



LA UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS
DE HIDALGO

FACULTAD DE QUÍMICO FARMACOBIOLOGÍA

**MÉTODO ESPECTROFOTOMÉTRICO PARA
DETERMINAR LA PUREZA DEL ACEITE OBTENIDO
DE LAS SEMILLAS DE LAS ESPECIES DE
LA FAMILIA TAXONÓMICA ROSACEA**

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER
EL TÍTULO DE QUÍMICO FARMACOBIOLOGO

POR EL PASANTE DE QUÍMICO
FARMACOBIOLOGO

MANUEL ANTONIO AGUILERA ARANA

DIRECTOR DE TESIS Y ASESORÍA POR
RAFAEL ORTIZ ALVARADO (Doctor en Aspectos
Moleculares y Celulares de la Biología)

MORELIA, MICHOACÁN, Abril de 2018

**MÉTODO ESPECTROFOTOMÉTRICO PARA DETERMINAR LA
PUREZA DEL ACEITE OBTENIDO DE LAS SEMILLAS DE LAS
ESPECIES DE LA FAMILIA TAXONÓMICA *Rosacea***

III. DECLARATORIA

El presente trabajo fue aprobado por el comité sinodal y con el apoyo del Doctor en Aspectos Moleculares y Celulares de la Biología; Dr. Rafael Ortiz Alvarado perteneciente al CA-211 de Fisiopatologías, la preparación de esta investigación, que es, un conjunto de trabajos y participaciones en distintos foros de divulgación científica y cuyas publicaciones han impulsado el ánimo y la iniciativa para la producción de este trabajo. El cuerpo sinodal se encuentra conformado por los profesores:

MTE. Lucía Mathilde Barrios Nava

Dr. Ruben Chavez Rivera

M.C. Lucia Santibañez Mondragon

M.C. Alvaro Rodríguez Barron

M.C. Ma. Del Rocío Lara Madrigal

IV. AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS:

Quiero agradecer a mi familia por su apoyo incondicional, a mi esposa y a mi hija por impulsarme siempre en alcanzar mis metas, a la facultad de químico farmacobióloga y a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo que me han formado profesionalmente y han sido la fuente por la cual hoy puedo acercarme a mi objetivo de convertirme en Químico Farmacobiólogo. Al Doctor Rafael Ortiz Alvarado que se convirtió en un Guía en este camino hacia la titulación. Su gran pasión en la práctica de la profesión resulta inspiradora.

A Valentina LA LUZ en mi camino

V. RESUMEN

La importancia de los aceites en las industrias alimentarias a lo largo de la historia humana ha sido patente y hoy es necesario poder contar con una fuente inocua y que se cuente con la certeza de la composición química, evitando las adulteraciones. Por lo tanto, el presente trabajo ha desarrollado una prueba confiable que identifica al aceite proveniente de las semillas de la Familia *Rosáceas*, entre las que se encuentran especies comerciales como zarzamora, frambuesa y capulín, en donde todas estas especies, pueden generar por un proceso extractivo un aceite con potencial alimenticio humano. Encontrando a través de un barrido espectrofotométrico regiones de absorción en las longitudes de onda de 522-534 nm, de 585-617 nm y 630-691 nm, estos picos son característicos para los ácidos grasos poliinsaturados de tipo C:18, con la relativa abundancia, específicos para este tipo de aceite, desarrollando una prueba analítica fiable, evitando los fraudes alimenticios.

ABSTRACT

The importance of oils on food industry through the large of human history has been patent and today is necessary to count with an innocuous source and have the certainty of the chemistry composition, avoiding adulteration. This work has developed a reliable test that identifies the oil from seeds of the taxonomic family *Rosacea*, among which are commercial species such as blackberry, raspberry and capulina, where all this species can generate by an extractive process an oil with nutritional potential for human. Found through spectrophotometric scan, absorption regions in the wavelengths of 522-534 nm, 585-617 nm and 630-691 nm. These are characteristic peaks for fatty acids PUFA C18, with the relative abundance, specifics for this kind of oil. Developing a reliable analytical test and avoiding food fraud.

VI. PALABRAS CLAVE

Ácidos grasos poliinsaturados, *Rubus spp.*, *Prunus serótina*, *Rosáceas*, barrido espectrofotométrico.

VII. INDICE GENERAL

I.	PRESENTACIÓN.....	1
II.	TÍTULO.....	2
III.	DECLARATORIA.....	3
IV.	AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS.....	4
V.	RESUMEN - ABSTRACT.....	5
VI.	PALABRAS CLAVE.....	5
VII.	INDICE.....	6
VIII.	INDICE DE TABLAS Y FIGURAS.....	8
IX.	ABREVIATURAS.....	10
X.	INTRODUCCIÓN.....	11
	1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....	11
	a) Importancia de los lípidos en la evolución humana.....	11
	2. LÍPIDOS.....	14
	2.1 Clasificación de los lípidos.....	15
	a. Triglicéridos.....	15
	b. Fosfolípidos.....	16
	c. Esfingolípidos.....	16
	d. Esteroles.....	17
	e. Ácidos grasos.....	18
	1) Ácidos grasos saturados (SFA).....	19
	2) Ácidos grasos monoinsaturados (MUFA).....	20
	3) Ácidos grasos polinsaturado (PUFA).....	21
	2.2 Importancia biológica de los ácidos grasos en la dieta humana.....	23
XI.	JUSTIFICACIÓN.....	25
XII.	HIPÓTESIS.....	26

XIII.	OBJETIVOS.....	27
a.	OBJETIVO GENERAL.....	27
b.	OBJETIVOS PARICULARES.....	27
XIV.	ARTÍCULO.....	28
XV.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
	A. DESCRIPCION DEL MÉTODO.....	30
	1. SÓLIDOS.....	30
	2. EXTRACCIÓN SOXHLET.....	30
	3. EXTRACCIÓN POR MICROONDAS.....	30
	4. CENTRIFUGACIÓN.....	30
	5. ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA DE GASES.....	31
	6. LECTURA ESPECTROFOTOMÉTRICA.....	31
XVI.	RESULTADOS.....	32
	A. Barridos espectrofotométricos de aceites.....	36
XVII.	DISCUSIÓN.....	45
XVIII.	CONCLUSIONES.....	46
XIX.	ANEXOS.....	47
XX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62

VIII. ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

FIGURA 1 Trilacilglicerol.....	16
FIGURA 2 Estructura de los ácidos grasos.....	19
FIGURA 3 ácido láurico	19
FIGURA 4 ácido mirístico	20
FIGURA 5 ácido palmítico	20
FIGURA 6 ácido esteárico.....	20
FIGURA 7 ácido oleico <i>cis</i> y <i>trans</i>	21
FIGURA 8 ácido linoléico	22
FIGURA 9 ácido linolenico.....	22
FIGURA 10 ácido araquidónico	22
FIGURA 11 ácido docosahexaenoíco	22
FIGURA 12 ácido eicosapenteenoico	22
FIGURA 13 Extractos oleosos provenientes de las semillas de los frutillos de la familia <i>Rosacea</i>	33
FIGURA 14 Resonancia magnética nuclear de las especies de ácidos grasos.....	34
FIGURA 15 Barridos espectrofotométricos de las especies <i>Rubus spp</i> y <i>Prunus serótina variedad capulí</i>	35
FIGURA 16 Huella lipídica del aceite de <i>Persea americana</i>	36
FIGURA 17 Huella lipídica del aceite de canola	37
FIGURA 18 Huella lipídica del aceite de <i>Olea europea</i>	38

FIGURA 19 Huella lipídica del aceite de aceite comercial	39
FIGURA 20 Huella lipídica del aceite de capulín	40
FIGURA 21 Huella lipídica del aceite de capulín después 3 meses de reposo.....	41
TABLA 1 Porcentaje de rendimiento en la extracción de aceite de la semilla de <i>Prunus</i> <i>serótina</i> <i>variedad</i> <i>capulí</i>	32
TABLA 2 Comparativa de los diversos aceites y sus regiones de absorción (Excel)	42
TABLA 3 Comparativa de los aceites y sus regiones de absorción	44

IX. ABREVIATURAS

ALA

AA

DHA

EPA

MUFA

PUFA

SFA

LA

nm

X. INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTE HISTÓRICOS

a) Importancia de los lípidos de los alimentos en la evolución humana.

La supervivencia de la especie humana (*Homo sapiens*), depende en buena medida de la obtención y aseguramiento de fuentes de alimentos. Más sin embargo, los homínidos como el hombre de *Neanderthal*, el hombre *Cromagnon* el *Homo habilis*, el *Homo erectus* y en última instancia el Hombre moderno alcanzaron diferentes grados de sofisticación tecnológica (Caspari, Rosenberg, & Wolpoff, 2017) , que les permitieron asegurar en un primer lugar una fuente calórica alimenticia, que casi siempre era proveniente de la carne roja, esta a su vez proveniente de la actividad de la caza, (N. Mann, 2000). Esto estuvo en buena medida determinando un comportamiento en casi todas las especies de Homínidos, (excepto el hombre moderno), de una especie nómada. (Carrasco, 2000). Posteriormente, hace aproximadamente 30,000 a 10,000 años los diferentes grupos de *H. sapiens* que colonizaron diferentes puntos geográficos comenzaron un proceso de especialización, cultural y social, donde el aseguramiento de los alimentos se logró a través de la domesticación de otras especies, entre las que destacan especies animales y especies vegetales (dando lugar probablemente a la ganadería y agricultura) (Bilgic, Hakki, Pandey, Khan, & Akkaya, 2016). Esto es importante dado que la especie humana actual ha logrado un diverso grado de sofisticación, la cual es debido según algunos autores a un proceso de evolución, en diversos órganos y sistemas, entre los que se puede mencionar al Sistema Nervioso Central, concretamente el cerebro, (Blonder, 1991), (F. D. Mann, 1998). Podemos mencionar por lo tanto qué, a lo largo de la prehistoria e historia humana, los lípidos han representado una fuente importante de energía y que además han sido fundamentales para la supervivencia pues como diversos estudios de ácidos grasos poliinsaturados PUFA han evidenciado beneficios estructurales y fisiológicos a la salud como el favorecimiento del desarrollo de la retina durante el desarrollo fetal, beneficios fisiológicos a la presión arterial o la disminución evidente en enfermedades coronarias. Así como

también su papel en la evolución y transición del *homo sapiens* al hombre moderno, en cuanto a la obtención de nutrientes multifuncionales con propiedades como facilitar la comunicación sináptica se refiere. Los ácidos grasos omega-3, se han examinado y determinado que su ingesta favorece a las conexiones neuronales, contribuyendo con el desarrollo de una mente concreta e imaginativa que se ha ido construyendo por milenios hasta llegar a ser capaz de comprender la técnica, la filosofía, el arte y la ciencia e inclusive su misma naturaleza en el cosmos. Y cuyo propósito más noble es el de la perfección humana y lo que esto representa para las distintas disciplinas que van desde las técnicas y científicas hasta las de carácter social y cultural. Así los ácidos grasos han sido a lo largo de la herencia milenaria humana dentro de la alimentación (dieta) un nutriente determinante en el éxito evolutivo de la especie *H. sapiens*, la cual logro domesticar en primer caso a su especie, para pasar de especie nómada (recolectora y cazadora) a especie sedentaria, agrícola y organizadora de sociedades jerarquizadas. Donde el aseguramiento de la disposición de alimentos a través de la agricultura y posteriormente la ganadería, daría origen a una escala de alimentos, permitidos y no permitidos. Los cuales pueden ser explorados desde diferentes aspectos culturales y de cosmovisión para cada cultura, donde los alimentos que contenían aceites eran los más valiosos. Así la explotación sistematizada de especies vegetales y animales está ligada con la supervivencia humana. Ejemplo de ello es el aceite de Oliva (*Olea europea*), el cual ha sido explotado por diferentes culturas clásicas como los griegos, los macedonios, sirios y recientemente los romanos y la cultura occidental, pero también existen otras fuentes de aceites o grasas de origen animal o vegetal que han sido explotadas de manera industrial o artesanal en el peor de los casos, como la mantequilla que se obtiene de la vaca (*Bos primigenius*), y la manteca de cerdo (*Sus scrofa*) por la industria cárnica y láctea. Siendo aceptada y/o tolerada o prohibida por diferentes manifestaciones culturales (cita). Esto ha dado paso a la explotación de otras fuentes de aceites y ácidos grasos como la caza de cetáceos, por países o economías como Finlandia, Japón y Estados Unidos, para la obtención de aceite

cachalote (*Physeter macrocephalus*), el cual fue muy apreciado en el siglo XIX y parte del siglo XX.

También se han documentado la explotación y comercialización de especies como la Nuez (*Juglans regia*), nuez de macadamia (*macadamia ternifolia*), almendra (*Prunus dulcis*), pistaches (*Piscacia vera*), pepita (*Cucurbita maxima*), cacahuete (*Arachis hypogaeae*), semillas de girasol (*Helianthus annuus*), nuez de Brasil, por mencionar las más comerciales. Todas estas fuentes se caracterizan por poseer una gran cantidad de reservas nutrimentales de moléculas necesarias para la dieta humana, entre las que destacan, los lípidos, dentro de los cuales podemos encontrar a los ácidos grasos, saturados e insaturados, los cuales son fundamentales para la dieta humana. Estas especies han comenzado a ser explotadas desde la agricultura intensiva, hasta la comercialización de los frutos o semillas secas. Más sin embargo, los hitos tecnológicos del siglo XX, y su puesta en marcha a través de la industria bélica, permitió aumentar la demanda de alimentos industrializados, donde las moléculas, más demandadas a nivel mundial y de manera masiva fueron los carbohidratos y los lípidos, los cuales a través de la formas de producción artesanal, no permitieron cubrir la demanda, por lo que la agricultura comenzó a especializarse en alimento con valor agregado (aquellos a los cuales se les puede no solo comercializar en fresco sino servir como materia prima, para otros procesos industriales, entre ellos los procesos extractivos, cita). Por lo tanto, la industria alimentaria requirió de la producción de especies y variedades a ricas en ácidos grasos, para la obtención de grasas y aceites, como el maíz (nombre científico), soya, girasol, y recientemente la canola (cita). Así hasta llegar a los casos de éxito y referencia internacional como es el caso del aceite de aguacate (*P. americana variedad Hass*), en donde México, específicamente Michoacán es líder y potencia productora.

Esto es debido en parte a la megadiversidad que posee el Territorio Nacional y la diversidad de microclimas que imperan en la entidad federativa, lo cual ha logrado que diferentes especies no endémicas hayan logrado tener éxito en su explotación comercial, como por ejemplo los miembros de la familia *Rosacea*, entre los

encontramos a especies del género *Rubus spp.*, como por ejemplo la frambuesa (*Rubus idaeus*), y la zarzamora (*Rubus fruticosus*).

2. Lípidos

Los lípidos son biomoléculas. Es decir, sustancias naturales de vital importancia para la actividad biológica, fundamentales estructurales de las membranas celulares y energéticas por excelencia, aportan gran cantidad de energía y se almacenan en poco espacio. Desempeñan diversas funciones y múltiples comportamientos en los seres vivos, mientras que algunas moléculas lipídicas cumplen funciones energéticas, y estructurales, otras actúan como hormonas, antioxidantes, pigmentos y factores de crecimiento. Este amplio conjunto de biomoléculas a pesar de ser tan diversas, comparten relación estructural es decir son hidrocarburos (*moléculas con cuerpo estructural Hidrocarbonado*). La constitución básica a nivel elemental es principalmente por Carbono (C) e Hidrogeno (H) y en menor proporción por Oxígeno (O). Algunos, pero no menos importantes, son los lípidos que contienen elementos como el Fósforo (P), Azufre (S) y Nitrógeno (N) (Castillo, 2011). Además, los lípidos presentan diferentes comportamientos en diferentes solventes y donde el solvente de referencia es el agua y por lo tanto los lípidos en general presentan un comportamiento insoluble en agua (hidrofóbicos) pero generalmente solubles en solventes de tipo orgánicos (CHO) esto determinado por la tendencia lipofílica de estos (cita). Entre las funciones más importantes que desempeñan estas macromoléculas en los seres vivos destacan: desde el punto de vista energético como los triacilglicéridos, estructural como los fosfolípidos que conforman la bicapa de las membranas celulares de las especies animales y reguladora de otras funciones especializadas como las hormonas de tipo esteroidal, como segundos mensajeros a nivel de transducción de señales (intracelular), así como moléculas del metabolismo secundario, esto último a nivel metabólico.

Ahora bien, los lípidos a diferencia de las otras biomoléculas, como los ácidos nucleicos, las proteínas y los carbohidratos, exhiben una gran complejidad de tipo estructural y de tipo funcional en organismos tan distantes evolutivamente como

los virus, las archeobacterias, los procariotes y las células eucariotas, en donde todas estas formas de vida presentan lípidos en sus estructura y funciones particulares, a diferencia de moléculas como los ácidos nucleicos que funcionan como una forma de almacenamiento o codificación de información, en todos estos casos es común, por lo tanto el grupo de moléculas denominadas como lípidos, los cuales son un grupo heterogéneo y complejo de diferentes tipos de moléculas que exhiben funciones y estructuras diferentes cuyo comportamiento similar es su capacidad de solvatación en solventes orgánicos, como éter etílico, pentano, cloroformo, etanol, isopropanol, metanol, hexano, acetato de etilo, entre los más recurrentes, y manifiestan los lípidos, un comportamiento hidrofóbico en solventes polares como el agua. Por lo tanto, existen diversas formas de clasificar a los lípidos, sin embargo, una manera destacada de clasificarlos es según su estructura y propiedades físicas, esto es particularmente importante desde el punto fundamental que una relación a nivel científico (Voet & Voet, 2006), que es lo que nos permite poder predecir un comportamiento estructural y funcional, por lo tanto esta clasificación se considera en apego a la relación de la estructura química y a la función de las moléculas lipídicas. La clasificación por lo tanto es la siguiente:

2.1 CLASIFICACIÓN DE LOS LÍPIDOS

- **a. Triglicéridos**
- **b. Fosfolípidos**
- **c. Esfingolípidos**
- **d. Esteroles**
- **e. Ácidos grasos**

a. Triacilgliceroles

Los triglicéridos, fisiológicamente son una reserva importante de energía y se almacenan a nivel intracelular en el citosol de las células eucariotas en forma de vesículas (vacuolas) lipídicas, estructuralmente se conforman por tres ácidos grasos y una molécula de glicerol Figura No X. En vertebrados hay células

especializadas en el almacenamiento de grasa, los adipocitos. En humanos destaca la presencia de tejido graso debajo de la piel, en la cavidad abdominal y en la glándula mamaria.

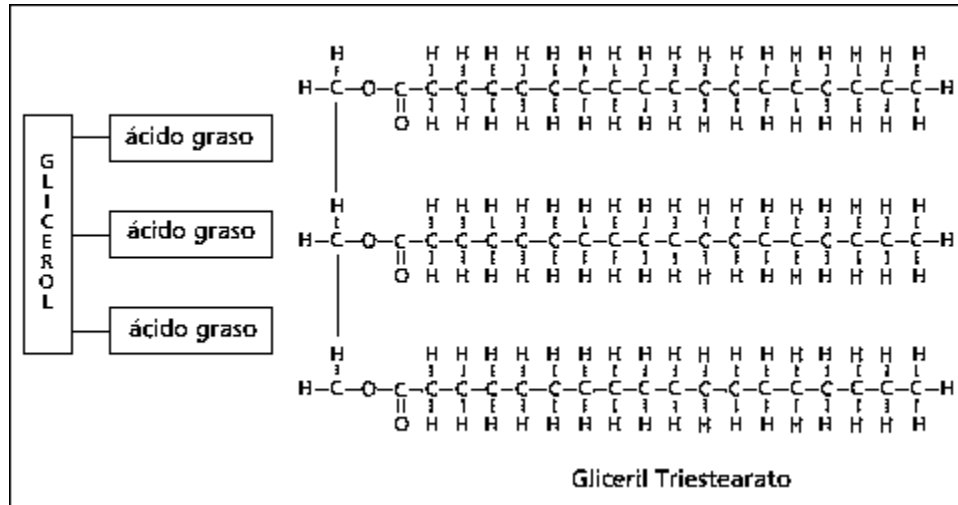


Figura No. 1 Triacilglicerol

b. Fosfolípidos

Son los primeros y más importantes componentes estructurales de las membranas, son agentes emulsionantes y agentes superficiales activos, son sales de ácidos grasos por lo tanto moléculas anfipáticas. Existen dos tipos de fosfolípidos: los fosfoglicéridos y las esfingomielinas. Los **fosfoglicéridos** son moléculas que contienen glicerol, ácidos grasos, fosfato y un alcohol (p. ej., colina). Las **esfingomielinas** se diferencian de los fosfoglicéridos en que contienen esfingosina en lugar de glicerol. Debido a que las esfingomielinas también se clasifican como esfingolípidos, sus estructuras y sus propiedades se consideran por separado. Los fosfoglicéridos son los fosfolípidos más numerosos de las membranas celulares. El fosfoglicérido más sencillo, el ácido fosfatídico, es el precursor de las demás moléculas de fosfoglicéridos.

c. Esfingolípidos

Los **esfingolípidos** son componentes importantes de las membranas animales y de las vegetales. Todas las moléculas de esfingolípidos contienen un aminoalcohol de cadena larga, En los animales, este alcohol es principalmente la esfingosina. La fitoesfingosina se encuentra en los esfingolípidos de los vegetales. El núcleo de cada clase de esfingolípido es una *ceramida*. Derivado de la esfingosina. Por su parte la esfingomielina se encuentra en mayor abundancia en la vaina de mielina de las células nerviosas y también en la mayoría de las células animales. Las ceramidas también son precursoras de los **glucolípidos**, que suelen denominarse *glucoesfingolípidos*

d. Esteroles

Este tipo de moléculas de tipo lipídico poseen estructuras y funciones complejas, debido a que se encuentran en células tan divergentes como los organismos fúngicos los que contienen ergosterol como molécula de base, encontrada en las paredes celulares fúngicas y en algunos casos cumplen funciones de comunicación intercelular. Las células de tipo vegetal poseen como moléculas de base esteroidea a los fitoesteroles los que cumplen funciones tan diversas que abarcan a moléculas de tipo estructural, hasta moléculas de tipo regulatorias, como las fitohormonas (Figura No. Xb), y se también se tienen a las células de tipo animal, las cuales también exhiben moléculas de tipo esteroidea, donde estas cumplen funciones como de estructural en la pared celular, como por ejemplo en el modelo de la bicapa lipídica otorgando la rigidez estructural a las membranas celulares, más sin embargo la molécula de colesterol sirve como metabolito secundario fundamental para la síntesis de otras moléculas con funciones específicas muy complejas, como las hormonas de tipo esteroideo, que son las que en el caso de los organismos superiores y que poseen sexo, determinan diferentes comportamientos y caracteres secundarios propios de cada género, teniendo a moléculas hormonales como la Testosterona, Progesterona, Estrógeno, así como los derivados funciones correspondientes en los grupos funcionales. De esta manera el grupo de moléculas de tipo esteroideo son un grupo de moléculas

que poseen una estructura similar, más sin embargo los grupos funcionales en los diferentes tipos celulares permiten determinar funciones específicas, tan complejas como regular el comportamiento, la masa muscular y el tipo de metabolismo (catabólico o anabólico) en donde el colesterol, es apenas una sola molécula funcional.

e. Ácidos grasos

Son ácidos monocarboxílicos que se encuentran naturalmente unidos a otras macromoléculas como los triglicéridos, y diversas clases de lípidos y proteínas que cumplen funciones fundamentales en la membrana celular. Se clasifican en tres amplios grupos universales basados específicamente en dobles enlaces presentes o no, en su estructura química: los ácidos grasos saturados SFA (*saturated fatty acids*), los ácidos grasos monoinsaturados MUFA (*mono unsaturated fatty acids*) y los ácidos grasos poliinsaturados PUFA (*poli unsaturated fatty acids*), los cuales representan a una gran diversidad de ácidos grasos desde el punto de vista funcional. Esto debido a que la ingesta de los grandes grupos de ácidos grasos, se relacionan a diferentes aspectos de la salud y en la que cada ácido graso tiene un efecto específico sobre la salud humana. Existiendo así limitantes inherentes a la manera de agrupar los ácidos grasos en la cual, dado a su diversidad y especificidad y tomando en cuenta los efectos sobre la salud y las características funcionales para el desarrollo de recomendaciones dietéticas, nace una nueva clasificación. Los ácidos grasos individuales. Sin embargo, la multidiversidad cultural en cuanto a la ingesta de aceites, o la falta de herramientas de la mayoría de los países para monitorear el consumo de aceites de una población hacen no viable la clasificación individual generando desventajas si se abandonara la clasificación de los tres grandes grupos de ácidos grasos reconocidos a nivel mundial (SFA, MUFA y PUFA) pero está claro que los distintos ácidos grasos incluidos en dichos grupos poseen propiedades biológicas diferentes. Es por eso qué basado en su estructura química mencionamos también que la mayoría de los ácidos grasos presentan una cadena alifática y un grupo funcional carboxilo, lo que les da su capacidad anfipática ver Figura No. 2.

ESTRUCTURA DE UN ÁCIDO GRASO

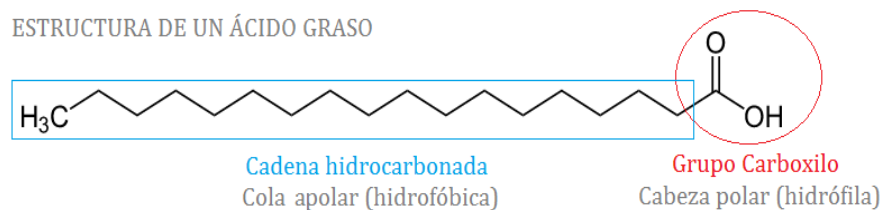


Figura No. 2.- Molécula anfipática correspondiente a la estructura de los ácidos grasos. Tomada de («Ácidos grasos – Lidia con la Química», 2017.)

1) Ácidos grasos saturados

Son aquellos que presentan solo enlaces simples de carbono a carbono de su cadena. Su distribución es rectilínea y los carbonos son todos hidrogenados y están constituidos también por un grupo carboxilo. Suelen tener de C14, C16 y C18, pero también se hacen presentes en el aceite de coco desde los ácidos grasos C4 a C18. Sus principales representantes en la dieta humana son el ácido láurico, el ácido mirístico, el ácido palmítico y el ácido esteárico entre los más comunes. Ver figura X

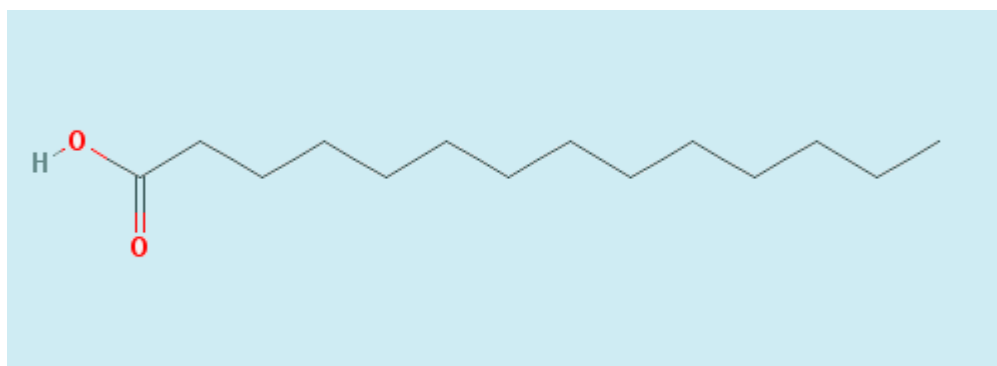


Fig. no. 3 Ácido láurico C12

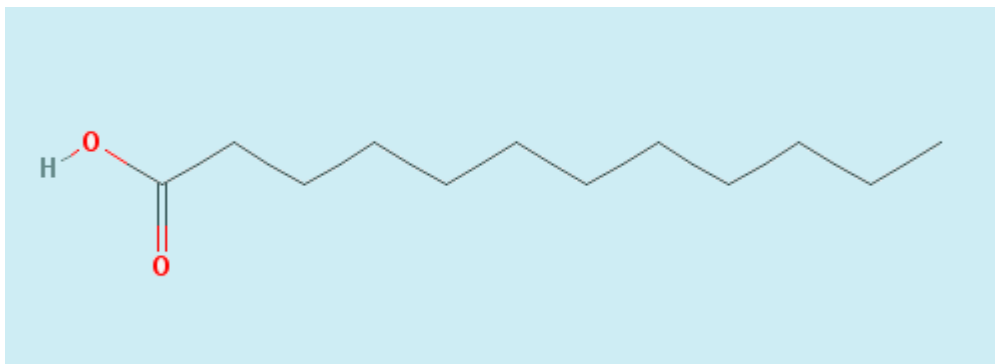


Fig. no. 4 Ácido mirístico C14

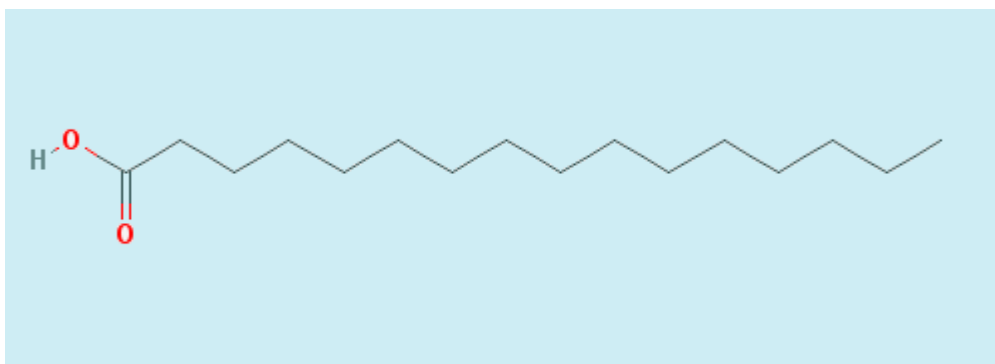


Fig. no. 5 Ácido palmítico C16

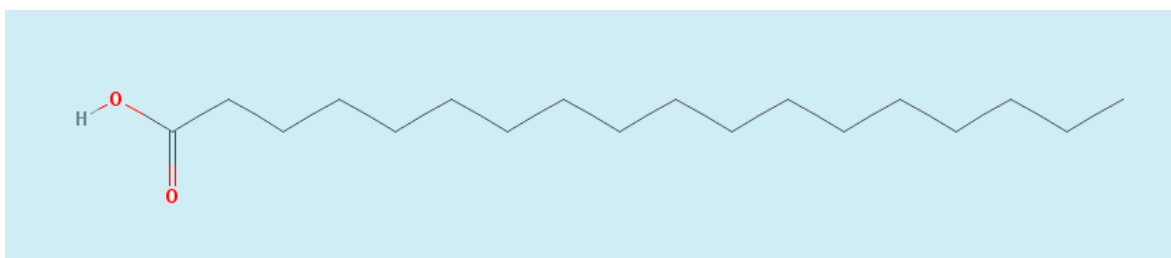


Fig. no. 6 Ácido esteárico C18

2) Ácidos grasos monoinsaturados

Los ácidos grasos monoinsaturados muestran un solo doble enlace entre carbono y carbono los cuales tienen una estereoquímica en particular lo que permite poder tener isómeros que presentan la doble ligadura con diferente disposición de los hidrógenos (Figura No. 7), de tal forma que se puede encontrar ácidos grasos de

tipo *cis* (hidrógenos adyacentes) y ácidos grasos de tipo *trans* (hidrógenos yuxtapuestos), esto es particularmente importante desde el enfoque funcional, debido a que los ácidos grasos de tipo *trans*, se les ha relacionado con padecimientos de tipo vascular, con una fisiopatología de tipo aterogénico.

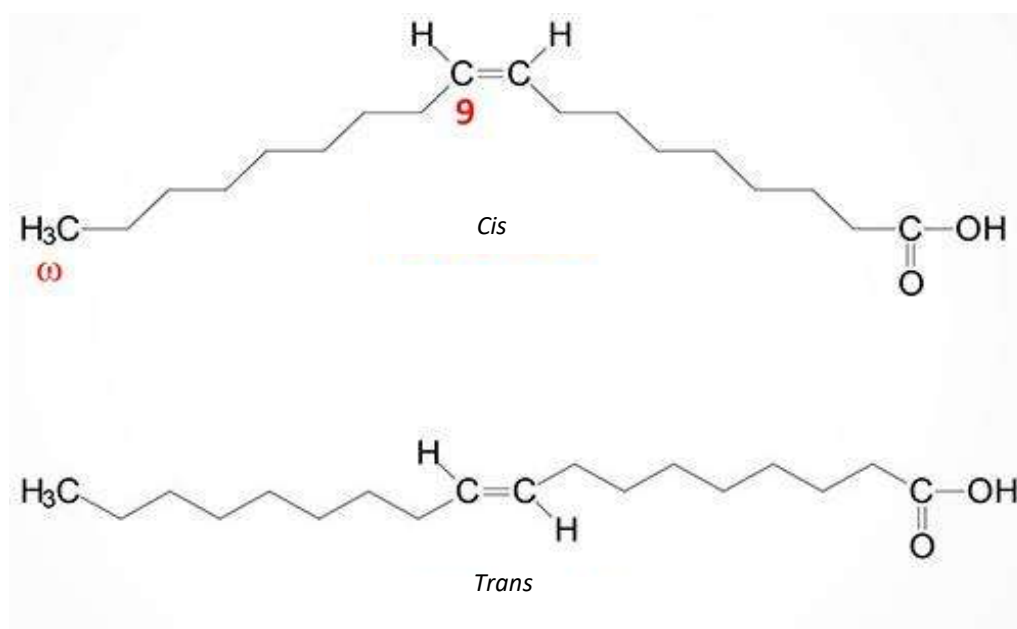


Figura No. 7.- Estructura química de los isómeros estereoquímicos del ácido graso oleico *cis* y *trans*.

3) Ácidos grasos poliinsaturados

Los ácidos grasos poliinsaturados presentan más de un doble en su estructura, se refieren al ácido linoleico LA, ácido linolénico LNA, ácido alfa linoleico ALA, ácido araquidónico AA, el ácido eicosapentaenoico EPA y el docosahexaenoico DHA.

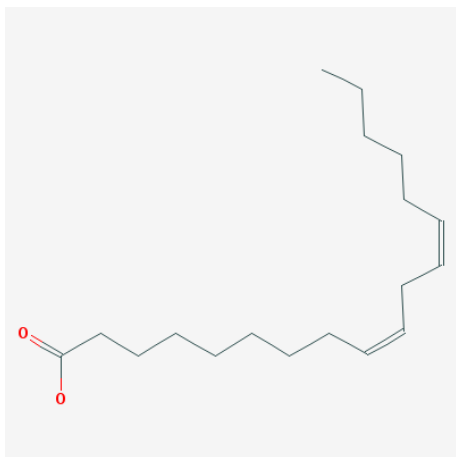


Fig. no. 8 Ácido Linoleico LA

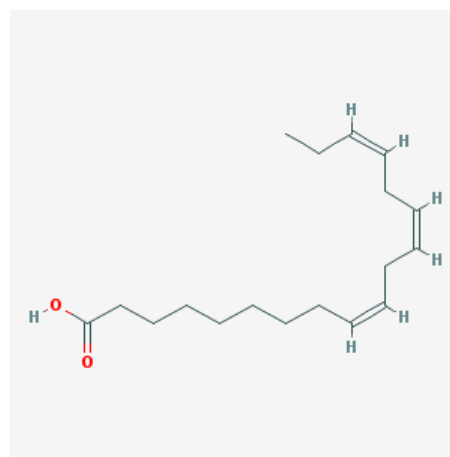


Fig. no. 9 Ácido linolénico LNA

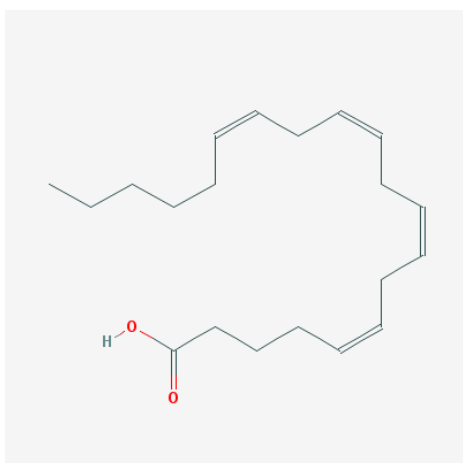


Fig. no 10 Ácido Araquidónico AA

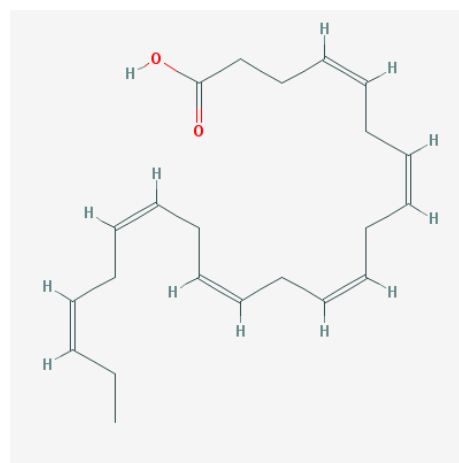


Fig. no. 11 Ácido Docosahexaenóico DHA

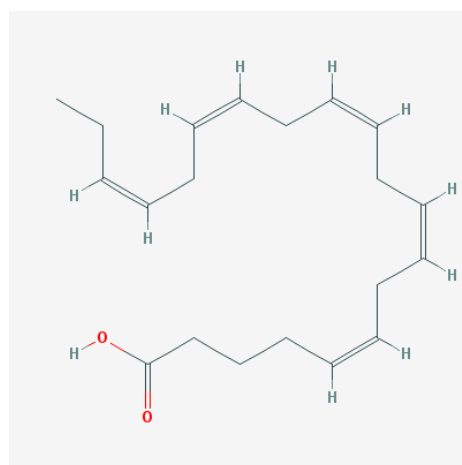


Fig. no. 12 Ácido Eicosapentaenóico EPA

2.2 Importancia biológica de los ácidos grasos en la dieta humana

Existe evidencia convincente de que el equilibrio energético es crítico para mantener un peso corporal saludable y asegurar una ingesta óptima de nutrientes. Esto es especialmente importante por la posible relación de la grasa total en la dieta y el aumento de peso corporal no saludable (sobrepeso y obesidad). El mantener patrones dietéticos, una ingesta adecuada de energía y la actividad física resultan ser críticos para prevenir aumentos de peso corporal no saludable (sobrepeso y obesidad). Antiguos estudios realizados en poblaciones de países industrializados daban por hecho que dietas hipocalóricas bajas en grasas se relacionaban a pérdidas de peso corporal. Sin embargo, estudios más recientes de manera inversa han evidenciado que dietas con mayor porcentaje de grasa total pueden llevar a mayores pérdidas de peso corporal que aquellas que son bajas en grasa. Estas dietas se han ido especializando a manera de encontrar varios beneficios en la ingesta de moléculas especializadas, y que conllevan un beneficio a la salud como lo son los ácidos grasos del tipo insaturados.

En tanto a lo que respecta a los ácidos grasos saturados no es la misma historia y una mala regulación de su consumo puede favorecer enfermedades metabólicas y del sistema circulatorio. Por ejemplo, se ha documentado que los SFA afectan de manera diferente a las concentraciones de colesterol en las diferentes lipoproteínas plasmáticas. Y ácidos grasos saturados como el ácido láurico (C12:0) el ácido mirístico (14C) y el ácido graso palmítico (16C) que elevan las concentraciones de las lipoproteínas del tipo LDL mientras que el ácido esteárico (18C) no tiene este comportamiento. Además, Hay una relación positiva posible entre la ingesta de SFA y el riesgo incrementado de diabetes, Sin embargo, Hay evidencia insuficiente de que los SFA afecten al riesgo de alteraciones en los índices relacionados con los componentes del síndrome metabólico. Así como también Hay evidencia insuficiente para establecer alguna relación entre el consumo de SFA y el cáncer. En tanto a lo que respecta a los ácidos grasos del tipo insaturados es donde encontramos los mayores beneficios para la salud humana. Hay evidencia convincente de que Sustituir los SFA (C12:0-C16:0) por

ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) disminuye la concentración del colesterol de las LDL y la relación colesterol total/ colesterol HDL. Al sustituir los SFA por ácidos grasos monoinsaturados (MUFA) se consigue un efecto similar pero menor. Otra evidencia de beneficios en el consumo de ácidos grasos monoinsaturados es que la sustitución de hidratos de carbono por MUFA aumenta la concentración del colesterol de las HDL, además la sustitución de los hidratos de carbono por MUFA aumenta la sensibilidad a la insulina. No hay evidencia de que la ingesta de MUFA esté relacionada con el aumento de peso corporal, enfermedades crónicas como las coronaria CDH, la diabetes o el cáncer. En tanto a lo que respecta al consumo de ácidos grasos poliinsaturados es **convinciente** de que los ácidos, linoleico (LA) y alfa-linolénico (ALA) son esenciales ya que no pueden ser sintetizados por los humanos existe también evidencia **convinciente** de que la sustitución de SFA por PUFA disminuye el riesgo de CHD. Existe evidencia para establecer una ingesta aceptable que cubra las necesidades de los ácidos grasos esenciales linoleico (LA) y alfa-linolénico (ALA). No hay evidencia suficiente que relacione la ingesta de ácidos grasos poliinsaturados y el porcentaje de adiposidad el aumento de peso no sano sobrepeso y obesidad, ni enfermedades como el cáncer. Por tanto, se recomienda que los SFA deben ser sustituidos por PUFA (n-3 y n-6) en la dieta y que la ingesta total de SFA no exceda el 10%E; La ingesta de MUFA puede resultar muy variable dependiendo de la ingesta total de grasa y de las características de la grasa de la dieta; El rango aceptable resultante para el total de PUFA (ácidos grasos n-6 y n-3) se sitúa entre el 6 y el 11%E. La ingesta adecuada para prevenirla deficiencia se sitúa entre el 2.5 y el 3.5%E. De este modo, el intervalo recomendable (AMDR) para los PUFA es 6-11%E.

XI. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad existe una imperiosa necesidad de asegurar la producción de diferentes fuentes de alimentos entre los que destacan las fuentes de alimentos frescos con alto valor nutrimental como son los denominados frutillos rojos, donde destacan las especies del género *Rubus spp.*, más sin embargo esto genera desperdicios de alimentos, por lo que es ingente la necesidad de disponer de alternativas que permitan aprovechar la obtención de todas las moléculas alimenticias, entre las que destacan el aceite, el cual posee una cantidad significativa de ácidos grasos de tipo insaturados, los cuales son apreciados dentro de la industria alimenticia, por lo que es necesario contar con evidencias de laboratorio que nos permitan determinar la autenticidad de la fuente del aceite y por lo tanto de la composición de los ácidos grasos de este tipo de alimento valioso en fresco y que puede poseen un valor comercial elevado a nivel industrial. De esta manera la técnica espectrofotométrica es una prueba confiable, rápida además posiblemente, portátil de que nos permite tener la certeza de la composición de un aceite mediante su huella de absorción de las diferentes longitudes de onda que conforman en este caso un grupo de aceites obtenido de diferentes especies de la misma familia taxonómica, *Rosaceas*.

XII. HIPÓTESIS

Esperamos a la hora de la lectura espectrofotométrica obtener resultados confiables, económicos e inmediatos que nos permita facilitar los análisis certeros y que nos ahorre tiempo a la hora de requerir una determinación de la composición de una sustancia y se demande saber en el preciso momento dicha composición pues además se trata de un equipo posiblemente portátil. Esta prueba nos arrojará “huellas” características que nos brindarán información contundente de las regiones de absorción de las moléculas presentes en la sustancia de estudio, que en este caso serán los aceites. Pero que sin embargo puede aplicarse a un sin número de determinaciones químicas. Como lo es la que nos ocupa; la determinación de los ácidos grasos que componen a los aceites extraídos de los denominados frutillos rojos pertenecientes a la familia taxonómica de las *Rosaceas*. Una vez caracterizadas dichas moléculas, esta nos permitirá tener un archivo informativo acerca de cómo se manifiesta un barrido espectrofotométrico fidedigno de un aceite de frambuesa, capulín o zarzamora.

XIII. OBJETIVOS

a. OBJETIVO GENERAL

Emplear una prueba analítica que nos permita identificar el tipo de ácidos grasos presentes en los aceites provenientes de las semillas de los frutos del género *rubus* pertenecientes a la familia taxonómica de las *Rosaceas*.

b. OBJETIVOS PARTICULARES

Aportar información confiable acerca de la "huella" lipídica característica de los diferentes aceites de los denominados frutillos rojos que conforman a la familia *Rosacea*.

Averiguar por método espectrofotométrico las regiones de absorción del aceite de *Prunus serotina variedad capuli* y su posible potencial nutracéutico.

Valorar el método espectrofotométrico como una prueba analítica secundaria fine digna para identificar en poco tiempo y en base a un control, la composición lipídica de un aceite.

XIV. ARTICULO

México, en la actualidad se encuentra inserto en diversos, bloques o acuerdos económicos en los que destaca su presencia en la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), por su Producto Interno Bruto (PIB), México, es la undécima mayor economía del mundo («mexico-2017-OECD-Estudios-economicos-de-la-ocde-vision-general.pdf», s. f.). En buena medida se debe a el valor del sector primario, este sector debe su relativo éxito a la diversidad biológica que posee el territorio nacional, donde, se tienen diversos ejemplos (frambuesa y zarzamora). En estos últimos casos, la cantidad de moléculas nutraceuticas como antocianinas, flavonoides, polifenoles, (Basu & Maier, 2016) son los que han posicionado a estos sistemas producto como referentes mundiales, más sin embargo, existe una fuerte presión en todos los casos, por cumplir asos de éxito que son referentes mundiales y que adicionalmente han originado grandes industrias trasnacionales, como son los casos de las materias primas cacao (*Theobroma cacao*), chile (*Capsicum spp.*), tomate (*Solanum lycopersicum*), maíz (*Zea mays*), aguacate (*Persea americana*), vainilla (*Vanilla planifolia*), entre los casos más connotados. Adicionalmente existen productos alimenticios que tiene una fuerte demanda a nivel mundial, por sus cualidades nutrimentales en las que destacan el caso del Aguacate y los denominados frutillos rojos con los criterios de calidad de exportación que responden a cualidades de apariencia y de empaque, más que a criterios de calidad nutrimental, lo que genera una cantidad significativa de frutos que se convierten en deshecho. También este tipo de mercados, ya consolidados, no aprovecha otras especies endémicas que pertenecen a la misma Familia Taxonómica de las *Rosáceas*, en la cual se encuentran las frambuesas y zarzamoras, de esta manera el fruto conocido como capulín (*Prunus serótina* variedad *capulí*) se encuentra en esta familia, en donde se han encontrado compuestos químicos similares a los encontrados en las frambuesas y zarzamoras (Picariello et al., 2017), también se han encontrado un perfil de moléculas de ácidos grasos poliinsaturados, en los miembros de esta familia taxonómica

similares a los encontrados en las semillas de las zarzamoras y frambuesas, así como en el capulín (*Prunus serótina* variedad *Capulí*). Se debe mencionar que esta última especie es nativa de México y desde los tiempos de la colonia se ha utilizado como alimento atribuyéndole capacidades terapéuticas a nivel de sistema circulatorio y carminativo (Ibarra-Alvarado et al., 2010). Por lo tanto, la presente propuesta se encamina a generar: a) una serie de pruebas analíticas que reduzcan los tiempos y los costos de análisis metabolómico y que las pruebas sean específicas para la identificación integral de los metabolitos secundarios de la especie *P. serótina* var. *Capulí*, tanto en el hollejo, la pulpa y en la semilla, b) también se pretende implementar una herramienta que permita la extracción de los ácidos grasos de la semilla de *P. serótina* var. *Capulí*, por un proceso libre de solventes orgánicos y c) el conjunto de procesos analíticos y extractivos serán redactados y presentados como parte de patentes que serán comunicados ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) (Agramonte del Sol & Mena Martín, 2006).

XV. MATERIALES Y MÉTODOS

A. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

1. Sólidos

El residuo sólido se recuperó y se sometió por un espacio de 18 horas a un tratamiento térmico, por luz directa, de una lámpara incandescente de 150 watts de potencia, sobre una superficie de convección, acero grado alimenticio de 3 mm de espesor. Al término se obtuvo un residuo sólido el cual fue tamizado, liberando las semillas del fruto de zarzamora. Las semillas de zarzamora se sometieron a un molido en mortero, para la extracción por solventes en equipo Soxhlet.

2. Extracción Soxhlet

Las semillas molidas, en peso seco, se sometieron a extracción por solventes no polares, en equipo Soxhlet, realizando tres extracciones con éter etílico (Meyer, y cinco extracciones con pentano, utilizando 3 gramos del material biológico en cada extracción.

3. Extracción por microondas

Las semillas molidas, en peso seco, se sometieron a un tratamiento térmico por inducción, en horno de microondas bajo el siguiente protocolo: en cada extracción se utilizaron 3 gramos de material molido al cual se le agregó 20 mL de agua bidestilada, y se dejó en reposo por una noche a una temperatura de 8°C, a la mañana siguiente, el vaso de precipitados conteniendo el material molido con el agua se dejó en reposo por un hora a temperatura ambiente y se llevó a cabo el tratamiento en horno de microondas, con una potencia de 0.25-0.33 Kwatts/h. Por un espacio de 20 minutos, obteniendo una temperatura de la mezcla de 88-90°C $\pm 1^{\circ}\text{C}$.

4. Centrifugación

El residuo se colectó y se transfirió a tubos de polipropileno de 1.5 mL de capacidad (Eppendorf) y sometieron a centrifugación por espacio de 15 minutos a

6000 g a una temperatura de 4°C. Se recuperó el sobrenadante y se transfirió a tubos limpios de polipropileno de 1.5 mL de capacidad. El sobrenadante se sometió a refrigeración durante 18 horas a una temperatura de 4 a 8°C, los tubos se sometieron a centrifugación a temperatura ambiente por un espacio de 10 minutos y 3000 g. El contenido oleoso se colectó por aspiración con punta con filtro y se guardó en viales de rosca de 2 mL (figura 1).

5. Análisis por Cromatografía de Gases y Resonancia Magnética Nuclear

Se realizó un análisis por cromatografía de gases obteniendo el perfil lipídico de los ácidos grasos contenidos en el aceite de capulín, la frambuesa, y la zarzamora con el aceite de la semilla de *P. serótina* var. *capuli*, hidrolizado, *R. idaeus* y *R. fruticosus*. Adicionalmente se corrió un análisis para observar la abundancia de las especies de ácidos grasos del tipo C:18 poliinsaturados y la forma en la que se encuentran en el aceite de *P. serótina* var. *capuli*, por resonancia magnética nuclear (ácidos libres o en esteres) (figura 2).

6. Lectura espectrofotométrica

Por último, parte del aceite colectado se trasvaso a celdas de cuarzo de 1mL de capacidad y se le tomo la lectura del espectro con un rango de luz entre los 320nm – 800 nm obteniendo imágenes con información de las regiones de absorción para las moléculas de ácidos grasos del tipo insaturados evidenciados en la resonancia magnética y la cromatografía de gases.

XVI. RESULTADOS

Las semillas de los frutos de zarzamora y capulín, provenientes de residuos sólidos, son una fuente de ácidos grasos de tipo, C:18 poliinsaturados, como son el ácido linoleico y linolénico, utilizando tratamiento por microondas en cinco diferentes extracciones, se obtiene un rendimiento del 16.83% y una desviación estándar de ± 1.58 , de cinco extracciones diferentes por éter etílico se obtiene un rendimiento promedio del 15.18 % y ± 1.44 de desviación estándar y del 12.40 % con una desviación estándar de ± 1.08 con pentano en cinco extracciones diferentes (ver tabla 1), por lo que el tratamiento por microondas, es una alternativa metodológica para la obtención de ácidos grasos de alto valor comercial, sin la implicación del uso de solventes químicos de tipo no polar, adicionalmente abre la posibilidad de poder obtener ácidos grasos de tipo poliinsaturados de tipo virgen, con el uso de tecnologías emergentes o alternativas, como la aquí mostrada (figura 1).

Tratamiento de extracción	Microondas	Éter etílico	Pentano
Rendimiento Porcentaje en Peso Seco	16.83	15.18%	12.40%
Desviación Estándar	± 1.58	± 1.44	± 1.08

Tabla 1. Porcentaje de rendimiento en la extracción de aceite de la semilla de *Prunus serótina* variedad capulí.

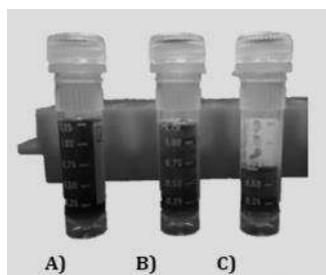


Figura 13. Extractos oleosos provenientes de la semilla de a) zarzamora variedad *Tuppy* (*Rubus fruticosus*), b) *Rubus idaeus*, c) *Prunus serótina* variedad *capulí*

La propuesta de la nueva tecnología del aceite y pasta de zarzamora está fundamentada en dos efectos de las ondas electromagnéticas sobre el residuo agroalimentario del fruto zarzamora: 1) Rompimiento de membranas y paredes de las células que contienen el aceite. 2) La inactivación de enzimas que catalizan el oscurecimiento y otras reacciones oxidativas. Al ser el aceite transparente a las microondas conservan las propiedades nutraceuticas de estos productos, al no contener restos de solventes químicos (Moreno, et al., 2003, Reddy et al., 2012, Zia et al., 2014). Esto es un efecto específico que se determinó en la aplicación de microondas, que minimiza el deterioro de los nutraceuticos y ácidos grasos esenciales de la semilla de zarzamora, obteniendo dos productos: el aceite extra virgen y una pasta reducida en calorías que puede utilizarse para composteo (Schott, et al., 2013). De esta forma, esta tecnología tiene tres ventajas: 1) Es menos contaminante al utilizar la pasta de alta calidad y no emplear disolventes orgánicos o soluciones acuosas que producen aguas residuales y 2) Conserva las propiedades nutraceuticas de la zarzamora en productos de alta calidad, como son los ácidos grasos poliinsaturados, linoleico y linolénico (tabla 2 y figura 2, (Reddy et al., 2012) y 3) como se puede observar el uso de microondas y centrifugación permite obtener un rendimiento superior a los métodos de

extracción por solventes orgánicos, como se aprecia y se compara respecto al porcentaje de aceite obtenido por el método por microondas respecto a los otros métodos químicos observado en la tabla 1.

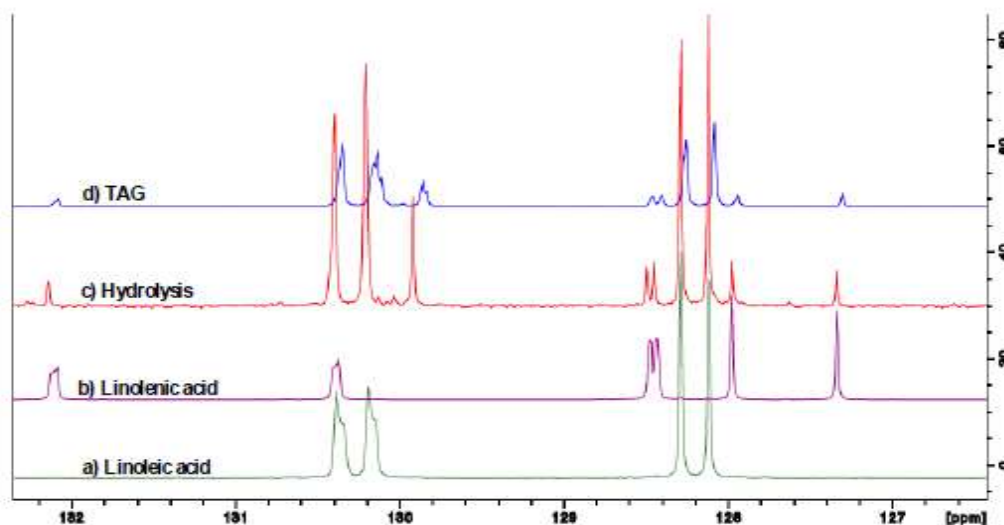


Figura 14. Resonancia magnética nuclear de las especies de ácidos grasos poliinsaturados mayoritarios en el aceite de *R. fruticosus* y *Prunus serótina* variedad *capulí*, a) ácido linoleico, b) ácido linolénico, c) aceite hidrolizado y d) aceite sin hidrolizar en forma de triacil-glicerol (TAG).

Adicionalmente se realizó una prueba confiable que identifica al aceite proveniente de las semillas de la Familia *Rosáceas*, entre las que se encuentran especies comerciales como zarzamora, frambuesa y capulín, en donde todas estas especies, pueden generar por un proceso extractivo un aceite con potencial alimenticio humano. Encontrando a través de un barrido espectrofotométrico regiones de absorción en las longitudes de onda de **522-534 nm**, de **585-617 nm** y **630-691 nm**, Figura No. 3, estos picos son característicos para los ácidos grasos poliinsaturados de tipo C:18, con la relativa abundancia, específicos para este tipo de aceite, desarrollando una prueba analítica fiable, evitando los fraudes alimenticios.

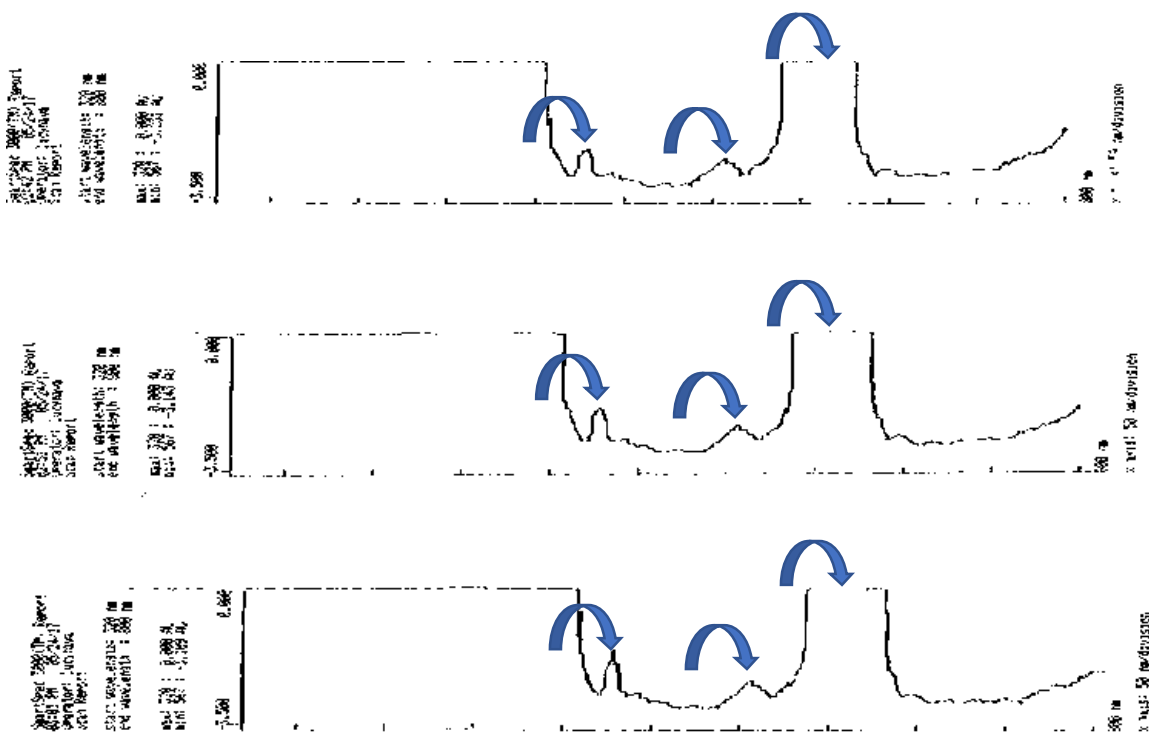


Figura 15 Barridos espectrofotométricos de las especies *Rubus fruticosus*, *Rubus idaeus*, *Prunus serótina* var. capulí. Esta imagen evidencia la similitud del aceite extraído de la semilla de *Rubus fruticosus* (zarzamora), con otros aceites obtenidos de las semillas de los denominados “frutillos rojos” como lo son el aceite obtenido de *Rubus idaeus* (frambuesa) y el de *Prunus serótina* var capulí (capulín). Las huellas lipídicas para los aceites obtenidos de especies de la misma familia taxonómica Rosaceas, muestran un mismo perfil lipídico con tres picos característicos en los mismos rangos de absorción, indicando la presencia de 3 ácidos grasos de importancia cualitativa y cuantitativa en la semilla de todos estos frutos, como lo indicó el análisis por cromatografía de gases y resonancia nuclear.

A. Barridos Espectrofotométricos para aceites comerciales.

Aceite de aguacate

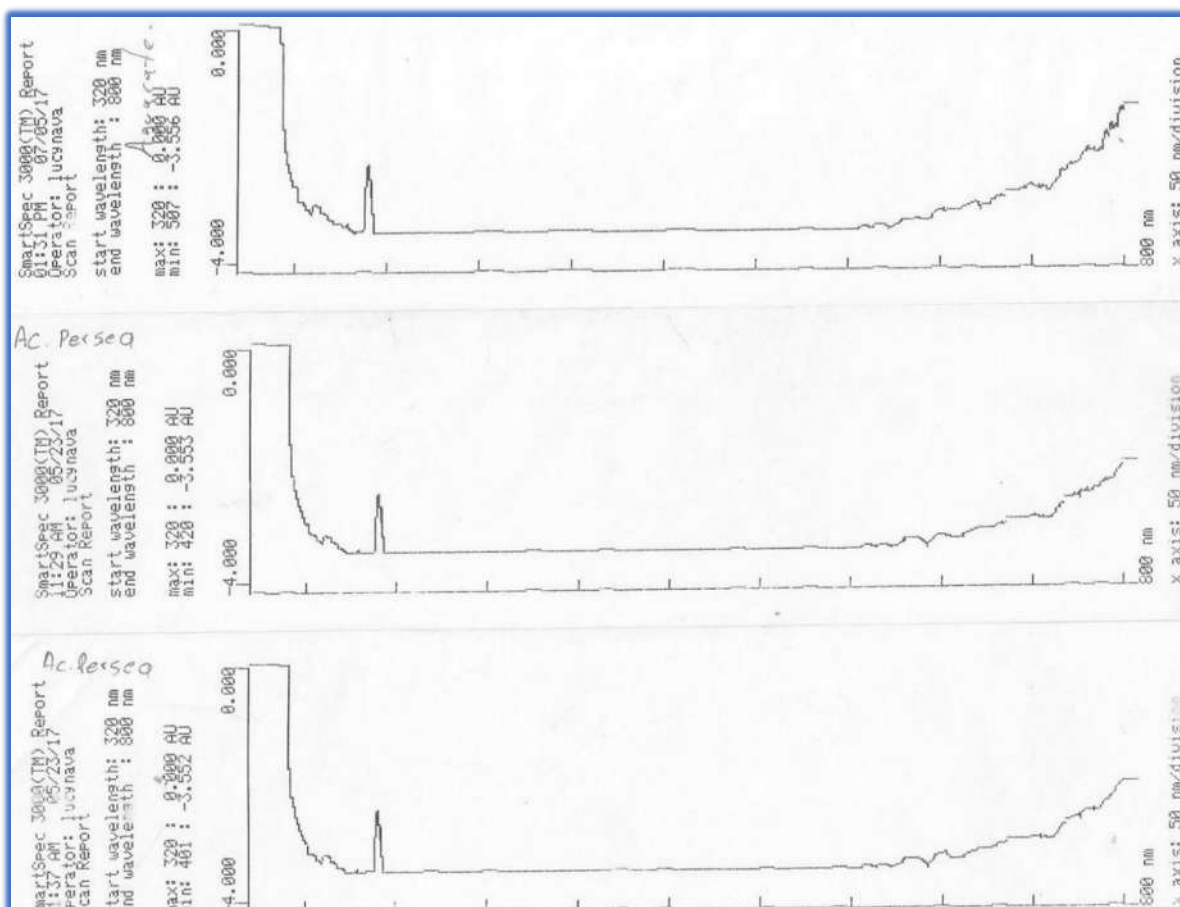


Figura 16. Huella lipídica del aceite de Persea americana por método espectrofotométrico)

Aceite de canola

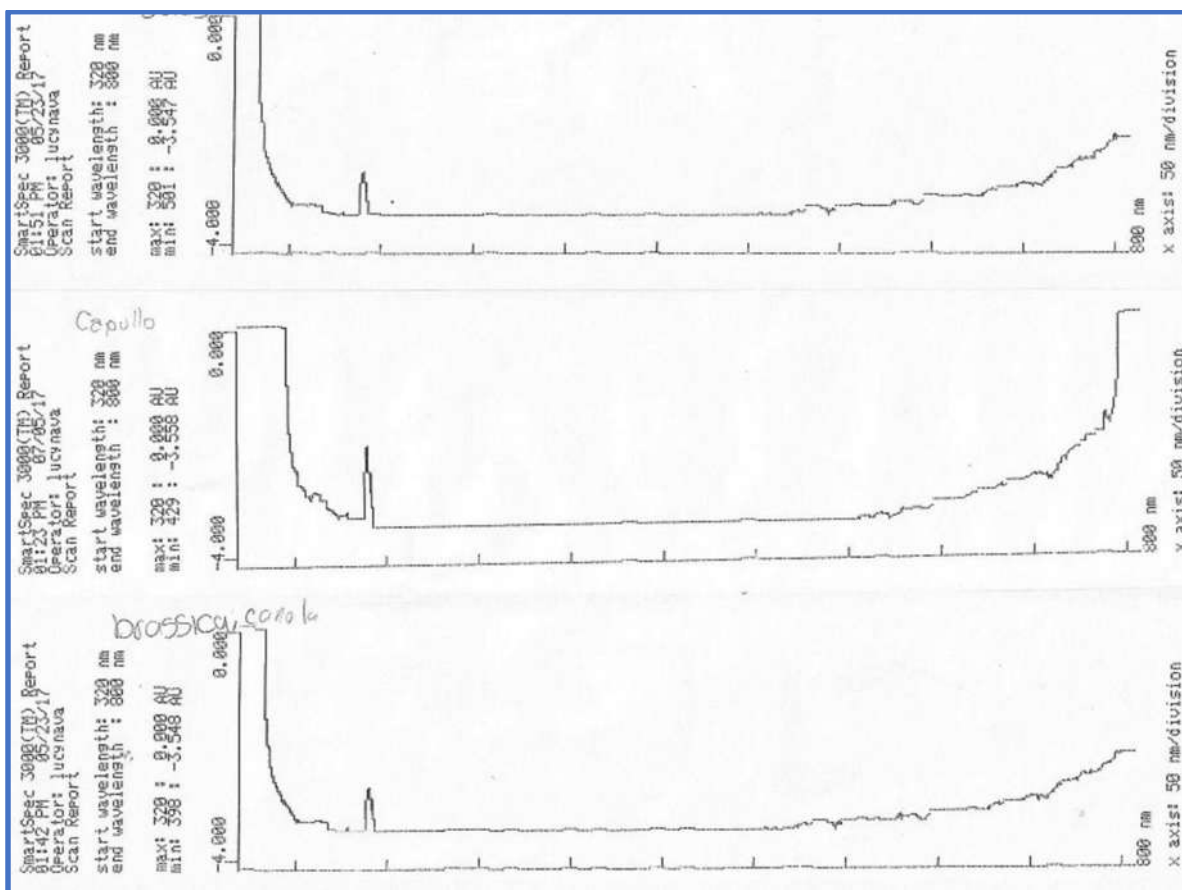


Figura 17. (barridos espectrofotométricos para el aceite extraído de la semilla de canola)

Aceite de oliva

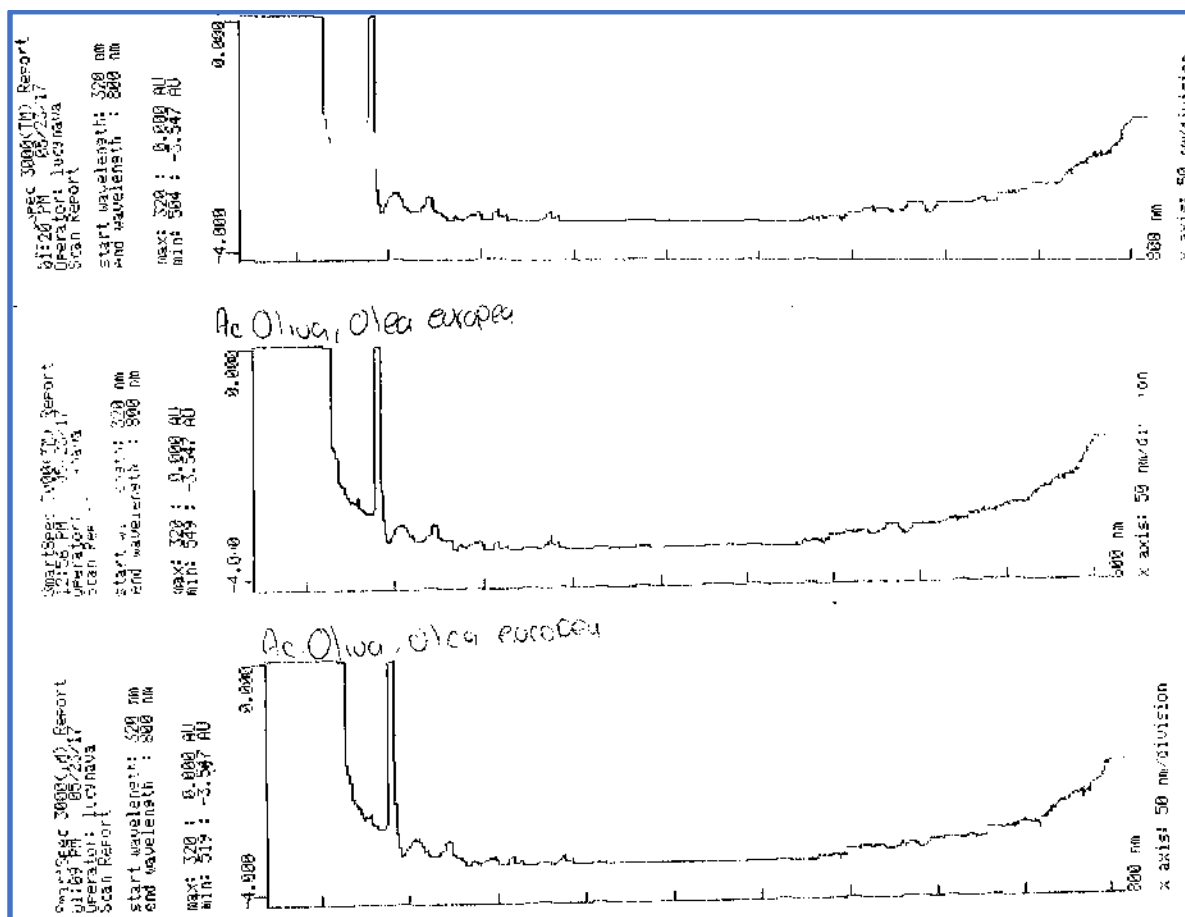


Figura 18 Huella lipídica del aceite de Olea europea

Mezcla de aceites.

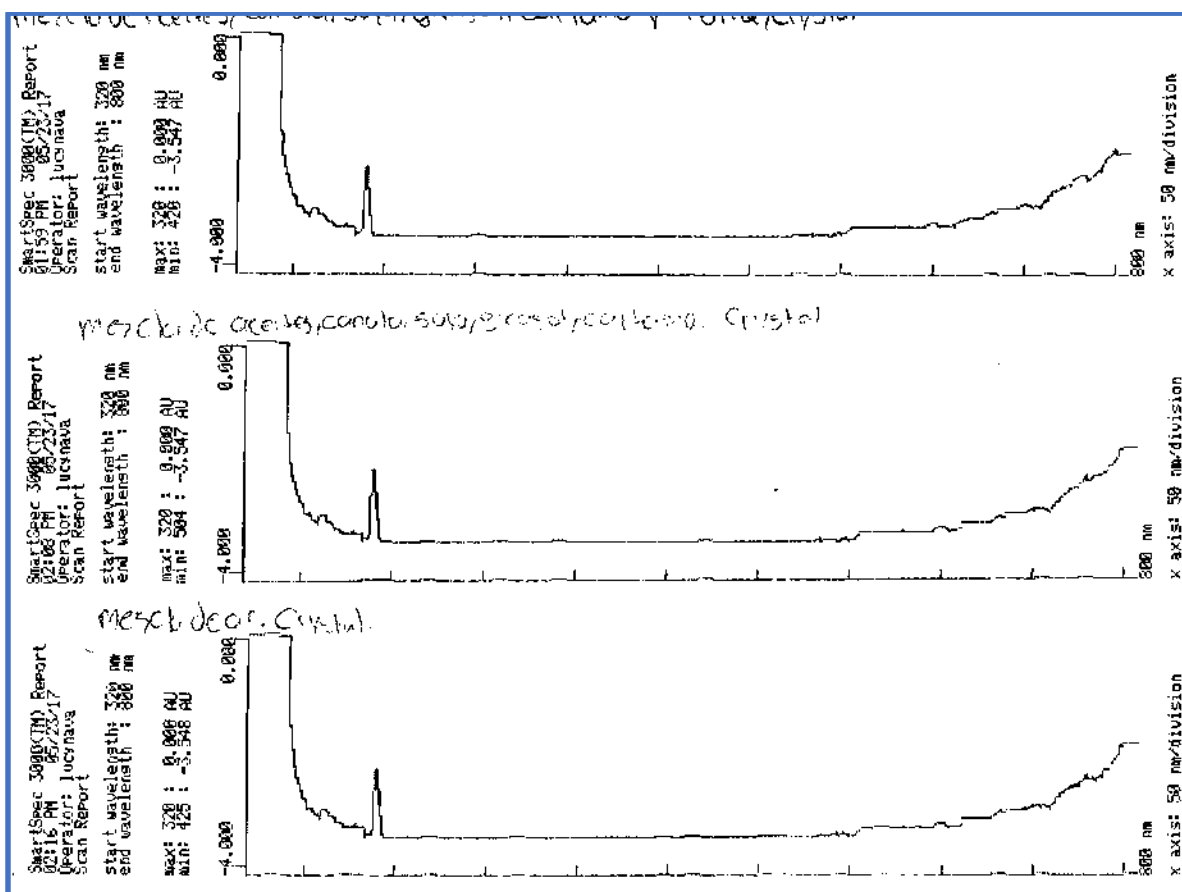


Figura 19 Huella lipídica de aceite de comercial

Aceite de capulín

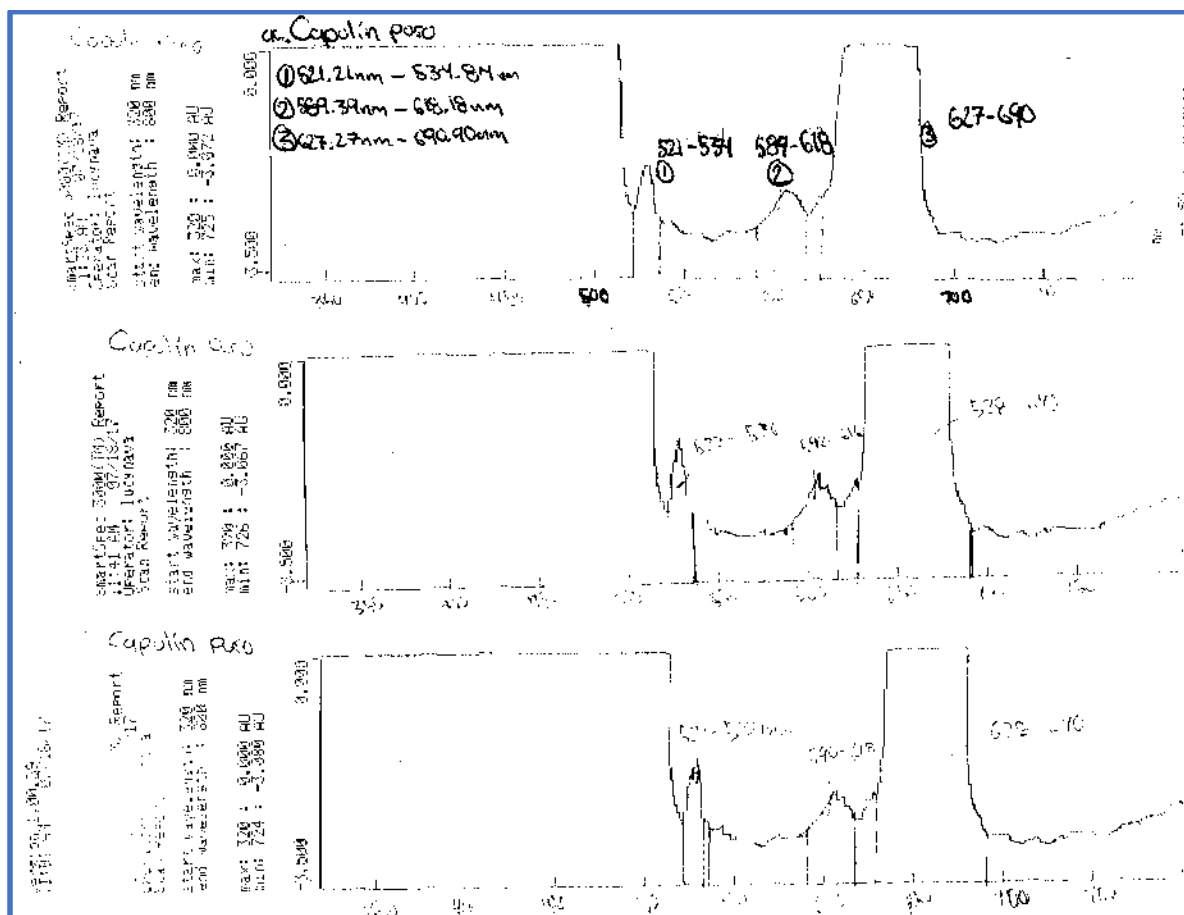


Figura 20 (barrido espectrofotométrico del aceite de capulín. El barrido arroja 3 picos característicos de los ácidos grasos C:18 del tipo insaturados)

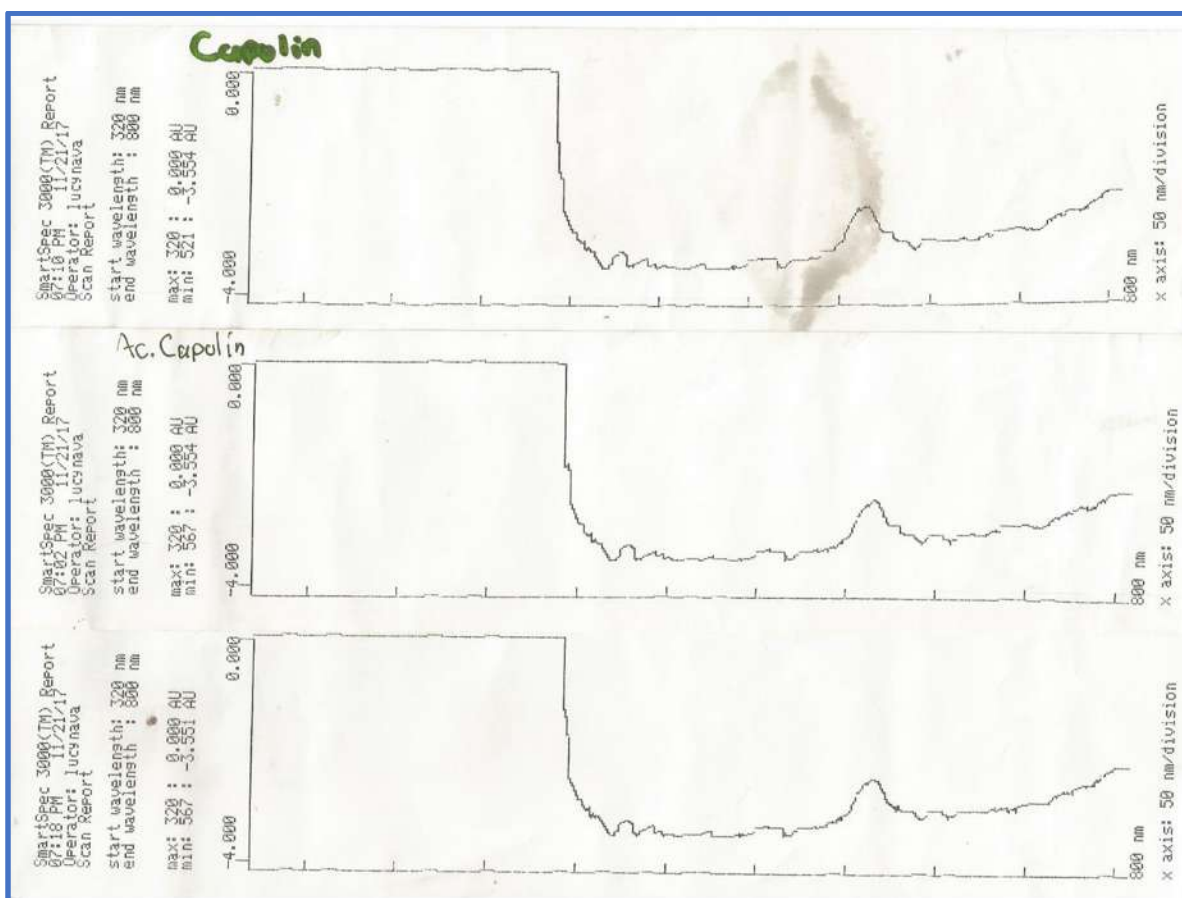


Figura 21 Huella lipídica del aceite de *Prunus serótina* variedad capulí 3 meses después de la primera lectura y extracción

Aceite de Persea americana			Aceite de Canola		
Pico carácter	387.87 Hasta	393.93	Pico carácter	387.87 Hasta	393.93
	387.87 Hasta	393.93		387.87 Hasta	393.93
	387.87 Hasta	393.93		387.87 Hasta	393.93
	387.87 Hasta	393.93		387.87 Hasta	393.93
	386.76 Hasta	392.64		386.76 Hasta	392.64
	386.76 Hasta	392.64		386.76 Hasta	392.64
	386.76 hasta	392.64		386.76 Hasta	392.64
	386.76 Hasta	392.64		386.76 Hasta	392.64
No. De Datos	8	8	No. Datos	8	8
Media	387.315 Hasta	393.285	Media	387.315 Hasta	393.285
Desviación	0.59331996	0.689534	Desviación	0.59331996	0.689534
Aceite de Olivo					
Rango 1er pi	358.82 Hasta	367.64	Rango 2do pi	386.76 Hasta	395.5
	358.82 Hasta	367.64		386.76 Hasta	395.5
	358.82 Hasta	367.64		386.76 Hasta	395.5
No. Datos	3	3	No. Datos	3	3
Media	358.82 Hasta	367.64	Media	386.76 Hasta	395.5
Desviación	0	0	Desviación	0	0
Mezcla de aceites					
Pico carácter	386.36 Hasta	392.42			
	386.36 Hasta	392.42			
	384.84 Hasta	395.45			
No. Datos	3	3			
Media	385.853333 Hasta	393.43			

Tabla 2 COMPARATIVA DE ACEITES COMERCIALES Y LOS EXTRAIDOS DE SEMILAS DE LOS FRUTILLOS PERTENECIENTES A LA FAMILIA ROSACEA
(Excel)

RUBUS 1:1													
Rango 1er pii	586.36 Hasta	616.16	Rango 2do pi	621.21 hasta	692.42								
	590.9 Hasta	615.15		618.18 hasta	689.39								
	590.9 Hasta	616.16		619.19 hasta	692.42								
Número de c	3	3	Número de c	3	3								
Media	589.386667 Hasta	615.823333	Media	619.526667 hasta	691.41								
Desviación S	2.62117022	0.58312377	Desviación	1.54280048	1.74937132								
RUBUS 1:2													
Rango 1er pii	521.21 Hasta	536.36	Rango 2do pi	589.39 Hasta	615.15	Rango 3er pii	621.21 Hasta	692.42					
	521.21 Hasta	536.36		590.9 Hasta	615.15		621.21 Hasta	689.39					
	519.69 Hasta	536.36		590.9 Hasta	615.15		621.21 Hasta	692.42					
No. Datos	3	3	No. Datos	3	3	No. Datos	3	3					
Media	520.703333 Hasta	536.36	Media	590.396667 Hasta	615.15	Media	621.21 Hasta	691.41					
Desviación	0.87757241	0	Desviación	0.87179891	0	Desviación	0	1.74937132					
RUBUS 1:3													
Rango 1er pii	522.72 Hasta	533.33	Rango 2do pi	586.36 Hasta	618.18	Rango 3er pii	630.3 Hasta	690.9					
	522.22 Hasta	533.33		584.84 Hasta	616.66		631.81 Hasta	691.42					
	521.21 Hasta	536.36		584.84 Hasta	616.66		628.78 Hasta	690.9					
No. Datos	3	3	No. Datos	3	3	No. Datos	3	3					
Media	522.05 Hasta	534.34	Media	585.346667 Hasta	617.166667	Media	630.296667 Hasta	691.073333					
Desviación	0.76922038	1.74937132	Desviación	0.87757241	0.87757241	Desviación	1.51500275	0.30022214					
RUBUS 1:4													
Rango 1er pii	521.21 Hasta	531.81	Rango 2 do p	589.39 Hasta	615.15	Rango 3er pii	633.33 Hasta	687.87					
	521.21 Hasta	531.81		590.9 Hasta	616.16		636.36 Hasta	684.84					
	521.21 Hasta	531.81		589.9 Hasta	615.15		634.84 Hasta	686.36					
No. Datos	3	3	No. Datos	3	3	No. Datos	3	3					
Media	521.21 Hasta	531.81	Media	590.063333	615.486667	Media	634.843333 Hasta	686.356667					
Desviación	0	0	Desviación	0.76813627	0.58312377	Desviación	1.51500275	1.51500275					
RUBUS 1:10													
Pico carácter	546.96 Hasta	677.27											
	545.45 Hasta	674.24											
No. Datos	2												
Media	546.205 Hasta	675.755											
Desviación	1.06773124	2.14253355											
A Capulín													
Rango 1er pii	521.21 Hasta	534.84	Rango 2do pi	590.9 Hasta	618.18	Rango 3er pii	628.78 Hasta	690.9					
	522.72 Hasta	536.36		592.42 Hasta	616.66		628.78 Hasta	690.9					
	521.21 Hasta	534.84		589.39 Hasta	618.18		627.27 Hasta	690.9					
No. Datos	3	3	No. Datos	3	3	No. Datos	3	3					
Media	521.713333 Hasta	535.346667	Media	590.903333 Hasta	617.673333	Media	628.276667 Hasta	690.9					
Desviación	0.87179891	0.87757241	Desviación	1.51500275	0.87757241	Desviación	0.87179891	0					

ESPECIE	Longitud de onda (λ) primer pico de absorción	Longitud de onda (λ) segundo pico de absorción	Longitud de onda (λ) tercer pico de absorción
<i>Rubus fruticosus</i>	520.70-536.36 nm	590.39-615.15 nm	621.21-691.41 nm
<i>Rubus idaeus</i>	522.05-534.34 nm	585.34-617.16 nm	630.29-691.07 nm
<i>Prunus serotina</i> <i>variedad capuli</i>	521.71-535.34 nm	590.90-617.67 nm	628.27-690.90 nm
<i>Persea americana</i>	387.31-393.28 nm		
<i>Brassica napus</i>	387.31-393.28 nm		
Mezcla de aceites	385.85-393.43 nm		
<i>Olea europea</i>	358.82-367.64 nm	386.76-395.5 nm	

Tabla no. 3 comparativa espectrofotométrica de las regiones de absorción de aceites comerciales y el aceite obtenido de los denominados frutillos rojos.

XVII. DISCUSIÓN

México es un territorio megadiverso, el cual ha permitido el desarrollo de diferentes microclimas, los cuales han favorecido el desarrollo de diversas especies agroindustriales que han tenido un éxito relativo para posicionarse a nivel mundial, como por ejemplo *P. americana* variedad Hass y recientemente la frambuesa y la zarzamora, las cuales pertenecen al género *Rubus spp.* y son parte de la familia de las *Rosaceas*, que incluyen a otras especies, nativas de México, como por ejemplo el capulín (*Prunus serotina* variedad *capulí*), estos se han cultivado de manera empírica, desde la época prehispánica hasta nuestros días. Así *P. serotina* var. *capulí* al ser parte de la Rosáceas, se ha documentado que posee ácidos grasos similares a los de otras Rosáceas, como la frambuesa y la zarzamora, donde el perfil de tipo poliinsaturados, destacan por perfil cualitativo, el ácido linoleico, linolénico y oleico. Por lo tanto, el presente trabajo establece las condiciones de extracción, rendimiento y tipo de ácidos grasos obtenidos de manera libre de solventes orgánicos de especies nativas de las Rosáceas entre las que destacan al *P. serotina* var. *capulí*. Los resultados han permitido establecer que *P. serotina* var. *capulí* presenta un rendimiento del 28.2% de la fracción lipídica (aceite) respecto al peso seco proveniente de la semilla en comparación con las semillas de la frambuesa y la zarzamora que presentan un rendimiento del 15.40% de fracción hidrofóbica respecto al peso seco. El proceso de extracción se basó en el uso de microondas y como medio el agua libre de iones, seguido de un proceso de congelamiento a -25°C y procesos de centrifugación a 7500G. Los ácidos grasos obtenidos se caracterizaron por cromatografía de gases. Estableciendo un proceso de extracción de ácido grasos poliinsaturados de *P. serotina* var. *capulí* y planteando la posibilidad de uso agro biotecnológico.

XVIII. CONCLUSIONES

Este trabajo permite sentar las bases de la extracción y la identificación de aceites de especies alimenticias de origen comercial (canola, aguacate, oliva), así como los de origen endémico como son los denominados capulines como parte de la familia de las Rosáceas en conjunto con la frambuesa y la zarzamora.

Además, introduce al método espectrofotométrico como una prueba accesoria a la cromatografía de gases y la cual presenta las siguientes ventajas: es una prueba rápida para análisis in sitio y momento, y posiblemente portátil, entregando resultados confiables para la determinación de la pureza de aceites de interés comercial, así como caracterizar aceites de origen endémicos por estudiar.

XIX. ANEXOS

Esta sección muestra los trabajos en los cuales se presentó parte del trabajo experimental y de investigación bibliográfica derivado de la presente investigación los trabajos fueron sometidos a un proceso de revisión por pares y arbitraje correspondiente, obteniendo la publicación en los sitios electrónicos correspondientes, así como el ISBN e ISSN, respectivo.

Anexo 1.- Autores: Aguilera-Arana, M.A., Meza-Carmen, V., Nava-Barrios, L.M., *Ortiz-Alvarado, R. Título: **EFFECTO DEL ACEITE DE SEMILLA DE *Prunus serotina* var. *capuli* en UN MODELO DE RATÓN DIABETICO**. Año: 27 al 29 de septiembre de 2017. Publicado en: 6to Congreso Internacional de Biología, Química y Agronomía. UNICO. Universidad Autónoma de Guadalajara. Capítulos temáticos de Biología, Química y agronomía. Ciencia e innovación para la salud. Sitio web: www.uag.com.mx. ISBN: 978-607-719-008-0

Anexo 2.- Autores: Aguilera-Arana M.A., 1Pérez-Espino A.M., 2Solorio-Alvarado C.R., y 1*Ortiz-Alvarado, R. Título: **DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN LIPIDICA DE ESPECIES COMERCIALES Y NATIVAS DE LA FAMILIA TAXONOMICA DE LAS *Rosaceas*, EN MÉXICO**. Año: 27 al 29 de septiembre de 2017. Publicado en: 6to Congreso Internacional de Biología, Química y Agronomía. UNICO. Universidad Autónoma de Guadalajara. Capítulos temáticos de Biología, Química y agronomía. Ciencia e innovación para la salud. Sitio web: www.uag.com.mx. ISBN: 978-607-719-008-0

Anexo 3.- Autores: Manuel Antonio Aguilera-Arana¹, Rubén Chávez-Rivera¹, Lucía Matilde Nava-Barrios¹, Rafael Ortiz-Alvarado¹ Título: **MÉTODO ESPECTROFOTOMÉTRICO PARA DETERMINAR LA PUREZA DEL ACEITE DE ESPECIES DE LA FAMILIA TAXONÓMICA ROSÁCEAS**. Sede y Año: Celaya, Guanajuato, México. Noviembre 8, 9, y 10, 2017. Publicado en: Memorias del Congreso Internacional de Investigación Academia Journals Celaya 2017. Sitio web: ... ISSN: 1946-5351 online Vol. 9, No. 6, 2017

Capítulos temáticos de Biología, Química y Agronomía.

Ciencia e innovación para la salud.

José Luis Zavala Aguirre
Juan Villafaña Rojas
Froylán Mario Espinoza Escalante
Editores

Editorial Universidad Autónoma de Guadalajara



Universidad
Autónoma de
Guadalajara

La información compendiada en este libro digital proviene de los trabajos presentados durante el 6^{to} Congreso Internacional de Biología, Química y Agronomía de la Universidad Autónoma de Guadalajara el cual fue celebrado del 27 al 29 de septiembre de 2017 en las instalaciones de UNICO de la misma Universidad. La información fue presentada por investigadores y grupos de trabajo especializados sobre quienes recae la responsabilidad de la validez de dichas investigaciones. Los autores, comité editorial y la casa editorial no somos responsables de las consecuencias del uso que se dé a la información presentada. La mención de productos comerciales o servicios, de ninguna manera implican compromisos o afiliaciones por parte de la Universidad Autónoma de Guadalajara. Se autoriza el uso y distribución de los contenidos, libremente proporcionados por los autores para su compilación y registro ante ISBN, para lo cual se requiere sean citados dando créditos a sus creadores. Cualquier duda o aclaración deberán ser realizadas directamente con los autores correspondientes cuyos datos de contacto están registrados en cada contribución. El comité editorial intentó unificar los formatos en base a las retroalimentaciones recibidas durante el proceso de galeras; los datos incompletos o faltas ortográficas son responsabilidad de los autores que no dieron retroalimentación.

ISBN: 978-607-719-008-0

EDITORIAL: Universidad Autónoma de Guadalajara, A.C. Av. Patria 1201. Lomas del Valle, Zapopan, Jalisco, 45129. México. Primera edición: 2017

Comité Científico:

Agrobiotecnología:

M.C. Mariana Dolores Medina Lerena
M.C Jaime Alcalá Gómez

Alimentos:

Dr. Froylán Mario Espinoza Escalante

Biología:

Dr. José Aquileo Lomelí Sención
Dr. José Luis Zavala Aguirre

Biotecnología:

Dr. Juan Villafañá Rojas
Dr. Miguel J. Beltrán García

Ingeniería Química:

Dr. Efrén Aguilar Garnica

Química Farmacobiológica:

Dr. Froylán Mario Espinoza Escalante

DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN LIPÍDICA DE ESPECIES COMERCIALES Y NATIVAS DE LA FAMILIA TAXONÓMICA DE LAS *Rosaceas*, EN MÉXICO.

¹Aguilera-Arana M.A., ¹Pérez-Espino A.M., ²Solorio-Alvarado C.R., y ^{1*}Ortiz-Alvarado, R.

1. Cuerpo Académico de Fisiopatologías-211, Fac. de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Calle Tzintzuntzan No. 173 Col. Matamoros
2. Universidad de Guanajuato, Departamento de Química, División de Ciencias Naturales y Exactas, Campus Guanajuato, Noria Alta S/N, Guanajuato, Guanajuato. C.P. 36050. México.

*Autor para correspondencia: rortizalvarado@gmail.com

Área del Conocimiento: Agrobiotecnología.

RESUMEN

La creciente presión demográfica pone énfasis en la capacidad para la producción de alimentos suficientes en volumen y con la capacidad nutrimental. Así existen productos agroalimentarios en los cuales México se ha especializado, como son las especies del género *Rubus spp.*, como las zarzamoras y las frambuesas, las cuales contienen diversos compuestos nutraceuticos. El éxito comercial de estas especies, ha dejado la diversidad biológica de especies nativas como son los capulines (*Prunus serotina* var. *capuli*) el cual pertenece a la familia de las *Rosaceas* de igual manera que la frambuesa y la zarzamora. Así el presente trabajo se centró en la identificación cualitativa y cuantitativa respecto a la fracción ácidos grasos poliinsaturados contenidos en las semillas de las especies nativas y comerciales de la familia *Rosaceas* estableciendo su calidad nutrimental. Los resultados por barrido espectrofotométrico establecieron que el aceite obtenido de frambuesa (*Rubus idaeus*), zarzamora (*Rubus fruticosus*) y capulín (*P. serotina* var. *capuli*) presenta el mismo perfil respecto a tres picos que tiene una preponderancia en las longitudes de 420 a 800 nanómetros. Adicionalmente el análisis por cromatografía de gases estableció la concentración de ácido linoleico 57.8%, Oleico 28.5% y ácido linoleico 7.2%. En su forma *cis*. De esta manera el presente trabajo establece que los miembros más destacados comercialmente y por uso nativo en México (zarzamora, frambuesa y capulín, respectivamente) poseen un perfil de ácidos grasos poliinsaturados los cuales son apreciados por las industrias, farmacéuticas, alimenticias y cosméticas, las cuales no han explorado cabalmente a esta fracción lipídica (proveniente de la semilla) de estas especies comerciales y nativas explotadas en México.

Palabras clave: Nutraceuticos, *Prunus serotina*, Familia *Rosaceas*

INTRODUCCIÓN

La zarzamora (*Rubus fruticosus*) es un fruto preciado a nivel mundial, debido a su contenido de nutrientes con capacidad antioxidante, donde encontramos poli fenoles, flavonoides y ácido ascórbico (Boeing, et al., 2014). Este contenido de nutrientes es uno de los criterios primordiales para su comercialización a nivel mundial donde destaca también el sabor *suis generis* del fruto el cual es industrializado en fresco. México se ubica como uno de los países principales en la producción de los

frutos del genero *Rubus spp.*, y el estado de Michoacán es líder en la producción de este fruto, el cual se comercializa primordialmente en fresco en mercados internacionales. Por lo que el fruto debe cumplir con estándares de aspecto, color y sabor en general, lo cual descarta una cantidad significativa de frutos que no logran posicionarse en la industria en fresco. Esto origina a) pérdidas para la industria productora local del estado de Michoacán, b) desperdicio de alimentos y c) contaminación por residuos sólidos de frutos no comercializados (do Nacimiento et al., 2014). Ante estos problemas se ha explorado la obtención de ácidos grasos con valor comercial a partir de las semillas del fruto de la zarzamora (Bushman, et al., 2004). La obtención y extracción de ácidos grasos, provenientes de frutos como el aguacate genera una industria ligera de extracción, como sub-producto, de la producción de alimentos en forma masiva (Moreno et al., 2003, Reddy et al., 2012). Éxitos comerciales en el sentido de la producción, comercialización de frutos y generación de industrias ligeras de tipo extractivas de ácidos grasos son: a) producto aguacate (*Persea americana var Hass*), del cual se produce y comercializa el fruto en fresco y derivados comerciales como liofilizados y aceite de aguacate, b) producto aceituna (*Olea europea*), del cual también se produce fruto para su comercialización en diferentes productos donde destaca la obtención de aceite generalmente para uso comestible (Vitaglione, et al., 2013). Cabe mencionar que el desarrollo de economías emergentes a nivel mundial somete a la industria agroalimentaria a una presión de generar productos con estándares de calidad alimenticia y aspectos comerciales, lo cual deja de lado productos alimenticios con valor nutrimental alto, que no cumple los parámetros de comerciales visuales, propiciando el desperdicio de alimentos (Schott et al., 2013). Adicionalmente es necesario poder diversificar el acceso a fuentes alimenticias donde los ácidos grasos de tipo insaturado se encuentran en los aceites extraídos de los frutos aceituna, aguacate y zarzamora (Bushman, et al., 2004; Reddy et al., 2012; Viatagloine, et al., 2013). La obtención de ácidos grasos de tipo insaturado de los frutos anteriormente citados a nivel industrial se realiza a través de métodos extractivos donde se utilizan solventes no polares (Moreno et al., 2003; Reddy et al., 2012), lo que genera que el aceite no tenga la calidad nutrimental requerida y no sea catalogado como aceite virgen, el cual se obtiene a partir del uso de métodos físicos, como pueden por prensado, centrifugación, choque térmico y más recientemente se propone la utilización de microondas y el uso de fluidos en estado supercrítico (Akanda, et al., 2012), donde las tecnologías prescinden del uso de solventes no polares. En el presente trabajo de investigación se describe el método para la obtención de ácidos grasos de cadena insaturada, a través de un método físico (uso de microondas), partiendo de semilla de zarzamora como producto de deshecho sólido de la agroindustria en Michoacán.

MATERIALES Y MÉTODOS

Colección del Material Biológico

Se obtuvieron 3 kilogramos de zarzamoras de la variedad *Tuppi* provenientes de la tenencia de Patúan del Municipio de Ziracuaretiro, Michoacán, de campos de cultivo de la Sociedad Productora Zarzamich. Se transportaron los frutos en cajas con aislamiento térmico, a la Ciudad de Morelia, y se almacenaron a una temperatura promedio de 8°C, toda la noche. Al día siguiente se procesaron los frutos en centrifuga de canasta, por un espacio de 10 minutos a 2000 g, a temperatura ambiente. Se recuperó el sobrenadante y se guardó a -80°C.

Sólidos

El residuo sólido se recuperó y se sometió por un espacio de 18 horas a un tratamiento térmico, por luz directa, de una lámpara incandescente de 150 watts de potencia, sobre una superficie de convección, acero grado alimenticio de 3 mm de espesor. Al término se obtuvo un residuo sólido el cual fue

tamizado, liberando las semillas del fruto de zarzamora. Las semillas de zarzamora se sometieron a un molido en mortero, para la extracción por solventes en equipo Soxhlet.

Extracción Soxhlet

Las semillas molidas, en peso seco, se sometieron a extracción por solventes no polares, en equipo Soxhlet, realizando tres extracciones con éter etílico (Meyer, ¿??), y cinco extracciones con pentano, utilizando 3 gramos del material biológico en cada extracción.

Extracción por microondas

Las semillas molidas, en peso seco, se sometieron a un tratamiento térmico por inducción, en horno de microondas bajo el siguiente protocolo: en cada extracción se utilizaron 3 gramos de material molido al cual se le agregó 20 mL de agua bidestilada, y se dejó en reposo por una noche a una temperatura de 8°C, a la mañana siguiente, el vaso de precipitados conteniendo el material molido con el agua se dejó en reposo por un hora una temperatura ambiente y se llevó a cabo el tratamiento en horno de microondas, con una potencia de 0.25-0.33 Kwatts/h. Por un espacio de 20 minutos, obteniendo una temperatura de la mezcla de 88-90°C $\pm$ 1°C.

Centrifugación

El residuo se colectó y se transfirió a tubos de polipropileno de 1.5 mL de capacidad (Eppendorf) y sometieron a centrifugación por espacio de 15 minutos a 6000 g a una temperatura de 4°C. Se recuperó el sobrenadante y se transfirió a tubos limpios de polipropileno de 1.5 mL de capacidad. El sobrenadante de sometió a refrigeración durante 18 horas a una temperatura de 4 a 8°C, los tubos se sometieron a centrifugación a temperatura ambiente por un espacio de 10 minutos y 3000 g. El contenido oleoso se colectó por aspiración con punta con filtro y se guardó en viales de rosca de 2 mL (figura 1).

N

Se realizó un análisis por cromatografía de gases obteniendo el perfil lípido de los ácidos grasos contenidos en el aceite de *R. fruticosus*, (tabla 2), con el aceite de la semilla de *R. fruticosus*, hidrolizado. Adicionalmente se corrió un análisis para observar la abundancia de las especies de C:18 poliinsaturados y la forma en la que se encuentran el aceite de *R. fruticosus*, por resonancia magnética nuclear (ácidos libres o en esteres) (figura 2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las semillas de los frutos de zarzamora provenientes de residuos sólidos, son una fuente de ácidos grasos de tipo, C:18 poliinsaturados, como son el ácido linoleico y linolenico, utilizando tratamiento por microondas en cinco diferentes extracciones, se obtiene un rendimiento del 16.83% y una desviación estándar de $\pm$ 1.58, de cinco extracciones diferentes por éter etílico se obtiene un rendimiento promedio del 15.18 % y $\pm$ 1.44 de desviación estándar y del 12.40 % con una desviación estándar de $\pm$ 1.08 con pentano en cinco extracciones diferentes (ver tabla 1), por lo que el tratamiento por microondas, es una alternativa metodológica para la obtención de ácidos grasos de alto valor comercial, sin la implicación del uso de solventes químicos de tipo no polar, adicionalmente abre la posibilidad de poder obtener ácidos grasos de tipo poliinsaturados de tipo virgen, con el uso de tecnologías emergentes o alternativas, como la aquí mostrada (figura 1).

Tabla 1. Porcentaje de rendimiento en la extracción de aceite de la semilla de *Rubus fruticosus*.

Tratamiento de extracción	Microondas	Éter etílico	Pentano
Rendimiento Porcentaje en Peso Seco	16.83	15.18%	12.40%
Desviación Estándar	±1.58	±1.44	± 1.08



Figura 1. Extractos oleosos provenientes de la semilla de zarzamora variedad *Tuppy* (*Rubus fruticosus*). Por tratamiento extractivos por microondas A), éter etílico B) y pentano C).

La propuesta de la nueva tecnología del aceite y pasta de zarzamora está fundamentada en dos efectos de las ondas electromagnéticas sobre el residuo agroalimentario del fruto zarzamora: 1) Rompimiento de membranas y paredes de las células que contienen el aceite. 2) La inactivación de enzimas que catalizan el oscurecimiento y otras reacciones oxidativas. Al ser el aceite transparente a las microondas conservan las propiedades nutraceuticas de estos productos, al no contener restos de solventes químicos (Moreno, et al., 2003, Reddy et al., 2012, Zia et al., 2014). Esto es un efecto específico que se determinó en la aplicación de microondas, que minimiza el deterioro de los nutraceuticos y ácidos grasos esenciales de la semilla de zarzamora, obteniendo dos productos: el aceite extra virgen y una pasta reducida en calorías que puede utilizarse para composteo (Schott, et al., 2013). De esta forma, esta tecnología tiene tres ventajas: 1) Es menos contaminante al utilizar la pasta de alta calidad y no emplear disolventes orgánicos o soluciones acuosas que producen aguas residuales y 2) Conserva las propiedades nutraceuticas de la zarzamora en productos de alta calidad, como son los ácidos grasos poliinsaturados, linoleico y linolenico (tabla 2 y figura 2, (Reddy et al., 2012) y 3) como se puede observar el uso de microondas y centrifugación permite obtener un rendimiento superior a los métodos de extracción por solventes orgánicos, como se aprecia y se compara respecto al porcentaje de aceite obtenido por el método por microondas respecto a los otros métodos químicos observado en la tabla 1.

Tabla 2. Perfil de ácidos grasos por cromatografía de gases del aceite de la semilla de *Rubus fruticosus*, extracción por microondas.

Entrada	Ácido Graso	TR (min)	%
1	Linoleico (C18:2n6c)	33.428	57.94
2	Cis-oleico (C18:1n9c)	31.413	23.71
3	Linolenico (C18:3n3)	35.643	7.73
4	Palmitico (C16:0)	26.410	5.15
5	Esteárico (C18:0)	29.995	3.04
6	Araquidónico (C20:0)	33.636	1.23
7	Cis-11-Eicosenoico (C20:1)	35.061	0.58
8	Mirístico (C14:0)	22.727	0.22
9	Behénico (C22:0)	37.456	0.14
10	Palmitoleico (C16:1)	27.812	0.10
11	Laurico (C12:0)	19.507	0.07
12	Heptadecanoico (C17:0)	28.149	0.07

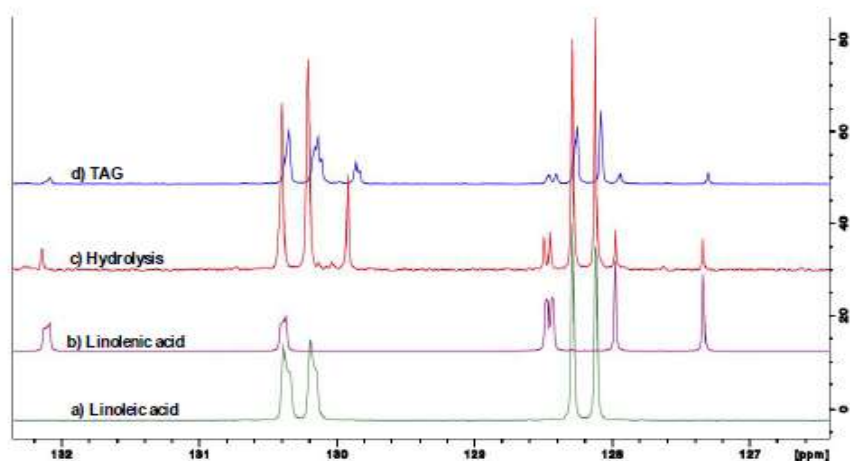




Figura 2. Resonancia magnética nuclear de las especies de ácidos grasos poliinsaturados mayoritarios en el aceite de *R. fruticosus*, a) ácido linoleico, b) ácido linolenico, c) aceite hidrolizado y d) aceite sin hidrolizar en forma de triacil-glicerol (TAG).

El proceso es flexible al poder ser aplicado en un esquema por lotes, en una planta modular, en procesos continuos. Incluye la posibilidad de darle al producto las características tales para obtener una pasta congelada o deshidratada. Los nutraceuticos tales como la vitamina E, fitoesterol, luteína y clorofilas son sustancias benéficas para la salud, que se encuentran solubles en el aceite extra virgen de aguacate obtenido por la tecnología objeto de esta invención, lo que hace al producto rico en estos ácidos grasos poliinsaturados, en comparación con los aceites existentes en el mercado. En el presente trabajo, se presenta un mapa de ruta crítico referente a la utilización de la semilla de zarzamora, proveniente de los residuos sólidos generados, en la agroindustria de este sistema producto, para la obtención de ácidos grasos poliinsaturados (tabla 2 y figura 2) de alto valor comercial, por medio de tecnologías alternativas, comparando con los sistemas tradicionales de extracción química, se plantea un uso a los desechos solidos agroindustriales.

CONCLUSIONES

En este trabajo se concluye que la semilla del fruto *Rubus fruticosus* es una materia prima de importancia nutrimental mayor para la obtención potencial de ácidos grasos poliinsaturados de tipo C:18 lo que podría dar una alternativa de comercialización a los productores de este sistema producto de la zarzamora y el uso de tecnologías alternativas extractivas como las microondas, permite poder acrecentar los métodos de extracción de ácidos grasos con valor comercial como los ácidos grasos poliinsaturados.

AGRADECIMIENTOS

CAEC-211-UMNSH, PROYECTO FINANCIADO POR LA CIC DE LA UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO, CONVOCATORIA, AÑO 2017.

REFERENCIAS

- [1] Akanda M.J., Sarker M.Z., Ferdosh S., Manap M.Y., Ab Rahman N.N., Ab Kadir M.O. (2012). Applications of supercritical fluid extraction (SFE) of palm oil and oil from natural sources. *Molecules*. 10;17 (2):1764-94.
- [2] Boeing J.S., Barizão E.O., Silva B.C., Montanher P.F., de Cinque Almeida V., [3] Visentainer J.V. (2014). Evaluation of solvent effect on the extraction of phenolic compounds and antioxidant capacities from the berries: application of principal component analysis. *Chem. Cent J.* 22;8(1):48.
- [3] Bushman B.S., Phillips B., Isbell T. (2004). Chemical composition of caneberry (*Rubus* spp.) seeds and oils and their antioxidant potential. *J Agric Food Chem.* 52(26):7982-7.
- [4] do Nascimento Nunes MC, Nicometo M, Emond JP, Melis RB, Uysal I. (2014). Improvement in fresh fruit and vegetable logistics quality: berry logistics field studies. *Philos. Trans. A Math. Phys. Eng. Sci.* 5; 372(2017):20130307.
- [5] Hassimotto N.M., Pinto Mda. S., Lajolo F.M. (2008). Antioxidant status in humans after consumption of blackberry (*Rubus fruticosus* L.) juices with and without defatted milk. *J Agric. Food Chem.* 56(24):11727-33. Matthäus B. (2002). Antioxidant activity of extracts obtained from residues of different oilseeds. *J. Agric. Food Chem.* 50(12):3444-52.

EFECTO DEL ACEITE DE SEMILLA DE *Prunus serotina* var. *capuli* en UN MODELO DE RATÓN DIABÉTICO.

Aguilera-Arana, M.A., Meza-Carmen, V., Nava-Barrios, L.M., *Ortiz-Alvarado, R.

Cuerpo Académico de Fisiopatologías-211, Fac. de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Calle Tzintzuntzan No. 173 Col. Matamoros.

*Autor para correspondencia: rortizalvarado@gmail.com

Área del conocimiento: Química Farmacobiológica

RESUMEN

Las enfermedades de tipo no infeccioso como la Diabetes Mellitus, en la actualidad poseen un alto componente de control respecto al uso de medicamentos hipoglucemiantes como los derivados de las sulfonilureas (glibenclamida), que tienen el inconveniente de inducir una dislipidemia, secundaria. Por lo que el control dietético es fundamental en el éxito terapéutico de la enfermedad sin consecuencias como la dislipidemias. Por lo que el uso de compuestos nutraceuticos de origen natural en la dieta es una opción. De esta manera, se administró a dos grupos de ratones de la cepa Balb-c, inducidos al modelo de diabetes mellitus 1, por uso de estreptozotocina (150mg/kg de peso) la dieta AING-93 modificada con aceite proveniente de *P. serontina* var. *capuli*, al 4% de la composición original. Obteniendo después de 14 días de tratamiento, una disminución en la concentración de colesterol sérico 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 estandar. Cabe mencionar que el aceite de semilla de *P. serótina* var. *Capulí* contiene Ácido linoleico 57.8%, Oleico 28.5% y ácido linoleico 7.2%. En su forma cis. De esta manera el presente trabajo establece en un modelo animal de Diabetes Mellitus de tipo1 que el aceite de semilla de capulín puede tener un efecto hipocolesterolemiaante específico en una dieta modificada, lo cual puede ser la base de tratamientos terapéuticos específicos para enfermedades con un componente metabólico como la Diabetes Mellitus.

Palabras clave: Nutraceuticos, *Prunus serotina*, Diabetes Mellitus de tipo 1.

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 Republica 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 graves 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).

MATERIALES Y MÉTODOS

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 trituration, 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 lípidica 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 termino 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 ácido grasos poliinsaturados provenientes de la semilla de *R. fruticosus*, los resultado se analizaron de manera estadística y se determinaron las desviaciones estándar correspondientes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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

En la Figura No. 1 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 acidos grasos poliinsaturados se mostró 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.

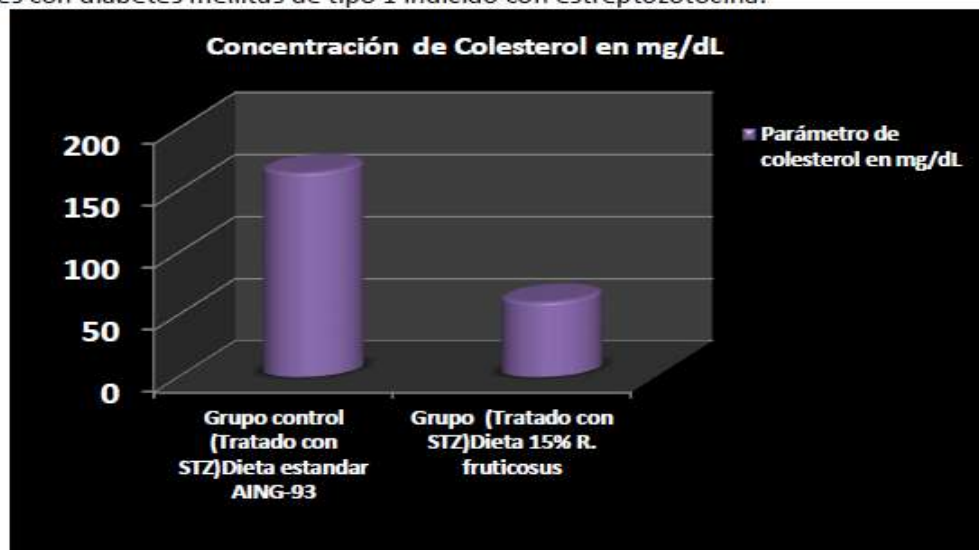
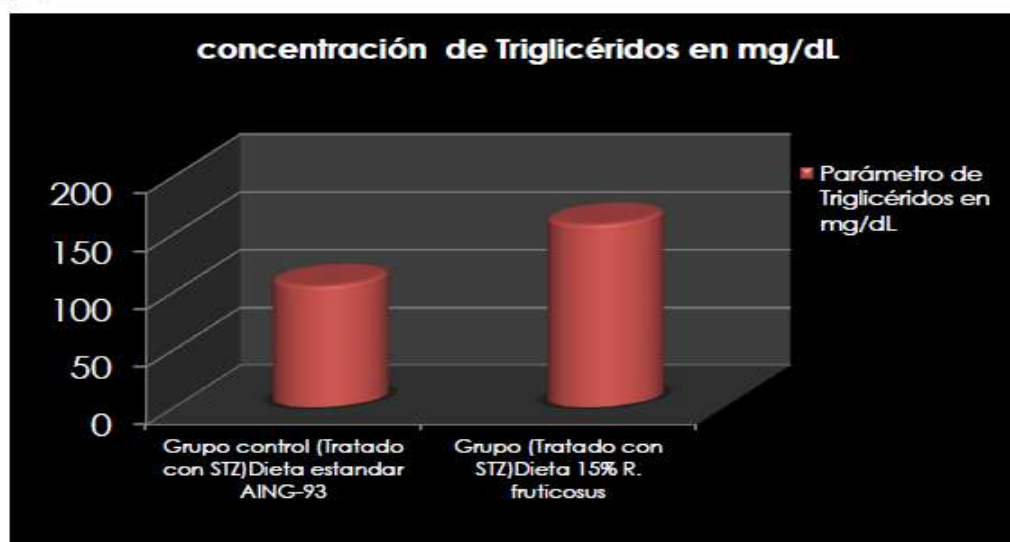


Figura 1. Concentración de Colesterol total en mg/dL, en suero de ratones de inducidos a Diabetes mellitus de tipo 1, con estreptozocina, dieta control y dieta modificada con acidos grasos poliinsaturados y fibra al 15%, provenientes de la extracción y aislamiento de *R. fruticosus*. N=5 individuos tratados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



1027

En la Figura No. 2 se observa la concentración de triglicéridos para el grupo de animales control inducidos con diabetes mellitus de tipo 1, sometidos a la dieta estándar AING-93 un valor de 105.0 mg/dl y una desviación estándar de ± 21.35 ; en el caso del grupo tratado con la dieta experimental con aceite de semilla de zarzamora y ácidos grasos poliinsaturados mostraron 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.

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	Parámetro de Colesterol en mg/dL	Parámetro de Triglicéridos en mg/dL
Grupo Control (tratado con STZ) Dieta Estándar AING-93.	164.5 $\pm$ 35.94 N=5	105.0 $\pm$ 21.35 N=5
Grupo tratado con STZ, Dieta 15% de fibra R. fruticosus.	60.44 $\pm$ 7.59 N=5	157.91 $\pm$ 61.125 N=5

CONCLUSIONES

Se observó una disminución significativa en la concentración de colesterol en los animales inducidos para Diabetes Mellitus de Tipo 1, 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.

REFERENCIAS

- [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 Zarzamora. 2015, de Secretario de Hacienda y Crédito Público Sitio web: <http://www.financiararural.gob.mx/informacionsectorrural/Panoramas/Ficha%20Zarzamora.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.cva.itesm.mx/biblioteca/pagina_con_formato_version_oct/apaweb.html.
- [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*.

Cel1536	La percepción de los problemas económicos de estudiantes universitarios, su relación con el origen étnico y su percepción de la calidad del servicio educativo	ME Fernando Ricardo Aguilar Ruvalcaba est Janette Aguilar Luévano ME Ángel Ernesto Jiménez Bernardino ME Ricardo Pérez Mora est Edgar Gerardo Lopez Zaragoza	Aguilar Ruvalcaba	105
Cel1289	MÉTODO ESPECTROFOTOMÉTRICO PARA DETERMINAR LA PUREZA DEL ACEITE DE ESPECIES DE LA FAMILIA TAXONÓMICA ROSÁCEA	Manuel Antonio Aguilera-Arana Rubén Chávez-Rivera Lucia Matilde Nava-Barrios Rafael Ortiz-Alvarado	Aguilera-Arana	109
Cel0523	Aplicación de la metodología 5's para reducir desperdicio	José Eduardo Aguilera Magallán Nancy Canchola Barrera Pamela Espinosa Domínguez Josselin Mancera Salinas MC. Israel De la Cruz Madrigal	Aguilera Magallán	115
Cel1507	Plan de manejo para la conservación del manglar en la comunidad del Carrizal Coyoaca de Benítez	Lic. Luis Aguirre Cruz Dra. Rocio López Velasco Dra. Gloria Torres Espino	Aguirre Cruz	121
Cel0312	Propuesta de una metodología BPM para la mejora de los procesos	Ing. Karla Cristina Aguirre Ricartti M.C. Vicente Figueroa Fernández Dr. Salvador Hernández González Dr. José Alfredo Jiménez García	Aguirre Ricartti	125
Cel0017	Desarrollo de dispositivo mecatrónico para control de calidad y mantenimiento preventivo en piezas mecánicas mediante procesamiento de imágenes	Ing. Rodrigo Ahuatzi Ahuactzin Dr. José Federico Casco Vázquez Dr. Alan Augusto Gallegos Cuellar M.E. Judith Diaz Dominguez	Ahuatzi Ahuactzin	131

XX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agramonte del Sol, A., & Mena Martín, F. (2006). Enfoque Histórico Cultural y de la Actividad en la formación del licenciado en enfermería. *Revista Cubana de Enfermería*, 22(2), 0-0.

Basu, P., & Maier, C. (2016). In vitro Antioxidant Activities and Polyphenol Contents of Seven Commercially Available Fruits. *Pharmacognosy Research*, 8(4), 258-264. <https://doi.org/10.4103/0974-8490.188875>

mexico-2017-OECD-Estudios-economicos-de-la-ocde-vision-general.pdf. (s. f.). Recuperado a partir de <https://www.oecd.org/eco/surveys/mexico-2017-OECD-Estudios-economicos-de-la-ocde-vision-general.pdf>

Mini-revisión: Inflamación crónica y estrés oxidativo en la diabetes mellitus. (s. f.). Recuperado 11 de agosto de 2017, a partir de <http://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=57632204>

Douglas, P. M. J., Pagani, M., Canuto, M. A., Brenner, M., Hodell, D. A., Eglinton, T. I., & Curtis, J. H. (2015). Drought, agricultural adaptation, and sociopolitical collapse in the Maya Lowlands. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112(18), 5607-5612. <https://doi.org/10.1073/pnas.1419133112>

Graizbord, B. (2007). Megaciudades, globalización y viabilidad urbana. *Investigaciones geográficas*, (63), 125-140.

Ibarra-Alvarado, C., Rojas, A., Mendoza, S., Bah, M., Gutiérrez, D. M., Hernández-Sandoval, L., & Martínez, M. (2010). Vasoactive and antioxidant activities of plants used in Mexican traditional medicine for the treatment of cardiovascular diseases.

Pharmaceutical Biology, 48(7), 732-739.
<https://doi.org/10.3109/13880200903271280>

Patti, A. M., Toth, P. P., Giglio, R. V., Banach, M., Noto, M., Nikolic, D., ... Rizzo, M. (2017). Nutraceuticals as an Important Part of Combination Therapy in Dyslipidaemia. *Current Pharmaceutical Design*.
<https://doi.org/10.2174/1381612823666170317145851>

Picariello, G., Ferranti, P., De Cunzio, F., Sacco, E., & Volpe, M. G. (2017). Polyphenol patterns to trace sweet (Prunus avium) and tart (Prunus cerasus) varieties in cherry jam. *Journal of Food Science and Technology*, 54(8), 2316-2323. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2670-0>

Redalyc. LEV VIGOTSKY, NARRATIVAS Y CONSTRUCCIÓN DE INTERPRETACIONES ACERCA DE SU BIOGRAFIA Y SU LEGADO - 369139994065.pdf. (.). Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/pdf/3691/369139994065.pdf> 3.

Referencias bibliográficas.

Ácidos grasos – Lidia con la Química. (s. f.). Recuperado 4 de noviembre de 2017, a partir de <https://lidiaconlaquimica.wordpress.com/tag/acidos-grasos/>

Bilgic, H., Hakki, E. E., Pandey, A., Khan, M. K., & Akkaya, M. S. (2016). Ancient DNA from 8400 Year-Old Çatalhöyük Wheat: Implications for the Origin of Neolithic Agriculture. *PloS One*, 11(3), e0151974.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0151974>

Blonder, L. X. (1991). Human neuropsychology and the concept of culture. *Human Nature*, 2(2), 83-116. <https://doi.org/10.1007/BF02692183>

Carrasco, J. L. E. (2000). Applications of Evolutive Archeology: Migrations from Africa to Iberia in the Recent Prehistory. En *Prehistoric Iberia* (pp. 125-162). Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4231-5_6

- Caspari, R., Rosenberg, K. R., & Wolpoff, M. H. (2017). Brother or Other: The Place of Neanderthals in Human Evolution. En *Human Paleontology and Prehistory* (pp. 253-271). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-46646-0_19
- Castillo, J. M. S. del. (2011). *Nutrición básica humana*. Universitat de València.
- Mann, F. D. (1998). Animal fat and cholesterol may have helped primitive man evolve a large brain. *Perspectives in Biology and Medicine*, 41(3), 417-425.
- Mann, N. (2000). Dietary lean red meat and human evolution. *European Journal of Nutrition*, 39(2), 71-79.
- Voet, D., & Voet, J. G. (2006). *Bioquímica*. Ed. Médica Panamericana.

Sitios electrónicos.

Ácidos grasos – Lidia con la Química. (2017). Recuperado 4 de noviembre de 2017, a partir de <https://lidiaconlaquimica.wordpress.com/tag/acidos-grasos/>