93G para murinos.

Dieta AIN-93G	Cantidad %
Almidón de maíz	46.68%
Caseína	14.03%
Almidón dextrinizado	15.53%

Sacarosa	10.02%
*Aceite de soya	4.01%
**Celulosa	5.01%
Mezcla de minerales	3.50%
Mezcla de vitaminas	1.00%
L-cistina	0.18%
*aceite de zarzamora	**fibra de zarzamora

Table 6 Dieta estandarizada AIN-93G para múrrinos a la cual se le sustituyo el aceite de *Rubus fruticosus* por el aceite de soya.

Dieta AIN-93G	Cantidad %
Almidón de maíz	46.68%
Caseína	14.03%
Almidón dextrinizado	15.53%

Sacarosa	10.02%
*Aceite de <i>R.fruticosus</i>	4.01%
**Celulosa	5.01%
Mezcla de minerales	3.50%
Mezcla de vitaminas	1.00%
L-cistina	0.18%
*aceite de zarzamora	**fibra de zarzamora

(Reeves, Nielsen, & Fahey, 1993)

3.3 DESCRIPCIÓN FITOQUÍMICA DEL GENERO *Rubus spp.*

El género *Rubus spp.* agrupa plantas perennes; herbáceas, trepadoras o arbustivas, rara vez son erectas ya que con más frecuencia tienden a ser arqueadas, semitrepadoras. Los tallos son perennes y a menudo estoloníferos, cubiertos de espinas de formas y tamaños diversos; hojas alternas, con estípulas a menudo unidas a la base del peciolo, flores hermafroditas o rara vez unisexuales, dispuestas en racimos, corimbos, cimas o panículas, en ocasiones solitarias. El fruto por lo general se encuentra en forma de drupas jugosas, pequeñas, por lo común algo concrecentes en la base, que en conjunto forman frutos agregados (polidrupas), los cuales se desprenden con

frecuencia íntegros y acompañados o no del receptáculo; las semillas son ovoide globosas, con testa delgada, membranosa y cotiledones plano-convexos (Díaz, 2011.) Sus flores miden hasta de 3 cm son de color blanco o rosado, con 5 pétalos y 5 sépalos, reunidas en racimos al final de las ramas. Frutos carnosos negros constituidos por pequeñas drupas reunidas de un eje común (polidrupas). El fruto es una poli drupa, la popular mora o zarzamora, que es al principio rojiza y finalmente negra brillante cuando madura (Ver Figura No. 1). Florecen entre los meses de mayo y octubre. <http://www.botanical-online.com/zarzamoras.htm>. Las semillas son marrón claro a oscuro en el color, redondo, de 2-3 mm de largo con pozos irregulares y profundos. La parte superior de las hojas es de color verde oscuro, mientras inferior es más ligero verde. Hummer, KE; Janick, J. *Rubus* iconografía: la Antigüedad al Renacimiento. Acta Hórtico. 2007 , 759 , 89-105.

Chessi (1994) indica que la zarzamora combate el dolor de garganta y la diarrea, mientras que Roger (1995) habla también de la utilidad de esta planta frente a la gastroenteritis, colitis, estados febriles, heridas y úlceras de la piel, siendo su frutos astringentes, depurativos y tónicos (Schnitzer, 1986). <http://eprints.ucm.es/27504/1/T35524.pdf>.

Chessi, E. (1994). Hierbas que curan. UHramar Editores, SA. Roger, D.J.D. (1995). Enciclopedia de las plantas Medicinales. Safeliz. Barcelona.

Se encuentra distribuido principalmente en las comarcas de clima templado y frío del Hemisferio Norte, pero también presente en zonas montañosas intertropicales (Rzedowski y Rzedowski, 2005); en México se encuentra distribuidas en zonas boscosas del centro y sur del país (López, 2009).

Estudios fitoquímicos mostraron el contenido químico de las partes aéreas de algunas especies de *Rubus*, los cuales contienen flavonoides (quercetina, kaempferol, ácido cafeico, ácido gálico y ácido clorogénico), ácidos fenólicos, taninos, aminoácidos, azúcares, pectinas, ácidos carboxílicos, antocianinas, catequinas, vitamina C, ácidos grasos saturados e insaturados (Süntar, et al., 2009; Buřičová et al., 2011).

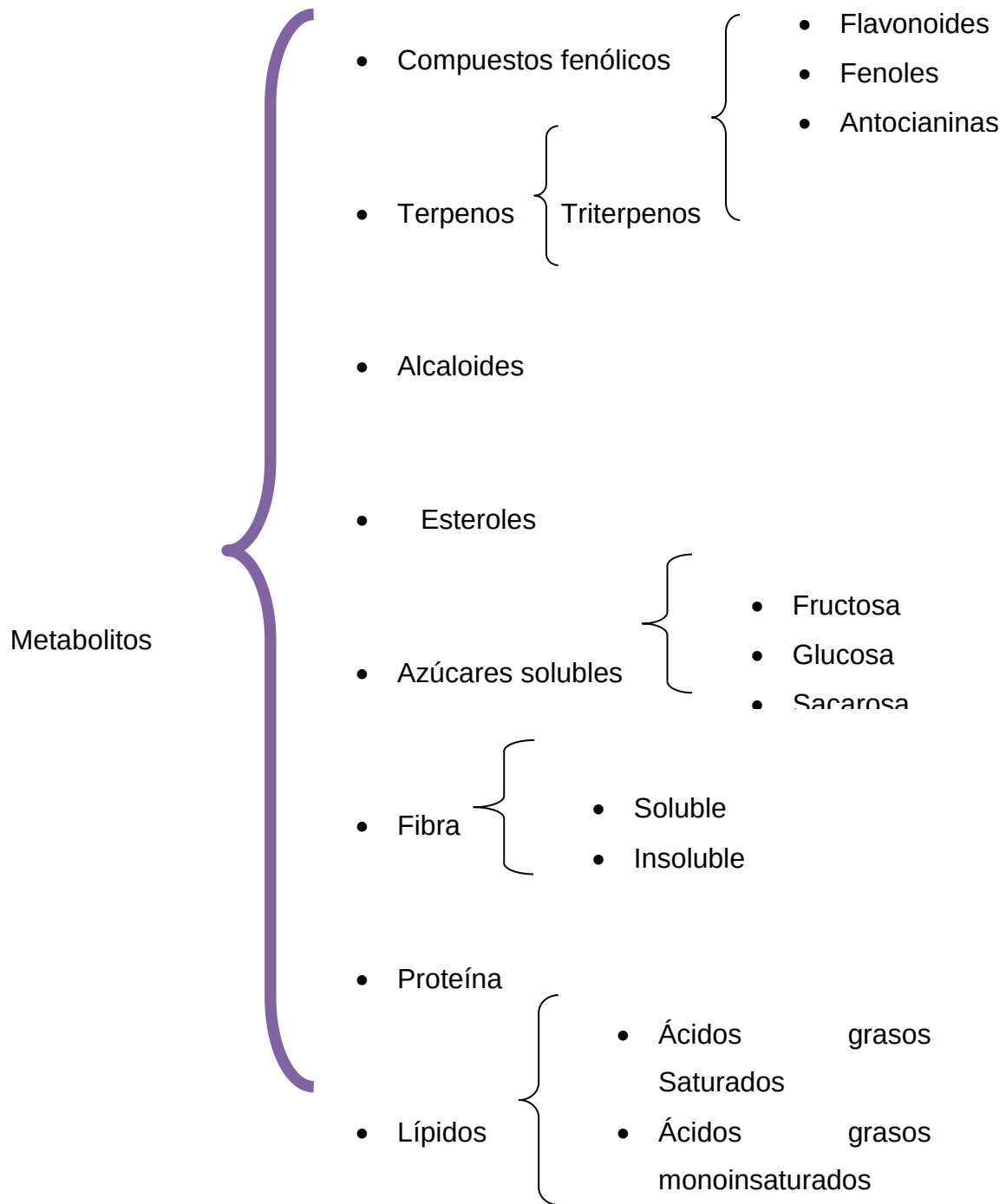


Ilustración 2 Figura 2. Estructura los metabolitos secundarios presentes en *Rubus fruticosus*. («3338.pdf», s. f.)

Compuestos Fenólicos

En la actualidad hay un interés creciente en los antioxidantes, en particular en aquellos que previenen los efectos nocivos de los radicales libres en el cuerpo humano, existe preferencia por los antioxidantes naturales y no de fuentes sintéticas. Se reporta una elevada actividad anti radicales libres, los resultados obtenidos de la actividad antioxidante de estas plantas pueden contribuir a los usos que como agente antidiabético. *Rubus fruticosus* es una planta silvestre cuyo fruto es conocido como mora o zarzamora por lo que su uso es a nivel rural, si bien se conocen propiedades de otras especies del mismo género, de ésta existen pocos reportes de sus metabolitos secundarios con actividad antioxidante su hábitat se localiza en zonas montañosas de México, Ecuador y Costa Rica. Es importante el estudio de metabolitos secundarios con actividad anti radicales libres de frutos silvestres para su posible aplicación como nutraceutico en la industria alimenticia, para la formulación de medicamentos así como para la caracterización de fuentes asequibles y con alto contenido de antioxidantes naturales. (Martínez-Cruz et al., 2011)

Los pigmentos fenólicos son sustancias con uno o más anillos aromáticos y, al menos, un sustituyente hidroxilo. Hay dos grupos: ácido fenólicos y los flavonoides.

Los flavonoides tienen dos anillos fenólicos unidos por un anillo heterocíclico (Badui, 2006).

Constituyen de las principales clases de metabolitos secundarios de las plantas, en donde desempeñan funciones fisiológicas. Así los compuestos fenólicos comprenden desde moléculas simples como los ácidos benzoicos hasta polímeros complejos de ligninas. Los compuestos fenólicos están presentes en todo el reino vegetal y sus cantidades y tipos que varían en función de la especie vegetal y variedad, condiciones de cultivo, procesado y almacenamiento, entre otras.

Los compuestos fenólicos han ganado importancia en los últimos años debido a que el consumo para aprovechar los beneficios de la salud humana (Manach et al., 2004).

El consumo compuestos fenólicos en la dieta tiene beneficios por ejemplo en la prevención de patologías carcinogénicas, inflamatorios, alérgicos, cardiovasculares, disminuyendo la tasas de colesterol y de LDL oxidada debido a sus propiedades antioxidantes como fuertes quelantes de metales y como donadores de hidrógeno (a través de los grupos hidroxilo). (Gimeno Creus, s. f.)

Flavonoides

Los flavonoides son compuestos fenólicos constituyentes de la parte no energética de la dieta humana. Se encuentran en vegetales, semillas, frutas y en bebidas como vino y cerveza. Se han identificado más de 5.000 flavonoides diferentes. Aunque los hábitos alimenticios son muy diversos en el mundo, el valor medio de ingesta de flavonoides se estima como 23 mg/día, siendo la quercitina el predominante con un valor medio de 16 mg/día. En un principio, fueron consideradas sustancias sin acción benéfica para la salud humana, pero más tarde se demostraron múltiples efectos positivos debido a su acción antioxidante y eliminadora de radicales libres. Aunque diversos estudios indican que algunos flavonoides poseen acciones pro oxidantes, éstas se producen sólo a dosis altas, constatándose en la mayor parte de las investigaciones la existencia de efectos antiinflamatorios, antivirales o antialérgicos, y su papel protector frente a enfermedades en tejido cardiovascular, prevención de cáncer colónico y diversas patologías.(«3338.pdf», s. f.)

Según datos bibliográficos, la cuantificación de flavonoides se hace de acuerdo al ensayo colorimétrico del cloruro de aluminio, expresando el resultado como mg de equivalentes de catequina (CE) por gramo de fruto seco. El contenido de flavonoides fue 5.26 ± 0.25 mg equivalentes de catequina (CE)/g de fruto seco.

Otro parámetro para medir la capacidad antioxidante de nuestro fruto *Rubus fruticosus* es por medio del método DPPH (2,2 Difenil-1-picril hidrilo), el cual se basa en la capacidad que se tiene para capturar radicales libres, la concentración del extracto de *R. fruticosus* que neutralizó el 50% de los radicales libres DPPH (CE50) fue 148 µg/mL, se utilizó como estándar vitamina C y la CE50 fue 18.1 µg/mL. La vitamina C es una sustancia pura con actividad antioxidante muy alta. Los frutos del género *Rubus* presentan una actividad neutralizadora de los radicales libres elevada, en los cuales se evaluó esta actividad por un método diferente (Capacidad de Absorbancia del Radical Oxígeno, ORAC). (Martínez-Cruz et al., 2011)

Fenoles

Los fenoles son compuestos orgánicos aromáticos que contienen el grupo hidroxilo como su grupo funcional.(-HURMAN, E.M, s. f.)

Este tipo de moléculas son abundantes en los alimentos, para la cuantificación de fenoles se utiliza una modificación del método colorimétrico de Folin-Ciocalteu lo cual la literatura cita que tiene un contenido de fenoles fue de 29.23 ±1.4 mg equivalentes de ácido gálico (GAE)/g de fruto seco. Entre los principales ácidos fenólicos se puede mencionar al ácido cafeico y ferúlico. Se pueden diferenciar dos grupos principales de ácidos fenólicos, los ácidos benzoicos y los ácidos cinámicos. Los ácidos benzoicos (C₆H₅COOH) se ha utilizado en gran escala como antimicrobiano de los alimentos y naturalmente en arándanos, ciruelas, canela y clavo (Fennema, 1985).

Antocianinas

Las Antocianinas son el grupo más importante de pigmentos hidrosolubles los cuales pueden ser detectados en la región visible del ser humano. Estos pigmentos son responsables de la gama de colores que abarcan desde el rojo

hasta el azul en varias frutas, vegetales y cereales, los cuales están acumulados en vacuolas de la célula.

Las antocianinas poseen funciones diferentes en la planta tales como la atracción de polinizadores para así dispersar las semillas y dar protección a la planta de la radiación ultravioleta así como también efecto protector de la contaminación viral y microbiana. Hoy en día la investigación científica en las antocianinas se ha incrementado debido a su papel en la reducción de enfermedades coronarias, cáncer, Diabetes, y sus efectos antiinflamatorios.

El color de las antocianinas depende del número y orientación de los grupos hidroxilo y metoxilo de la molécula.

Los frutos tienen actividad antiinflamatoria que diversos autores atribuyen a las antocianinas. Cianidina-3-O-glucósido disminuye la producción de óxido nítrico. Por otra parte, los taninos gálicos parecen ejercer un efecto inhibitorio del enzima hialuronidasa. Un extracto enriquecido en taninos gálicos demostró en ensayos in vitro e in vivo su capacidad para inhibir algunos mediadores de la respuesta inflamatoria. Se ha comprobado que inhibe la vía de inducción TNF- α (factor de necrosis tumoral) NF- κ B (factor nuclear potenciador de las cadenas ligeras kappa de las células B activadas) y la secreción de IL-8. Disminuye además la incidencia de úlceras, por lo que podría ser especialmente eficaz como protector en inflamaciones gástricas.

Terpenos

Los terpenos son otro grupo importante de compuestos secundarios entre los que se encuentran las lactonas esquiterpénicas, los glicósidos cardíacos y los carotenos. Tienen funciones en las plantas como hormonas (giberelinas) o, de modo más restringido, como atrayentes de polinizadores (Cortes, 2005). Constituyen el grupo más numeroso de metabolitos secundarios con más de 40.000 moléculas diferentes (Ávalos y Perez, 2009).

Los terpenos se clasifican por el número de unidades de isopreno (C₅) que contienen: los terpenos de 10 C contienen dos unidades C₅ y se llaman monoterpenos; los de 15 C tienen tres unidades de isopreno y se denominan sesquiterpenos, y los de 20 C tienen cuatro unidades C₅ y son los diterpenos. Los triterpenos tienen 30 C, los tetraterpenos tienen 40 C y se habla de politerpenos cuando contienen más de 8 unidades de isopreno. Los terpenos incluyen hormonas (giberelinas y ácido abscísico), pigmentos carotenoides (carotenos y xantofilas), esteroides (ergosterol, sitosterol, colesterol), derivados de los esteroides (glicósidos cardiacos), latex y aceites esenciales (proporcionan el olor y el sabor característico de las plantas). Aunque las citoquininas y las clorofilas no son terpenos, contienen en su estructura una cadena lateral que es un terpeno. A la vista de esta variedad de compuestos, es evidente que muchos terpenos tienen unos valores fisiológicos y comerciales importantes (Ávalos y Perez, 2009).

(«METABOLISMO SECUNDARIO EN PLANTAS - Metabolismo_secundario_de_plantas.pdf», s. f.)

Una clasificación de los terpenos, son los triterpenos.

Los triterpenos son productos naturales que se encuentran en las plantas, son unidades de isopreno. Los triterpenos tienen 6 unidades isoprenílicas (30 átomos de carbono). Estos compuestos presentan gran variedad de tipos estructurales (Santizo, 2004). Constituyen los llamados aceites esenciales que están compuestos de varias sustancias orgánicas.

Los triterpenos y sus glicósidos han sido obtenidos de especies de *Rubus*. Octacosanol, β - sitosterol, ácido ursólico fueron reportados para *Rubus*. extraído de *Rubus fruticosus*, *Rubus moluccanus* entre otros (Patel et al., 2004).

En cuanto a la actividad biológica que presentan estos metabolitos se puede mencionar el trabajo realizado por de la Torre et al. (2010), en el cual mostraron la actividad fungicida del extracto. Las propiedades curativas son variadas y abundantes (Santizo, 2004).

Alcaloides

Estos compuestos contienen nitrógeno en su molécula, en la cual uno o más átomos de nitrógeno están presentes en amidas primarias, secundarias o terciarias, y estas usualmente les confieren, basicidad a los alcaloides que con frecuencia se presentan combinados con ácidos orgánicos o taninos. Los alcaloides son sustancias más o menos tóxicas que actúan primariamente sobre el sistema nervioso central, tienen un carácter básico, contienen nitrógeno heterocíclico y son sintetizados en plantas partiendo de aminoácidos y derivados inmediatos (Haro, 2008; Santizo, 2004)

Hay estudios diversos sobre la actividad biológica de los alcaloides, como son los casos como lo es la evaluación antifúngica del extracto alcaloideo de *Lupinus mexicanus* realizado por Zamora (Natera et al, 2008) demostró que la concentración de 5 mg/ml del extracto inhibió el crecimiento micelial de *R. solani* y de *S. rolfsii* al 100 y 72.5% respectivamente.

Esteroles

En la naturaleza se encuentran una gran cantidad y diversidad de sustancias con el núcleo esteroidal, las cuales incluyen a los esteroides (o 3-hidroxiesteroides), los esteroides con grupos carbonilo (también denominado soxa-ocetoesteroides), los esteroides con grupos amino en el núcleo o la cadena lateral (alcaloides esteroidales) y los cardenólidos (o cardiotónicos) entre otros

La mayoría de esteroides naturales o esteroides insaturados poseen una cadena lateral de 8 a 10 átomos de carbono y un enlace doble en el C-5 como se muestra en la figura 6 (Santizo, 2004).

Un esteroide es el colesterol, el cual tiene un papel fundamental en la alta prevalencia en las enfermedades cardiovasculares y crónicas degenerativas como la Diabetes.

El colesterol es un lípido (grasa) que forma parte de algunas hormonas y de las células de nuestro cuerpo. El colesterol puede provenir de nuestro hígado y

también de los alimentos que comemos en nuestra dieta. El colesterol lleva a cabo varias funciones en nuestro organismo como la de digerir las grasas (formando la bilis) o la formación de hormonas sexuales y tiroideas.(«Colesterol bueno o HDL y malo o LDL, triglicéridos y niveles normales | ECOagricultor», s. f.)

METABOLISMO DEL COLESTEROL

El colesterol es un constituyente vital de las membranas celulares y el precursor de las hormonas esteroideas y ácidos biliares. Es esencial para la vida; sin embargo, su depósito en las arterias está asociado con enfermedades cardiovasculares e infarto cerebral, dos causas que conducen a la muerte en los seres humanos. En un organismo saludable se establece un equilibrio intrincado entre la biosíntesis, la utilización y el transporte del colesterol, que mantiene su acumulación perjudicial al mínimo. (LIBRO DE TRINY)

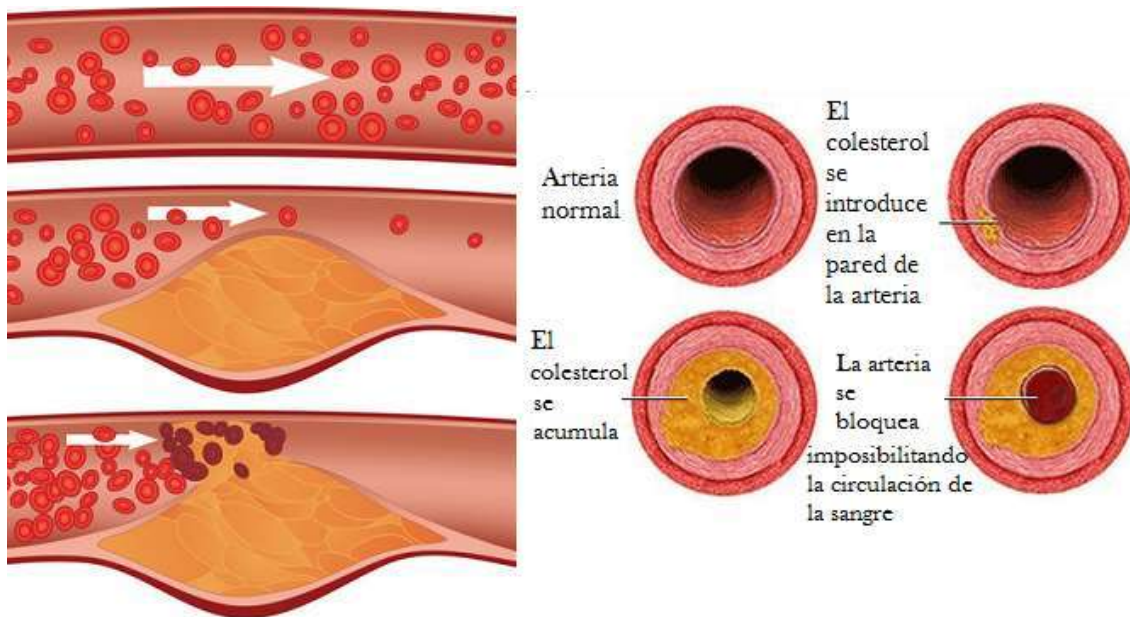


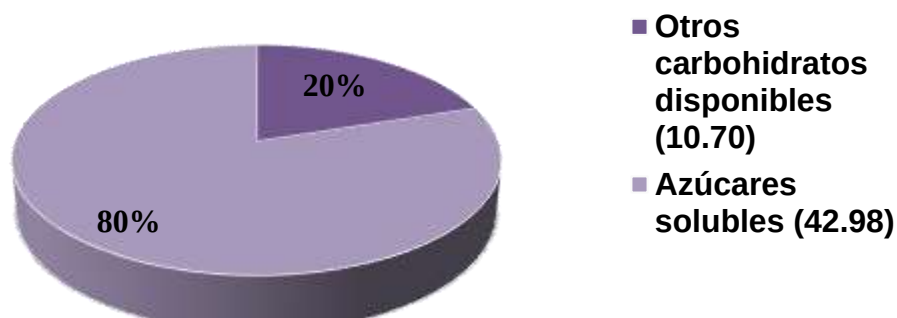
Ilustración 3 Figura 3. Expresa la forma en el que el colesterol en altas concentraciones da lugar a las patologías cardiovasculares.

Azúcares solubles

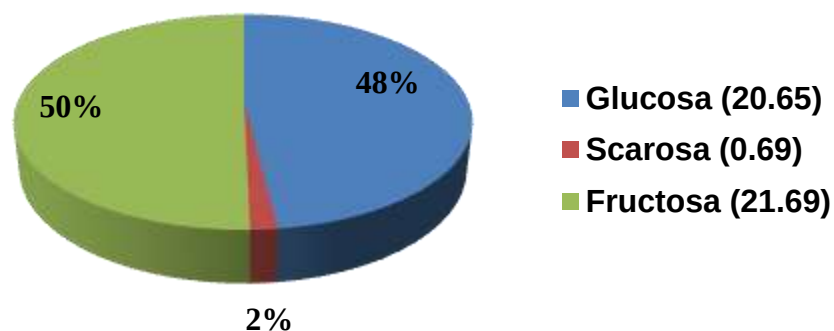
Los carbohidratos constituyen más del 90 % de la materia seca de los vegetales, siendo el grupo mayoritario de los frutos.

En las frutas esta fracción está formada por almidón, azúcares libres y fibra alimentaria. Nutricionalmente se pueden clasificar en: almidón y azúcares, que proporcionan energía para el funcionamiento del organismo.

Los carbohidratos disponibles más importantes de las frutas son los azúcares libres, se agrupan en fructosa, glucosa y sacarosa los cuales son más abundantes en las hortalizas y cuyo contenido aumenta la maduración de los frutos, (Lunn y Buttriss, 2007).



Gráfica 3. Expresa las concentraciones por porcentajes de los carbohidratos presentes en *Rubus fruticosus*



Gráfica 4. Concentraciones de azúcares solubles presentes en *Rubus fruticosus*, expresada en porcentajes.

Proteínas

Los aminoácidos, péptidos y proteínas son componentes importantes de los alimentos. Constituyen el principal componente estructural de las células y tejidos del organismo y son indispensables para su adecuado funcionamiento.

(«(Microsoft Word - Tesis Completa. Definitiva. Sin vínculos y numerada definitiva, CON ÍNDICE sin tabla. 1-Marzo-14. - copia) - T35524.pdf», s. f.)

Lípidos

La mayoría de las células contiene una amplia variedad de lípidos; sin embargo, muchas de estas moléculas distintas desde el punto de vista estructural son similares en cuanto a función. Sin embargo la mayor parte de las células puede tolerar variaciones en la composición de sus membranas, la fluidez de ella es una propiedad de sus cadenas de ácidos grasos componentes, se mantenga.

Los depósitos de triglicéridos se acumulan y gradualmente se agotan en respuesta a las demandas fisiológicas cambiantes.

Los lípidos son sustancias de origen biológico solubles en solventes orgánicos como cloroformo y metanol. Por lo tanto son fáciles de separar de otros materiales biológicos mediante extracción con solventes orgánicos. Las grasas, los aceites, determinadas vitaminas y hormonas, así como la mayor parte de los componentes no proteicos de las membranas son lípidos.

4. JUSTIFICACIÓN

Las afecciones crónico degenerativas en México siempre han sido de gran interés, ya que se ha aumentado la morbilidad y la mortalidad debido a estas, pero la alta incidencia de una en particular siendo la diabetes ha convertido a este padecimiento en un foco de atención para nuestro país ya que se está convirtiendo rápidamente en una epidemia afectando cada vez a más personas. La Diabetes Mellitus (DM) produce diversos grados de incapacidades e induce cambios sociales en los individuos que lo padecen, disminuyendo la calidad de vida de los afectados. (García, 2017)

En México durante el 2012 en la encuesta nacional de salud y nutrición cerca de 4 millones de personas se refirieron diagnosticadas con Diabetes mellitus en donde los principales estados con las incidencias más altas fueron: Distrito Federal, Nuevo León, Veracruz, Tamaulipas, Durango y San Luis Potosí, para los cuales estos le representaron al gobierno un gasto de 3,430 millones de dólares al año. El incremento en actividad física, una buena alimentación con una dieta adecuada y reducción de peso, disminuyen el riesgo de desarrollar diabetes entre 34% y 43%. (A.C, 2012)

5. HIPÓTESIS

La ingesta de Ácidos grasos poliinsaturados de *Rubus fruticosus* en una concentración de 4 % por cada 100 mg produce un efecto hipolipemiante, en modelos biológicos de ratón *Mus musculus*, inducidos con Diabetes mellitus tipo 1.

6. OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto hipolipemiente de ácidos grasos poliinsaturados aislados de *Rubus fruticosus*, en ratones *Mus musculus* inducido con *Diabetes mellitus* tipo 1, implementando una dieta modificada AIN-93G, midiendo parámetros bioquímicos.

7. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Diseñar una dieta, con una concentración al 4% por cada 100 gramos de ácidos grasos de *Rubus fruticosus*.

Alimentar con la dieta modificada del 4 % de ácidos grasos de *Rubus fruticosus* a modelos biológicos *Mus musculus* inducido con *Diabetes mellitus* tipo 1.

Evaluar las concentraciones de colesterol total y triglicéridos en modelos biológicos alimentados con dieta estándar contra los ratones alimentados con la dieta modificada al 4 % de ácidos grasos de *Rubus fruticosus*.

8. MATERIALES Y MÉTODOS

REACTIVOS

Solvente: Éter etílico

H₂O destilada

Kit de determinación cuantitativa de colesterol

Kit de determinación cuantitativa de Triglicéridos

Extracto etílico de *Rubus fruticosus*

Estreptozotocina (Fármaco)

MATERIALES

Dieta AING-93

Modelos biológicos (10) *Mus musculus* cepa Balb-c

Tubos eppendorf

Jeringas insulina

Gasas

Mortero y pistón de porcelana

Matraz balón 250 ml

2 piezas soxhlet

2 tubos refrigerantes

Mangueras de conexión

1 embudo

1 termómetro

1 cronómetro

Pinzas

Tijeras

Papel filtro para colocar muestra

Clips

Baño maría

Bolsas de gel

Bomba de agua

Recipiente para agua.

Bomba de vacío

Colador

Lámpara desecadora

Jaulas para ratón

Bacula de un platillo

Bacula marca precisa XT 220

Micropipetas

Puntas con filtro

Guantes

Cubre bocas

Celdas de cuarzo

Espectrofotómetro

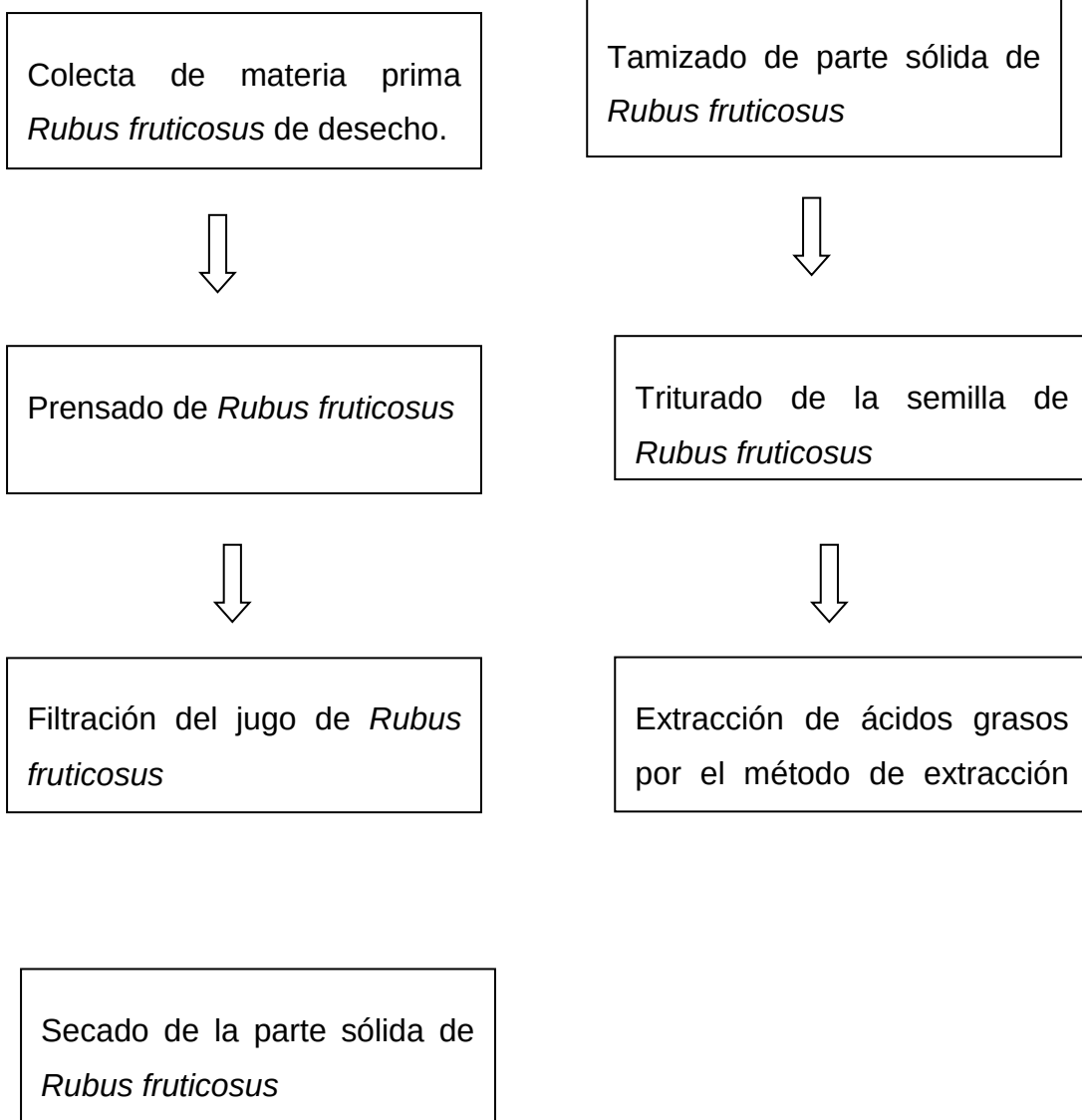
Centrifuga

Espátulas

Láminas de bisturí

Equipo de disección

TÉCNICAS



Inducción de *Diabetes mellitus* tipo 1.

Preparación de dietas al 4 % de *Rubus fruticosus*

Tratamiento con Dieta modificada al 4 %

Cuantificación de lípidos en modelo de ratón *Mus musculus* diabético.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Ácidos grasos de *Rubus fruticosus*

El cuerpo humano requiere de aproximadamente 50 nutrimentos que son indispensables para su funcionamiento y desarrollo, dentro de los cuales se encuentran las vitaminas, los minerales, los aminoácidos (proteínas), los hidratos de carbono y los lípidos.

Los lípidos forman parte de los tejidos de plantas y animales y son clasificados como a) esteróles, b) fosfolípidos, c) esfingomielinas, d) ceras y e) ácidos grasos. Los principales componentes de todas las grasas y aceites son los ácidos grasos, que pueden ser saturados, monoinsaturados (AGMI) o poliinsaturados (AGPIs). Las grasas que contienen una gran proporción de ácidos grasos saturados son sólidas a temperatura ambiente y se conocen como grasas saturadas. Estas grasas son generalmente de origen animal como la manteca, el sebo y la mantequilla. Por el contrario, la mayoría de las grasas vegetales son ricas en ácidos grasos poliinsaturados o monoinsaturados, excepto las grasas de palma y coco que son muy saturadas y generalmente son líquidas a temperatura ambiente. Se ha descubierto que algunos ácidos grasos pueden llegar a actuar como ligandos en factores de transcripción, nos indican que estas moléculas no son meramente pasivas que nos aportan energía, sino que también son reguladores metabólicos.

Los ácidos grasos son ácidos monocarboxílicos de cadena larga, que generalmente contienen un número par de átomos de carbono, normalmente entre 8 y 22. Esto se debe a que su síntesis biológica tiene lugar mediante la adición sucesiva de unidades de acetil CoA. Sin embargo, también existen ácidos grasos con un número impar de átomos de carbono, que probablemente derivan de la metilación de un ácido graso de cadena par, los ácidos grasos presentes en el organismo se encuentran en su forma saturada, principalmente

como ácido palmítico, o en la forma insaturada debido a la presencia de dobles ligaduras. Los ácidos grasos insaturados pueden ser monoinsaturados y poliinsaturados.

(«Mecanismos moleculares de acción de los ácidos grasos poliinsaturados y sus beneficios en la salud», s. f.)

Rodríguez-Cruz, Maricela, Tovar, Armando R, del Prado, Martha, & Torres, Nimbe. (2005). Mecanismos moleculares de acción de los ácidos grasos poliinsaturados y sus beneficios en la salud. Revista de investigación clínica, 57(3), 457-472. Recuperado en 08 de diciembre de 2016, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-83762005000300010&lng=es&tlng=es.

Los ácidos grasos son ácidos carboxílicos con grupos laterales hidrocarbonados de cadena larga. Generalmente se encuentran en forma esterificada como componentes principales de los diversos lípidos. En las plantas y los animales superiores, los ácidos predominantes son los de las especies C16 y C18: los ácidos palmítico, oleico, linoleico y esteárico.

Más de la mitad de los ácidos grasos de los lípidos de plantas y animales son insaturados (dobles enlaces) y frecuentemente poliinsaturados (contienen dos dobles enlaces o más). En los ácidos grasos poliinsaturados los dobles enlaces tienden a encontrarse cada tres átomos de carbono, y de esta manera no están conjugados.

Dos clases importantes de ácidos grasos poliinsaturados se designan como ácidos grasos ω -3 u ω 6, una nomenclatura que identifica el último doble enlace contando desde el extremo metilo terminal (ω) de la cadena. El ácido linoleico y el linolenico, son ejemplos de este tipo de ácidos grasos poliinsaturados.

Ácidos grasos saturados de *Rubus fruticosus*

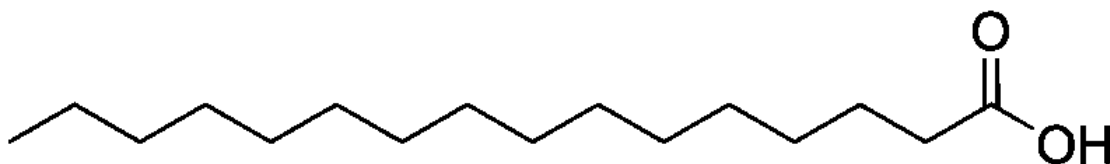


Ilustración 4 Figura 4. . Estructura de un ácido graso saturado, ácido esteárico.

Los ácidos grasos saturados son aquellos con la cadena hidrocarbonada repleta de hidrógenos, por lo que todos los enlaces entre sus átomos de carbono son simples, sin ningún doble enlace, lo que se traduce en una estructura rectilínea de la molécula.

Son más comunes en los animales. Tienen un punto de fusión más elevado que sus homólogos insaturados por lo que son sólidos a temperatura ambiente. Algunos ejemplos de ácidos grasos pueden ser el ácido palmítico, el ácido esteárico, el ácido mirístico o el ácido lignocérico. Las grasas saturadas, un tipo de lípidos, son triglicéridos formados por tres moléculas de ácidos grasos saturados y una molécula de glicerol.
https://www.ecured.cu/%C3%81cidos_grasos_saturados.

Table 7 Concentración de ácidos grasos saturados presentes en *Rubus fruticosus*, mediante análisis cromatográficos.

Componente	Formula	Tiempo	Área (%)
Laurico	C12:0	19.50	0.07
Mirístico	C14:0	22.72	0.22
Palmitico	C16:0	26.41	5.14
Heptadecanoico	C17:0	28.14	0.07
Estearico	C18:0	29.99	3.04
Heneicosanoico	C21:0	35.64	7.72
Behenico	C:220	37.45	0.15

Ácidos grasos monoinsaturados de *Rubus fruticosus*



Ilustración 5 Figura 5. Ácido oleico, un ácido graso monoinsaturado, con el doble enlace en posición 9 a contar desde el extremo metilo de la molécula es por tanto de la serie omega 9.

Los ácidos grasos monoinsaturados son aquellos ácidos grasos de cadena carbonada porque poseen una sola insaturación en su estructura, es decir, poseen un solo doble enlace carbono-carbono ($-\text{CH}=\text{CH}-$). Un ejemplo de este tipo de ácidos es el ácido oleico presente en casi todas las grasas naturales, llamado comúnmente omega 9.

Table 8 Concentración de ácidos grasos monoinsaturados presentes en *Rubus fruticosus*, mediante análisis cromatograficos.

Componente	Fórmula	Tiempo	Área
Palmitoleico	C16:1	27.82	0.10
Cis- Oleico	C18:2n6c	31.41	23.83
Cis-11 Eicosaneico	C21:0	35.64	7.72

Ácidos grasos poliinsaturados de *Rubus fruticosus*

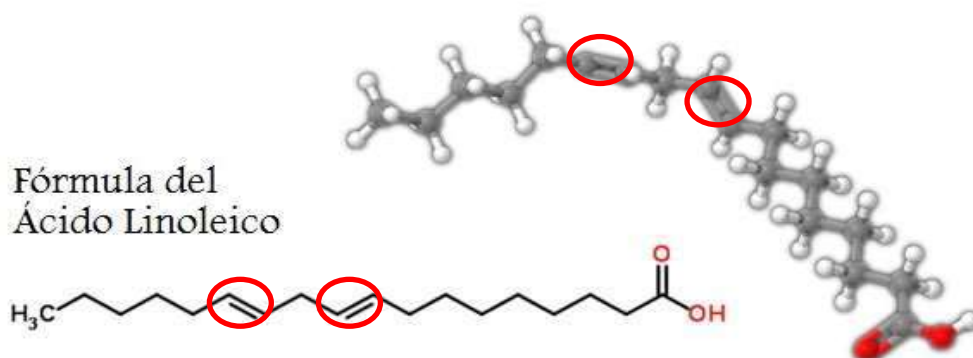


Ilustración 6 Figura 6. Estructura química del ácido linoléico el cual está presente en *Rubus fruticosus*.

Son ácidos grasos que poseen más de un doble enlace entre sus carbonos. Existen dos ácidos grasos poliinsaturados que el organismo no puede sintetizar, al ácido linoleico (AL) y el ácido alfa linolénico (ALN), que tienen que obtenerse en la dieta por ello se les conoce indispensables. Pertenecen a la familia n-6 o n-3, estas familias se pueden diferenciar por la posición del primer doble enlace, contando a partir del extremo metilo de la molécula del ácido graso. Se dice que son indispensables debido a que los mamíferos carecen de enzimas necesarias para poder insertar dobles enlaces en los átomos de carbono que están más allá del carbono 9 a partir del carboxilo terminal.

Table 9 Concentración de ácidos grasos poliinsaturados presentes en *Rubus fruticosus*, mediante análisis cromatograficos.

Componente	Fórmula	Tiempo	Área
Linoleico	C18:2n6c	31.41	57.85
Linolenico	(C18:3Δ9,12,15)	35.64	7.73

Dentro de nuestro organismo, los ácidos grasos indispensables se pueden convertir en ácidos poliinsaturados de cadena más larga (AGPIs-CL) presentando más insaturaciones, como el ácido araquidónico, el ácido eicosapentaenoico y el ácido docosahexaenoico.

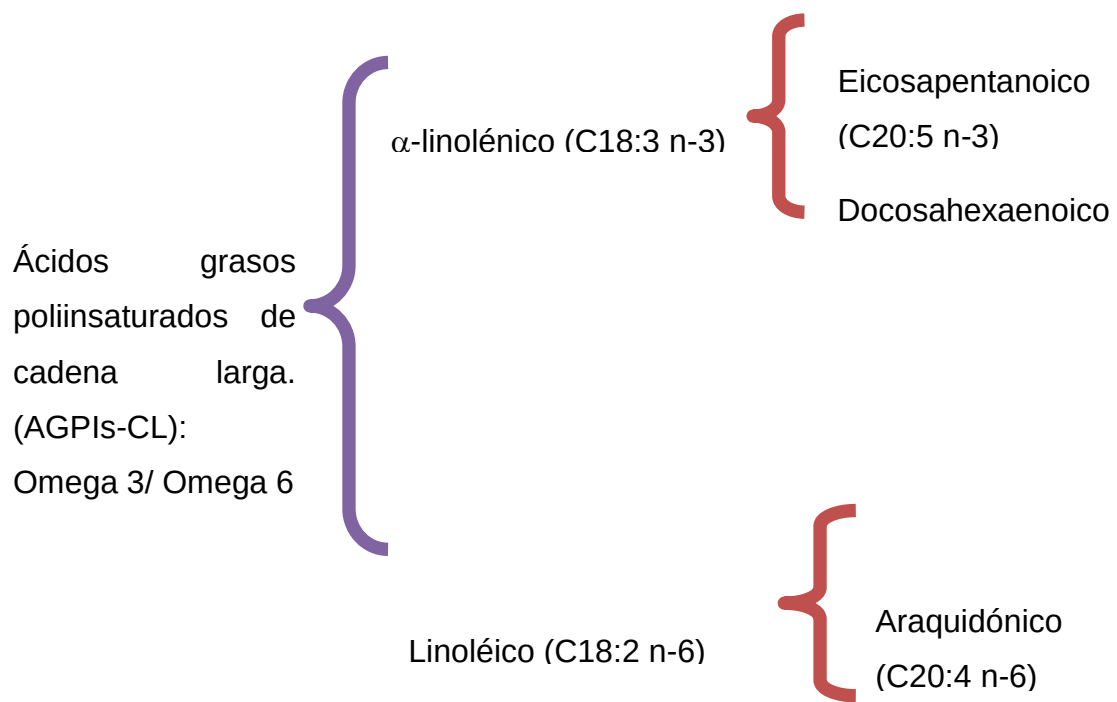


Ilustración 7 Figura 7. Dentro de la serie omega-6, el ácido graso de cadena larga (20 carbonos) más importante es el ácido araquidónico (AA). El AA se halla en las grasas de animales alimentados con semillas y en la yema del huevo.

Metabolismo de los ácidos grasos poliinsaturados (digestión, absorción y transporte)

Los ácidos grasos que provienen de la dieta entran en los enterocitos por una proteína que se localiza en la pared intestinal. Los ácidos grasos con más de 14 carbonos, como el ácido linolénico y el ácido linoleico, se esterifican y forman triacilgliceroles dentro del enterocito y así es como pasan a la circulación sanguínea por la vía linfática en forma de quilomicrones (Figura No.8).

Dentro del hígado en ácido linoléico y en ácido linolenico son elongados y desaturados para dar lugar a los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (AGPIs-CL) en los microsomas del retículo endoplásmico de los hepatocitos. Las enzimas responsables de las desaturaciones son las $\Delta 6D$ (delta 6 desaturasa) y $\Delta 5D$ (delta 5 desaturasa). El metabolismo de estos AGPIs-CL produce una amplia variedad de productos oxidados, a los que se les denomina eicosanoides, a este grupo pertenecen los leucotrienos, tromboxanos y prostaglandinas, los cuales una vez secretados en el flujo intersticial y su acción paracrina en las células cercanas. Las prostaglandinas contraen el

musculo liso incluyendo en intestino y el útero, también regulan el dolor y la inflamación en todos los tejidos. Los tromboxanos regulan la función plaquetaria y con ello la coagulación.

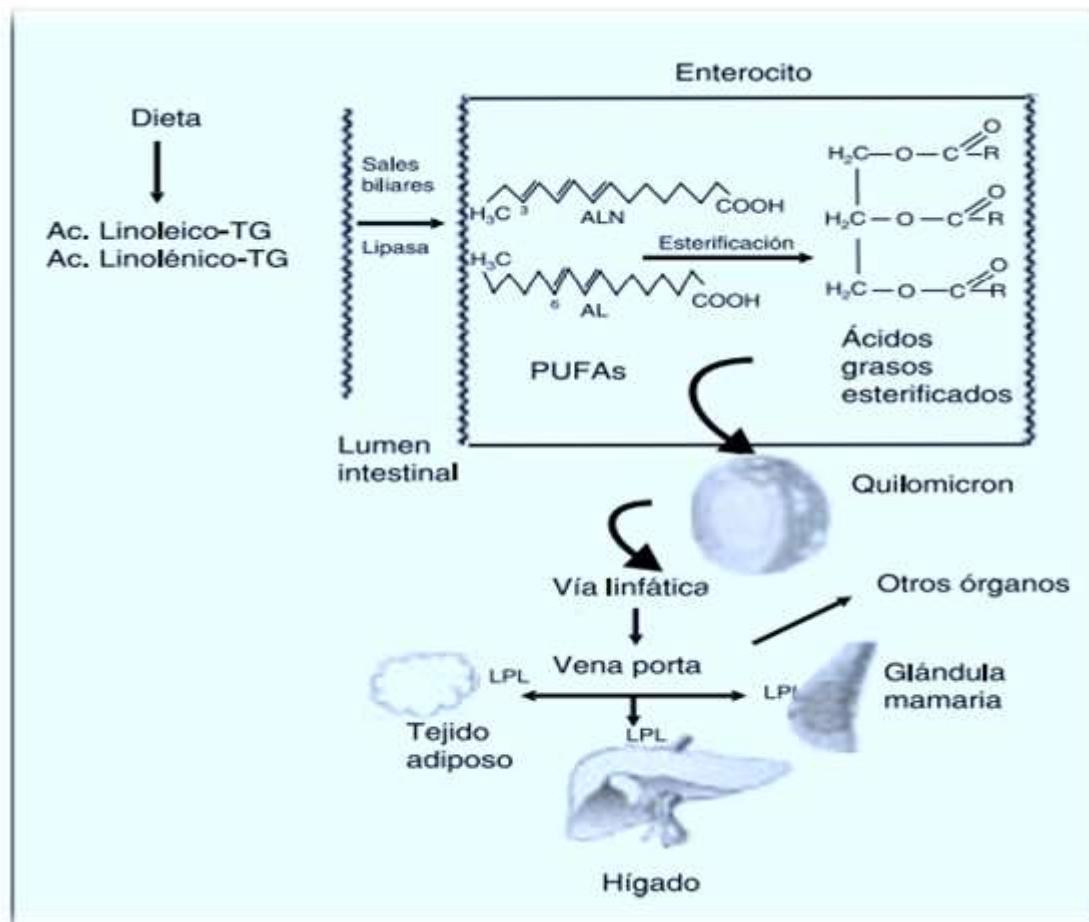


Ilustración 8 Figura 8. Metabolismo de los ácidos grasos indispensables indicando los principales destinos metabólicos de estos ácidos grasos.

La enzima lipoproteína lipasa (LPL), la cual se encuentra en la pared interna de los capilares sanguíneos hidroliza los TG (triglicéridos) presentes en las lipoproteínas de los quilomicrones liberando ácidos grasos incluyendo AGPIs. Estos AGPIs libres se incorporan a los triacilgliceroles del tejido adiposo y con ello inhiben la expresión genética de las enzimas involucradas en la lipogénesis.

A través de las aportaciones de Kinsell et al. y Groen, et al. Sobre la sustitución de la grasa animal por la vegetal en la dieta y así tener una disminución en la

concentración de colesterol en suero. Confirmándose esto en 1957 por varios investigadores citando la disminución de Colesterol y Triglicéridos en un 50% en pacientes hiperlipémicos.

Estos hallazgos indicaban que probablemente el efecto hipocolesterolémico del ácido linoleico podría deberse a cambios en el metabolismo de los ácidos grasos, más que a cambios en el metabolismo del colesterol. La adición del 2% de ácido linoleico a una dieta alta en hidratos de carbono libre de grasa suprime en un 70% la biosíntesis hepática de ácidos grasos y las actividades de la sintasa de los ácidos grasos (FAS) y de la glucosa 6 fosfato deshidrogenasa,¹⁴ enzimas involucradas en la lipogénesis. Actualmente se sabe que los AGPIs en la dieta inducen la expresión génica de enzimas responsables de la oxidación de ácidos grasos y reprimen la expresión de enzimas lipogénicas a través de diferentes mecanismos.

Ácidos grasos poliinsaturados y su efecto en la Diabetes mellitus.

Hoy en día la Diabetes mellitus es una enfermedad con un nivel muy alto de mortalidad en nuestro país, es una enfermedad multigénica y multifactorial la cual es caracterizada principalmente por la hiperglucemia, resistencia a la insulina, hipertrigliceridemia y complicaciones vasculares.

Debido a múltiples investigaciones se propone hoy en día que los ácidos poliinsaturados pueden tener un efecto benéfico en la prevención y control de la diabetes por diferentes mecanismos.

Un mecanismo es aquel que se refiere a la capacidad que tienen los ácidos poliinsaturados, actúan como ligandos activadores de PPAR α , el cual estimula la diferenciación de los preadipocitos a adipocitos, aumentando los receptores para la insulina y con ello se reduce la resistencia de la insulina.

Otro mecanismo de los ácidos grasos poliinsaturados se debe a que protegen a las células beta pancreática del daño que causan los radicales libres que se producen durante la Diabetes.

Sin embargo aun existe controversia respecto a los efectos benéficos de los ácidos grasos poliinsaturados en la diabetes del ser humano. Existe un estudio llamado “Nurses Health Study” el cual reporta que el riesgo de desarrollar diabetes esta inversamente asociado con el consumo de ácidos grasos poliinsaturados 50.

Así como también existen investigaciones bibliográficas que no muestran efectos benéficos con el consumo de los ácidos grasos poliinsaturados. (Woodman y cols. 2001) Observando un aumento en la glucosa.

Estas controversias también plantean algunas razones, unas de ellas son el uso de medicamentos, los cuales podrían interferir en la acción de los AGPIs, el grado de la obesidad y la resistencia a la insulina, y también el tiempo de administración del ácido graso.

Ácidos grasos poliinsaturados en enfermedades cardiovasculares.

Existe un gran interés en la acción antiateroesclerótica de los ácidos grasos poliinsaturados. Se han propuesto que se tiene un efecto protector de los AGPIs evita el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, esto es por medio de la inhibición de la respuesta inflamatoria, y la supresión de las moléculas de adhesión, y su efecto hipolipemiante.

Este proyecto está encaminado a prevenir las enfermedades crónicas degenerativas con la implementación de los ácidos grasos en las dietas.

REFERENCIAS.

- 2016BS347.pdf. (s. f.). Recuperado a partir de <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/bajacaliforniasur/boletines/2016/agosto/Documents/2016BS347.pdf>
- 3338.pdf. (s. f.). Recuperado a partir de <http://www.aulamedica.es/gdcr/index.php/nh/article/download/3338/3338>
- AAGG y salud. (s. f.). Recuperado 9 de marzo de 2017, a partir de <http://biomodel.uah.es/model2/lip/acgr-salud.htm>
- A.C, F. M. (2012). Diabetes en Mexico. *ENCUESTA NACIONAL DE SALUD Y NUTRICIÓN 2012*.
- Alegre-Díaz, J., Herrington, W., López-Cervantes, M., Gnatiuc, L., Ramirez, R., Hill, M., ... Emberson, J. R. (2016). Diabetes and Cause-Specific Mortality in Mexico City. *The New England Journal of Medicine*, 375(20), 1961-1971. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1605368>
- Al-Waili, N., Al-Waili, H., Al-Waili, T., & Salom, K. (2017). Natural antioxidants in the treatment and prevention of diabetic nephropathy; a potential approach that warrants clinical trials. *Redox Report: Communications in Free Radical Research*, 1-20. <https://doi.org/10.1080/13510002.2017.1297885>
- Arredondo, A., & Zúñiga, A. (2004). Economic consequences of epidemiological changes in diabetes in middle-income countries: the Mexican case. *Diabetes Care*, 27(1), 104-109.

- Balakumar, P., Maung-U, K., & Jagadeesh, G. (2016). Prevalence and prevention of cardiovascular disease and diabetes mellitus. *Pharmacological Research*, 113(Pt A), 600-609. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2016.09.040>
- Colesterol bueno o HDL y malo o LDL, triglicéridos y niveles normales | ECOagricultor. (s. f.). Recuperado 9 de marzo de 2017, a partir de <http://www.ecoagricultor.com/colesterol-bueno-hdl-malo-ldl-trigliceridos-niveles-normales/>
- CONTRERAS RAMON. (s. f.). La zarzamora | La guía de Biología. Recuperado 9 de marzo de 2017, a partir de <http://biologia.laguia2000.com/botanica/la-zarzamora#ixzz4RSTqB95n>.
- Coronel, R. (2017). The pro- or antiarrhythmic actions of polyunsaturated fatty acids and of cholesterol. *Pharmacology & Therapeutics*. <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2017.02.004>
- Evans, C. E. L. (2016). Sugars and health: a review of current evidence and future policy. *The Proceedings of the Nutrition Society*, 1-8. <https://doi.org/10.1017/S0029665116002846>
- Fennema, O. R. (1985). *Food chemistry*. M. Dekker.
- García, A. B. (2017). Actualización breve en diabetes para médicos de atención primaria . *Rev Esp Sanid Penit*, 57, 58.

Gimeno Creus, E. (s. f.). Compuestos fenólicos. Un análisis de sus beneficios para la salud. *Offarm*, 80-84.

Gómez-Dantés, H., Fullman, N., Lamadrid-Figueroa, H., Cahuana-Hurtado, L., Darney, B., Avila-Burgos, L., ... Lozano, R. (2016). Dissonant health transition in the states of Mexico, 1990-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet (London, England)*, 388(10058), 2386-2402. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)31773-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31773-1)

Hamed, S. A. (2017). Brain injury with diabetes mellitus: evidence, mechanisms and treatment implications. *Expert Review of Clinical Pharmacology*, 1-20. <https://doi.org/10.1080/17512433.2017.1293521>

Hernández-Ávila, M., Gutiérrez, J. P., & Reynoso-Noverón, N. (2013). Diabetes mellitus en México: El estado de la epidemia. *Salud Pública de México*, 55, s129-s136.

-HURMAN, E.M. (s. f.). Fenoles. Recuperado 8 de marzo de 2017, a partir de <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/Fenoles.htm>

Hygum, K., Starup-Linde, J., Harsløf, T., Vestergaard, P., & Langdahl, B. L. (2017). MECHANISMS IN ENDOCRINOLOGY: Diabetes mellitus, a state of low bone turnover - a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Endocrinology*, 176(3), R137-R157. <https://doi.org/10.1530/EJE-16-0652>

Informe Nacional sobre Desarrollo Humano México 2016. (s. f.). Recuperado 10 de marzo de 2017, a partir de

<http://www.mx.undp.org/content/mexico/es/home/library/poverty/informacional-sobre-desarrollo-humano-mexico-2016.html>

- Kessler, K., Hornemann, S., Petzke, K. J., Kemper, M., Kramer, A., Pfeiffer, A. F. H., ... Rudovich, N. (2017). The effect of diurnal distribution of carbohydrates and fat on glycaemic control in humans: a randomized controlled trial. *Scientific Reports*, 7, 44170. <https://doi.org/10.1038/srep44170>
- Keys, A., Anderson, J. T., & Grande, F. (1957). Prediction of serum-cholesterol responses of man to changes in fats in the diet. *Lancet (London, England)*, 273(7003), 959-966.
- Kinsell, L. W., Partridge, J., Boling, L., Margen, S., & Michaels, G. (1952). Dietary modification of serum cholesterol and phospholipid levels. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 12(7), 909-913. <https://doi.org/10.1210/jcem-12-7-909>
- Kutzner, L., Ostermann, A. I., Konrad, T., Riegel, D., Hellhake, S., Schuchardt, J. P., & Schebb, N. H. (2017). Lipid Class Specific Quantitative Analysis of n-3 Polyunsaturated Fatty Acids in Food Supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(1), 139-147. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b03745>
- Labonte, C. C., Chevalier, S., Marliss, E. B., Morais, J. A., & Gougeon, R. (2015). Effect of 10% dietary protein intake on whole body protein kinetics in type 2 diabetic adults. *Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 34(6), 1115-1121. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2014.12.022>

Lalia, A. Z., & Lanza, I. R. (2016). Insulin-Sensitizing Effects of Omega-3 Fatty Acids: Lost in Translation? *Nutrients*, 8(6).
<https://doi.org/10.3390/nu8060329>

Maillard, P., Carmichael, O. T., Reed, B., Mungas, D., & DeCarli, C. (2015). Cooccurrence of vascular risk factors and late-life white-matter integrity changes. *Neurobiology of Aging*, 36(4), 1670-1677.
<https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2015.01.007>

Martínez-Cruz, N. del S., Arévalo-Niño, K., Verde-Star, M. J., Rivas-Morales, C., Oranday-Cárdenas, A., Núñez-González, M. A., & Morales-Rubio, M. E. (2011). Antocianinas y actividad anti radicales libres de *Rubus adenotrichus* Schltdl (zarzamora). *Revista mexicana de ciencias farmacéuticas*, 42(4), 66-71.

Mecanismos moleculares de acción de los ácidos grasos poliinsaturados y sus beneficios en la salud. (s. f.). Recuperado 9 de marzo de 2017, a partir de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-83762005000300010&lng=es&tlng=es.

METABOLISMO SECUNDARIO EN PLANTAS -
Metabolismo_secundario_de_plantas.pdf. (s. f.). Recuperado a partir de http://eprints.ucm.es/9603/1/Metabolismo_secundario_de_plantas.pdf

(Microsoft Word - Tesis Completa. Definitiva. Sin \355nculos y numerada definitiva, CON \315NDICE sin tabla. 1-Marzo-14. - copia) - T35524.pdf.
(s. f.). Recuperado a partir de <http://eprints.ucm.es/27504/1/T35524.pdf>

- Reeves, P. G., Nielsen, F. H., & Fahey, G. C. (1993). AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. *The Journal of Nutrition*, 123(11), 1939-1951.
- Ridler, C. (2017). Diabetes: High diabetes-mellitus-linked mortality in Mexico. *Nature Reviews. Endocrinology*, 13(2), 66. <https://doi.org/10.1038/nrendo.2016.204>
- Rodríguez-Cruz, M., Tovar, A. R., del Prado, M., & Torres, N. (2005). Mecanismos moleculares de acción de los ácidos grasos poliinsaturados y sus beneficios en la salud. *Revista de investigación clínica*, 57(3), 457-472.
- Ruíz-Guzman G. (2014, junio 2). Las enfermedades crónico-degenerativas, principales causas de mortalidad en México - ANUIES. Recuperado 11 de marzo de 2017, a partir de <http://www.anuies.mx/noticias/las-enfermedades-cronico-degenerativas-principales-causas-de>
- Seah, J. Y. H., Gay, G. M. W., Su, J., Tai, E.-S., Yuan, J.-M., Koh, W.-P., ... van Dam, R. M. (2017). Consumption of Red Meat, but Not Cooking Oils High in Polyunsaturated Fat, Is Associated with Higher Arachidonic Acid Status in Singapore Chinese Adults. *Nutrients*, 9(2). <https://doi.org/10.3390/nu9020101>
- Stechemesser, L., Eder, S. K., Wagner, A., Patsch, W., Feldman, A., Strasser, M., ... Aigner, E. (2017). Metabolomic profiling identifies potential pathways involved in the interaction of iron homeostasis with glucose

metabolism. *Molecular Metabolism*, 6(1), 38-47.
<https://doi.org/10.1016/j.molmet.2016.10.006>

ANEXOS.

Derivado de la actividad de investigación del presente trabajo, se presentaron los resultados de la investigación en diferentes foros académicos y científicos, de carácter estatal, nacional e internacional con el respectivo registro ISBN (International Standard Book Number) e ISSN (International Serial Number), donde los créditos correspondientes fueron otorgados al CA-211 de Fisiopatologías de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Los cuales se enumeran a continuación:

1. “XIV Congreso Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Michoacán y 8° Encuentro de Jóvenes Investigadores del Estado de Michoacán”, realizado en el Mes de Octubre del año 2019, en la Ciudad de Morelia, por la Secretaría de Innovación Ciencia y Desarrollo Tecnológico del Estado de Michoacán.
2. “Congreso Academia Journals, 2019”, realizado en el mes de noviembre en el Instituto Tecnológico de Celaya.
3. 8° Verano Nicolaita De La Investigación, realizado el mes de agosto en la Universidad Michoacana De San Nicolás De Hidalgo.



PONENTE

REGISTRO N° 0001504

NOMBRE

LENNIN TAPIA HERNANDEZ

LUGAR: Universidad Vasco de Quiroga, Campus Santa María

FECHA: 29 y 30 de octubre de 2019

HORA: 8:00 horas



Por favor, imprime este ticket para poder registrar y validar tu asistencia al 14^o Congreso Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación y 8^o Encuentro de Jóvenes Investigadores del Estado de Michoacán, la cuál será necesaria para poder imprimir tu Constancia. **#SomosCiencia**



CONTROL LIPEMICO E HIPOGLICEMIANTE, EN UNA DIETA EXPERIMENTAL, ADICIONADA DE ACEITE DE LA SEMILLA DE *Prunus serotina* var. *capuli* EN MODELO DE RATON DE DIABETES MELLITUS TIPO-1.

Lennin Tapia-Hernández¹, Pedro José de Alba¹, Berenice Yahuaca-Juárez¹, Joel Rodríguez-Ceballos¹, Rafael Ortiz-Alvarado¹

Eje 1. Investigación en las ciencias básicas Mesa

5: Ciencias Médicas, Biomedicina y Salud

Palabras clave: Palabras Clave: (Ácidos grasos poliinsaturados, *Prunus serotina*, Rosáceas, Diabetes Mellitus)

Resumen

La Diabetes Mellitus (DM) es un problema de salud pública y el tratamiento es de manera integral, a través de cambios dietéticos y la administración de fármacos, la que se trata con hipoglucémicos como los derivados de las sulfonilureas (glibenclámina), que tienen como efecto secundario una dislipidemia. Por lo que el control dietético es fundamental para el tratamiento de la DM. Por lo que el uso de compuestos nutraceuticos es una opción, necesaria. Metodología. Se administró a dos grupos de ratones de la cepa Balb-c, Inducidos al modelo de DM-1, con estreptozotocina (150mg/kg de peso) y se usó la dieta experimental AINM-93 modificada con aceite (cuyo perfil de ácidos grasos es de tipo poliinsaturados de tipo C:18 y cis, por análisis cromatográfico) proveniente de *P. serotina* var. *capuli*, al 4% de la composición original. Después de 14 días de tratamiento, se determinó una disminución en la concentración de glucosa sérica, observando en el colesterol sérico una disminución del 47.3% en el grupo tratado con la dieta modificada, por el aceite de semilla de capulín, no observando un cambio significativo en la fracción de triglicéridos séricos en los animales sometidos al tratamiento dietético modificado respecto a los animales con la dieta estándar AINM-93. Por lo tanto, la incorporación de ácidos grasos poliinsaturados al 4% en una dieta estándar, puede coadyuvar al control glicémico y lipémico en el Diabetes Mellitus, como problema de salud pública.

1.- Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; lennin50tapia10@gmail.com; ortizalvarado@gmail.com



CONTROL LIPEMICO E HIPOGLICEMIANTE, EN UNA DIETA EXPERIMENTAL, ADICIONADA DE ACEITE DE LA SEMILLA DE *Prunus serótina* var. *capuli* EN MODELO DE RATON DE DIABETES MELLITUS TIPO-1.

Lennin Tapia-Hernández¹, Pedro Mosén de Alba¹, Benenice Yahua-Juárez¹, Joel Rodríguez-Ceballos¹, Rafael Ortiz-Alvarado¹

Eje 1. Investigación en las ciencias básicas

Mesa 5: Ciencias Médicas, Biomedicina y Salud

Palabras clave: (Ácidos grasos poliinsaturados, *Prunus serótina*, Rosáceas., Diabetes Mellitus)

Resumen

La Diabetes Mellitus (DM) es un problema de salud pública y el tratamiento es de manera integral, a través de cambios dietéticos y la administración de fármacos, la que se trata con hipoglucemiantes como los derivados de las sulfonilureas (glibenclámina), que tienen como efecto secundario una dislipidemia. Por lo que el control dietético es fundamental para el tratamiento de la DM. Por lo que el uso de compuestos nutraceuticos es una opción, necesaria. Metodología. Se administró a dos grupos de ratones de la cepa Balb-c, inducidos al modelo de DM-1, con estreptozotocina (150mg/kg de peso) y se usó la dieta experimental AINM-93 modificada con aceite (cuyo perfil de ácidos grasos es de tipo poliinsaturados de tipo C:18 y cis, por análisis cromatográfico) proveniente de *P. serótina* var. *capuli*, al 4% de la composición original. Después de 14 días de tratamiento, se determinó una disminución en la concentración de glucosa sérica, observando en el colesterol sérico una disminución del 47.3% en el grupo tratado con la dieta modificada, por el aceite de semilla de capulín, no observando un cambio significativo en la fracción de triglicéridos séricos en los animales sometidos al tratamiento dietético modificado respecto a los animales con la dieta estándar AINM-93. Por lo tanto, la incorporación de ácidos grasos poliinsaturados al 4% en una dieta estándar, puede coadyuvar al control glicémico y lipémico en al Diabetes Mellitus, como problema de salud pública.

1.- Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, lennin50tapia10@gmail.com, rortizalvarado@gmail.com



Introducción.



El actual modelo económico impacta diferentes órdenes entre ellos el cultural y el patrón de conducta alimentaria, en donde México no está exento a esta dinámica mundial, una manera de monitorear el desarrollo de nuestro estado es por medio del Índice de Desarrollo Humano (IDH) de acuerdo a los datos obtenidos del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) el cual es un indicador donde se resumen los logros promedio en tres dimensiones: salud, educación e ingreso, el estado de Michoacán se encuentra en el lugar 29 de los 32 estados de la República con un valor de 0.700 de IDH en salud para el año 2012 en educación ocupamos la posición 30 así como el índice de desarrollo el lugar 26, se considera que cada una de estas dimensiones representa una capacidad fundamental necesaria para que las personas puedan disfrutar de una vida que consideren valiosa, existe un apartado en el análisis de IDH donde los estados se comparan con diferentes países en el mundo y por el nivel de salud, desarrollo y educación Michoacán es comparado con Suriname un país de Sudamérica colindante con Brasil, siendo este uno de los principales problemas ya que nuestro modelo económico no es sustentable así como la educación en el estado ya que, en 2009 y 2013, Guanajuato fue el estado que más avanzó en educación secundaria y primaria; mientras tanto, Oaxaca y Michoacán muestra fallas encontrándose Michoacán en el lugar 31 de los 32 estados de la República Mexicana, la organización atribuye los niveles "graves" a que toda acción educativa, entre los procesos de certificación docentes "boicoteada", deduce que cualquier niña, niño o joven que viva en Michoacán se enfrenta a un "desalentador futuro educativo", por lo que le vendría mejor emigrar a otra entidad o apoyarse en el respaldo familiar para desarrollar su potencia, aunque no es el único motivo de migración ya que el bajo desarrollo hacen que las familias completas migren en busca de nuevas y mejores oportunidades en diferentes ámbitos, así como el acceso a la salud de manera equitativa, la oportunidad de tener una alimentación saludable, ya que en el país y en el estado no hay desnutridos, hay malnutridos lo que nos provoca tener una alta incidencia de enfermedades crónico degenerativas que podríamos prevenir (2).

Las enfermedades crónico-degenerativas son las principales causas de mortalidad en México, ubicándose en primer lugar la Diabetes Mellitus, en segundo las enfermedades isquémicas del corazón, en tercero las cerebro-vasculares; y en cuarto las crónicas del hígado. "Todos estos padecimientos, están muy relacionadas con la obesidad y con el síndrome metabólico". (Dra. Gloria Ruiz Guzmán, investigadora del Laboratorio de Investigación Clínico-Epidemiológica UAM)

El principal componente del síndrome metabólico es la obesidad central abdominal asociada con un patrón desfavorable del perfil de lípidos y alteraciones en el metabolismo de la glucosa, que se acompañan de un incremento en la incidencia de hipertensión arterial y Diabetes Mellitus tipo 2, enfermedad cardiovascular y cerebro-vascular (3).

Objetivo General



Determinar el efecto hipolipemiante de los ácidos grasos aislados del aceite de *Rubus fruticosus*, en ratones, (*Mus musculus*) inducidos con Diabetes Mellitus tipo 1.

Objetivos Específicos:

Diseñar una dieta que contenga ácidos grasos de *R. fruticosus*, para ratones inducidos para Diabetes Mellitus tipo 1.

Demostrar el efecto hipolipemiante de una dieta que contenga ácidos grasos de *R. fruticosus* en ratones *Mus musculus* con Diabetes Mellitus tipo 1

Materiales y Métodos.



Fig. 1.1 Materia Prima



Fig. 1.2 Semilla triturada



Fig. 1.3 Aceite



Fig. 1.4 Extracción Soxhlet

Los materiales utilizados fueron obtenidos de *Rubus fruticosus* (Zarzamora) colectada en el municipio de Ziracuaretiro, la cual no cumplió las especificaciones de exportación. Se separó la fracción los sólidos y líquida, en este caso en que nos interesa en el sólido se seca a 47°C por 36 horas y se separó la semilla, se sometió a trituración, posteriormente el proceso para extraer los ácidos grasos por un método de extracción en este caso utilizamos en método de extracción Soxhlet, una vez obtenidos la fracción lipídica ácidos grasos se realiza un análisis del perfil de ácidos grasos por cromatografía de gases o Resonancia Magnética Nuclear. Con el aceite obtenido se diseñó la dieta basada en la dieta estandar DIETA AIN-93G, para roedores, ratón *Mus musculus*, y se les administró la dieta modificada a ratones inducidos a diabetes mellitus tipo 1 con la administración de estreptozocina a una concentración de 150 mg/Kg de peso, la administración de la dieta se realizó por 14 días al término del tratamiento se determinaron los parámetros correspondientes a perfil de lípidos, como son colesterol total y triglicéridos en sangre de los animales tratados con la dieta modificada en base a los ácidos grasos poliinsaturados provenientes de la semilla de *R. fruticosus*, los resultados se analizaron de manera estadística y se determinaron las desviaciones estándar correspondientes.

Resultados

Una vez analizadas todas nuestras muestras, en sangre para Colesterol Total y Triglicéridos se obtuvieron los siguientes resultados.



En la **Figura No. 2** se observa la concentración de colesterol total para el grupo de animales control inducidos con diabetes mellitus de tipo 1, sometidos a la dieta estandar AING-93 un valor de 164.5 mg/dl y una desviación estándar de ± 35.94 , en el caso del grupo tratado con el dieta experimental con aceite de semilla de zarzamora y ácidos grasos poliinsaturados se mostro una concentración de 60.44 mg/dl y una desviación estándar de ± 7.59 , para una $N= 5$, individuos, para cada tipo de tratamiento, por lo que se establece un diferencia significativa para el tratamiento dietético, en el caso de colesterol en los animales con diabetes mellitus de tipo 1 inducido con estreptozotocina.

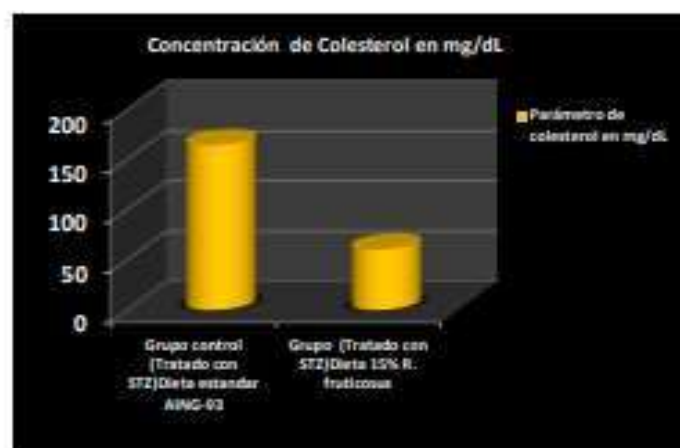


Figura 2. Concentración de Colesterol total en mg/dL, en suero de ratones de inducidos a Diabetes mellitus de tipo 1, con estreptozotocina, dieta control y dieta modificada con ácidos grasos poliinsaturados y fibra al 15%, provenientes de la extracción y aislamiento de *R. fruticosus*. $N=5$ individuos tratados para cada grupo.

En la **Figura No. 3** se observa la concentración de triglicéridos para el grupo de animales control inducidos con diabetes mellitus de tipo 1, sometidos a la dieta estandar AING-93 un valor de 105.0 mg/dl y una desviación estándar de ± 21.35 ; en el caso del grupo tratado con el dieta experimental con aceite de semilla de zarzamora y ácidos grasos poliinsaturados se mostro una concentración de 157.91 mg/dl y una desviación estándar de ± 61.25 , para una $N= 5$, individuos, para cada tipo de tratamiento, por lo que se establece que no existe una diferencia significativa para el tratamiento dietético, en el caso de los triglicéridos en los animales con diabetes mellitus de tipo 1 inducido con estreptozotocina.

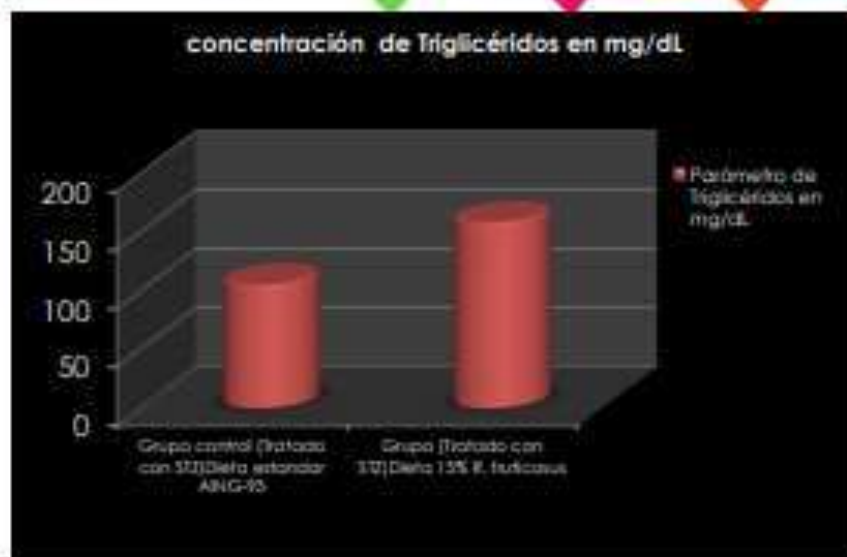


Figura 3. Concentración de triglicéridos en mg/dL, en suero de ratones de inducidos a Diabetes mellitus de tipo 1, con estreptozocina, dieta control y dieta modificada con ácidos grasos poliinsaturados y fibra al 15%, provenientes de la extracción y aislamiento de *R. fruticosus*. N=5 individuos tratados para cada grupo.

Tabla No. 1. Perfil lipídico en suero de ratones control y tratados con la dieta modificada con ácidos grasos poliinsaturados de semilla de *R. fruticosus*.

Tipo de Tratamiento	Perfil lipídico Control en mg/dL	Perfil lipídico Tratados en mg/dL
Grupo Control (tratado con STZ) Dieta Estándar ANG-93	164.5 ± 35.94 N=5	105.0 ± 21.30 N=5
Grupo (tratado con STZ, Dieta 15% de fibra <i>R. fruticosus</i>)	68.44 ± 7.59 N=5	187.31 ± 61.125 N=5

Conclusión.



Se observó una disminución significativa en la concentración de colesterol en los animales inducidos para Diabetes Mellitus de Tipo1, tratados con la dieta modificada al 4% de aceite proveniente *R. fruticosus* y 15% de fibra proveniente de *R. fruticosus*. No así una diferencia significativa en los valores de triglicéridos. Por lo que se puede establecer que existe un efecto hipocolesterolemizante específico de la dieta modificada con ácidos grasos poliinsaturados provenientes de semilla de *R. fruticosus* en un modelo de diabetes mellitus de tipo 1.

Bibliografía.

1. Corte Osorio L. Y., Martínez Flores H.E, Ortiz Alvarado R. 2011. Effect of dietary fiber in the quantitative expression of butyrate receptor GPR43 in rats colon. *Nutrición Hospitalaria*.
2. Financiera Nacional de Desarrollo Agropuario, Rural, Forestal y pecuario. (Febrero 2015). Panorama de la Zazamora. 2015, de Secretario de Hacienda y Crédito Público Sitio web: <http://www.financiera rural.gob.mx/informacion sector rural/Panoramas/Ficha%20Zazamora.pdf>.
3. Rodolfo De la Torre García Cristina Rodríguez García. (Febrero 2015). Índice de Desarrollo Humano para las entidades federativas, México 2015. 2015, de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en México Sitio web: http://www.mx.undp.org/content/dam/mexico/docs/Publicaciones/PublicacionesReduccionPobreza/InformesDesarrolloHumano/PNUD_boletinIDH.pdf.
4. Universia México. (2014). Enfermedades crónico-degenerativas: primera causa de mortalidad en México. 2014, de Universidad Autónoma Metropolitana Sitio web: http://www.cys.itesm.mx/biblioteca/magina_con_formato_version_oct/apaweb.htm.
5. Tazoe H, Otomo Y, Kaji I, Tanaka R, Karaki SI, Kuwahara A. 2008. Roles of short-chain fatty acids receptors, GPR41 and GPR43 on colonic functions. *J Physiol Pharmacol*.

El Gobierno del Estado de Michoacán a través del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación, con la colaboración de la Universidad Vasco de Quiroga, otorgan la presente

CONSTANCIA

A:

LENNIN TAPIA-HERNÁNDEZ, PEDRO MOSÉN DE ALBA, BERENICE YAHUACA-JUÁREZ, JOEL

RODRÍGUEZ-CEBALLOS, RAFAEL ORTIZ-ALVARADO

por su participación como Ponente en el "ÁREA 1: CIENCIAS NATURALES" de la "MESA 11.- ENCUENTRO DE JÓVENES INVESTIGADORES" con el trabajo "CONTROL LIPÉMICO E HIPOGLUCEMIANTE, EN UNA DIETA EXPERIMENTAL, ADICIONADA DE ACETE DE LA SEMILLA DE PRUNUS SEROTINA VAR. CAPUL EN MODELO DE RATON DE DIABETES MELLITUS TIPO-1"

En el marco de las actividades académicas del **14º Congreso Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación y el 8º Encuentro de Jóvenes Investigadores del Estado de Michoacán.**

Morelia, Michoacán, a 30 de Octubre de 2019

Dr. José Luis Montañez Espinosa

Director General del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Michoacán

Ing. José Antonio Herrera Jiménez

Rector de la Universidad Vasco de Quiroga
Campus Sta. María.



CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN ACADEMIA JOURNALS, CELAYA, 2019

OTORGAN EL PRESENTE:

CERTIFICADO

A:

LENNIN TAPIA HERNÁNDEZ
BERENICE YAHUACA-JUÁREZ
JOEL RODRÍGUEZ CEBALLOS
RUBÉN CHÁVEZ-RIVERA
RAFAEL ORTIZ-ALVARADO

POR SU PARTICIPACIÓN CON LA PONENCIA TITULADA

**PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS INSATURADOS DE ESPECIES NATIVAS DE LA FAMILIA DE LAS
ROSÁCEAS Y SU INTERÉS COMO PRESERVACIÓN DE GERMOPLASMA**

VOLUMEN ONLINE CON ISSN 1946-5351 ONLINE, VOL. 11, NO. 9 E INDEXACIÓN
EN FUENTE ACADÉMICA PLUS (EBSCO) Y LIBRO DIGITAL EBOOK ONLINE INTITULADO
DISEMINACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR: CELAYA 2019,
CON ISBN 978-1-939982-50-6 ONLINE.

LA CUAL FUE PRESENTADA EN EL
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO EN CELAYA
LOS DÍAS 6, 7 y 8 DE NOVIEMBRE DE 2019, CELAYA, GUANAJUATO, MÉXICO.

DR. RAFAEL MORALES
EDITOR, ACADEMIAJOURNALS.COM
PROFESOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y ADMINISTRATIVA
ST. MARY'S UNIVERSITY, SAN ANTONIO, TX, EE.UU.

MC. MOISES TAPIA ESQUIVIAS
COORDINADOR GENERAL DEL
CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN
ACADEMIA JOURNALS, CELAYA, 2019.

No. 519

C0621



Firma digital:
<http://aj.celaya.edu.mx/foro.html?i=63538f6bf3385fc37b148bfc>

**DESARROLLO DE UN SUSTRATO ORGÁNICO PARA LA CONSERVACIÓN Y
PROPAGACIÓN DE PLÁNTULAS DE *Agave cupreata*, COMO ESTRATEGIA DE
SUSTENTABILIDAD EN LA CADENA DE PRODUCCIÓN DEL MEZCAL PRODUCIDO
EN MUNICIPIOS EN MICHOACÁN, COMO PARTE DE LA DENOMINACIÓN DE
ORIGEN.**

Lenrin Tapia Hernández, Facultad de Químico Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, lenrin50tapia10@gmail.com Asesor Dr. Rafael Ortiz Alvarado, Facultad de Químico Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo ortizalvarado@gmail.com.

Planteamiento del problema. El estado de Michoacán, es uno de los principales productores hortofrutícola del país, de productos agroalimentarios como son aguacate (*Persea americana*) y los denominados frutillos rojos: frambuesa y zarzamora (*Rubus* spp.) y arándanos (*Vaccinium* spp.), siendo la base económica de diversos municipios de Michoacán debido a los grandes volúmenes de exportación; sin embargo, no todos los frutos logran colocarse en los mercados de exportación o canales nacionales de comercialización, generando residuos agroalimentarios que pueden tratarse y utilizarse para la generación de sustratos orgánicos para la propagación y trasplante de plántulas, lo cual ya ha sido documentado y experimentado con otros materiales orgánicos. Esta producción exitosa de plantas de alta calidad en macetas, conocidas también como recipientes o contenedores depende de la utilización de un sustrato adecuado, lo que conlleva a tener un conocimiento amplio sobre las propiedades tanto físicas como químicas del sustrato orgánico necesarias para la elección de éste que se ajuste a las necesidades de nuestra planta ya que las condiciones a las que se expone una planta que crece en el campo comparada con la que crece en una maceta es generalmente un ambiente más estresante y de cambios constantes, de esta manera es indispensable generar estrategias sustentables que se concatenen en la producción de plantas de interés biológico e industrial y, fortalezcan la economía local con proyección internacional, para la conservación y sustentabilidad de las plantas de agave que se utilizan en la producción de mezcal con denominación de origen, como parte de la conservación biológica y de un valor tangible.

Metodología. Se procesaron 20 kilogramos de materia prima, posteriormente se separó el líquido de los sólidos para su conservación a -20 °C; se colocó en charolas para su secado y deshidratación por un método físico, la separación de la pulpa de la semilla se llevó a cabo a través de un tamiz y se pulverizó para la disminución de partícula, esto para facilitar la separación lipídica con ayuda de un solvente orgánico, usando el método de extracción de tipo soxhlet, posterior a la separación y recuperación del aceite por medio de densidades, se colocó en la campana de extracción para asegurar la evaporación del solvente, se determinó el rendimiento de aceite y semilla, donde se determinó que por cada 100 gr de zarzamora se obtuvieron un promedio de 21.17 g de semilla y 1.4 ml de aceite.

Resultados y conclusiones. Se determinó que por cada 100 gr de zarzamora se obtuvieron un promedio de 21.17 g de semilla y 1400 microlitros de aceite, se caracterizó por cromatografía de gases, observando un perfil predominante de ácidos grasos poliinsaturados de tipo C:18. El residuo sólido se utilizó para la conservación y propagación de plántulas de *A. cupreata* o papalote de 2 meses de desarrollo, posteriormente se realizó el trasplante a un terreno experimental, obteniendo una viabilidad mayor al 90% de las plántulas, en un periodo de 4 meses posterior al trasplante en suelo, de esta manera el sólido proveniente de semilla de zarzamora, a través de un tratamiento químico hidrofóbico, es viable como sustrato para plantas de estrés hídrico con importancia comercial y/o biológico, como son las especies de la Familia Agavaceae, específicamente para la especie *Agave cupreata*, la cual es parte de la denominación de origen en el estado de Michoacán, como estrategia de conservación.

Literatura citada.

Colunga García M., et al. 2007. En lo ancestral hay futuro: del tequila, los mezcals y otros agaves. CICV, CONACYT, CONABIO, SEMARNAT e INE, México: 85-112.

OTORGAN LA PRESENTE

CONSTANCIA

a:

Lennin Tapia Hernandez

Por su destacada participación en la **ESTANCIA ACADÉMICA del 8º. Verano Nicolaita de Investigación**, realizada del 24 de junio al 5 de agosto de 2019, en esta universidad.

Morelia, Michoacán, agosto de 2019



Dr. Marco Antonio Landavazo Arias
Coordinador de la Investigación Científica
de la Universidad Michoacana de
San Nicolás de Hidalgo