#### Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

"Extracción y caracterización fisicoquímica de aceite fijo obtenido por Expresión de 5 especies nativas y cultivadas en Guatemala: *Crescentia cujete* (Morro), *Mammea americana* (Mamey), *Pachira aquatica* (Zapotón), *Cucumis melo* (Melón) y *Acrocomia mexicana* (Coyolio)".

Iris María José Sánchez Paz

Marcela del Rosario Figueroa Barrera

**QUÍMICA FARMACÉUTICA** 

Guatemala, Abril 2013

#### Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

"Extracción y caracterización fisicoquímica de aceite fijo obtenido por Expresión de 5 especies nativas y cultivadas en Guatemala: Crescentia cujete (Morro), Mammea americana (Mamey), Pachira aquatica (Zapotón), Cucumis melo (Melón) y Acrocomia mexicana (Coyolio)".

Seminario de Investigación

Iris María José Sánchez Þaz Marcela del Rosario Figueroa Barrera 'a de

**QUÍMICAS FARMACÉUTICAS** 

Guatemala, Abril 2013

#### **JUNTA DIRECTIVA**

Oscar Cóbar Pinto, Ph. D.

Lic. Pablo Ernesto Oliva Soto, M.A.

Secretario

Licda. Liliana Vides de Urízar

Vocal I

Dr. Sergio Alejandro Melgar Valladares

Vocal II

Lic. Luis Antonio Gálvez Sanchinelli

Vocal III

Br. Fayver Manuel de León Mayorga

Vocal IV

Br. Maidy Graciela Córdova Audón

Vocal V

# Agradecimientos

#### A la Tricentenaria, Universidad de San Carlos de Guatemala

Alma Mater, por ser nuestro lugar de estudios y forjadora de profesionales con principios y valores al servicio de nuestro país.

#### A la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Por prestarnos sus aulas y brindarnos los conocimientos para formarnos en nuestra vida profesional.

#### A nuestra asesora, Licda. Aylin Santizo

Con mucho cariño por su tiempo, paciencia y apoyo para poder culminar nuestra investigación, ya que sin ella no hubiera sido posible.

#### A nuestra revisora, Licda. Sully Cruz

Por su valioso aporte y orientación en la realización de nuestro proyecto de investigación.

#### Al Laboratorio LIPRONAT, de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Por abrirnos sus puertas y brindarnos la ayuda necesaria para realizar la parte experimental de nuestro trabajo.

#### A la Universidad del Valle de Guatemala y Laboratorio Nacional de Salud

Por su apoyo en la fase experimental de nuestra investigación.

#### A nuestra amiga y maestra

Licda. Julia Amparo García, (Lic. Julita), por su entusiasmo, apoyo, compresión y por ser un maravilloso ser humano, que tuvimos es placer de conocer.

### Dedicatorias

#### **A DIOS**

Antes que nada, quiero dedicar este esfuerzo a Dios, por permitirme culminar con éxito el esfuerzo de todos estos años de estudio. Para Él mi agradecimiento infinito, ya que Él, es quien me ha dado todo y me ha hecho ser quien soy; por Él y para Él culmino esta etapa de mi vida profesional.

#### A LA VIRGEN MARIA

Que me ha acompañado e iluminado en cada etapa de mi vida, ayudándome y aconsejándome como una madre, en cada decisión que tomo en mi vida. Gracias por bendecir mis pensamientos e impregnarme de tu amor.

#### **A MI PADRE**

A mi padre, porque ha sido para mí un hombre maravilloso, mi súper héroe, al que siempre he admirado. Gracias por guiar mi vida con disciplina y amor, dándome la pauta para poder realizarme en mis estudios y mi vida. Gracias a esto, soy lo que soy. Te amo Negro!

#### A MI MADRE

A mi madre, que es el ser más maravilloso de todo el mundo y el pilar fundamental en mi vida. Por ser ejemplo de lucha, esfuerzo, paciencia y amor incondicional. Gracias por enseñarme que nada en este mundo es fácil; que es permitido caerse, pero es obligación levantarse y que todo se puede alcanzar con perseverancia y fé. Tú sabes, que no me alcanzaría esta página para agradecerte y decirte lo mucho que te quiero. Y le agradezco a Dios por darme el privilegio de poderte decir mamá y tenerte a mi lado. Gracias por creer en mí y por ser mi ejemplo a seguir. Te amo Angus!

#### **A MIS HERMANOS**

Lidia, Lucy y José; no encontraré la forma de agradecer su constante apoyo, consejos, regaños y confianza. Gracias por ser mis cómplices de vida. Los amo!

#### **A MI ABUELITA**

Luz Donis de Sánchez, por apoyarme en todo momento, por sus consejos, sus valores, su alegría. Por ser esa mujer fuerte y alegre que nos llena de sabiduría y amor. Te quiero Abue!

#### **A MIS SOBRINOS**

Pablo y Luis Antonio, a quienes adoro con todo mi corazón; gracias por ser mi luz y mi motivación diaria, por darme esa carga de energía, alegría y amor con simplemente una sonrisa. Gracias por enseñarme a sonreírle a la vida. Los amo príncipes!

#### A MIS AMIGAS DE TODA LA VIDA:

Karla, Astrid, Cindy y Paola, por enseñarme el verdadero significado de la amistad, y no permitir que la distancia rompa este lazo tan fuerte y bonito que existe entre nosotras. Demostrándome día a día que cuando una amistad es verdadera es para siempre. Gracias por ese consejo, esa palabra, esa sonrisa y ese gesto sincero de cariño que me han dado durante años. Gracias por estar conmigo en un éxito más. Las amo con todo el corazón morado.

#### A MIS AMIGOS Y AMIGAS DE UNIVERSIDAD:

Marcela, Giovanni, Welligton, Ingrid, Cecy, Julieta, Gaby y Pamela; porque todos ustedes han sido parte fundamental en mi vida, en cada uno de ustedes hay una persona muy especial, con los que aprendí y disfrute mis horas de estudio. Los quiero mucho y gracias por ser parte de este éxito.

#### A MI COMPAÑERAY AMIGA DE SEMINARIO:

Por su amistad, esfuerzo y comprensión; que a pesar de todos los obstáculos que se nos presentaron logramos el objetivo final. Gracias por tu confianza y amistad incondicional. Te quiero Marcelina.

Iris María José Sánchez Paz

## Dedicatorias

#### **A DIOS**

Gracias Padre por permitirme llegar a este día y poder alcanzar esta meta, por acompañarme, protegerme y guiarme en los momentos más difíciles; porque tu dulce presencia nunca me abandono y colmar mi camino de personas que fueron ángeles que me guiaron, y me enseñaron, lo que tu querías que aprendiera.

#### A MI MADRE

Alba Barrera por el ejemplo de lucha y valentía en la vida, mi fuerza, mi consuelo, mi inspiración gracias por tu apoyo incondicional por que sin el no lo hubiera logrado, siempre fuimos tu y yo contra el mundo y lo logramos esto es para ti es tu logro, te quiero mucho.

#### **A MI HERMANO**

Víctor, mi ángel gracias por cuidar de nosotros te queremos mucho y te extrañamos.

#### A MI NOVIO

Fabricio Pernilla gracias por todo su amor e infinita paciencia, por su apoyo incondicional en todo momento, gracias por cuidar de mí, lo quiero mucho.

#### **A MIS HERMANOS**

Alba, Elma, Fredy, gracias por el ejemplo y las lecciones de vida porque sin ellas no hubiera tenido la fuerza para alcanzar este logro.

Dani, Jenny, Astrid y Lilia mis compañero de juegos, mis amigos, mis hermanos gracias por el cariño y apoyo los quiero mucho.

#### **A MIS SOBRINITOS**

En especial a Katherine mi corazón solo quiero decirte que no me pongo ante ti como un ejemplo, pero si como una prueba de que en esta vida nada es imposible y si tienes un sueño persíguelo, no permitas que nadie te diga que eres incapaz de hacer algo, si quieres algo sal a buscarlo, se constante supera los obstáculos que la vida te de y aprende de ellos; ten fe y pídeselo con todo tu corazón a Dios y lo veras hecho realidad te quiero mucho.

A Fredy Estuardo, Saulito, María Fernanda, Alejandrita, Danielito, con mucho cariño son muy especiales para mí, persigan sus sueños, no se dejen vencer por la adversidad, manténganse unidos, amen y respeten a sus padres.

#### **A MI AMIGOS**

Vivi, Wasa, Baba, Henrich, Vicki y Yilka gracias por hacer increíble el camino hasta aquí, por todos los recuerdos que son un tesoro para mi, los quiero mucho.

#### **A MI AMIGA**

Iris Sánchez, gracias Peque por la paciencia y el cariño, por la confianza, espero sigamos siendo siempre un buen equipo.

Marcela del Rosario Figueroa Barrera

### **INDICE**

		PAGINA
1.	Ámbito de la investigación	1-3
2.	Resumen	4-6
3.	Antecedentes	7-55
4.	Justificación	56-57
5.	Objetivos	58
6.	Materiales y Métodos	59-80
7.	Resultados	81-83
8.	Discusión de Resultados	84-95
9.	Conclusiones	96-97
10.	Recomendaciones	98
11.	Referencias Bibliográficas	99-104
12	Anovos	10E 143

#### 1. ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN

Los aceites fijos están compuestos por ácidos grasos y un alcohol o un poliol; que constituyen estructuras celulares como fosfolípidos, glicolípidos, elementos de revestimiento; como ceras y cutinas, sustancias de reserva y fuentes de energía celular; necesaria para procesos metabólicos de una planta. En general se trata de compuestos insolubles en agua y solubles en solventes orgánicos, contando como característica principal, que su composición no se ve alterada al ser expuestos a calor y destilación. Los aceites fijos se encuentran en mayor cantidad en las semillas de los frutos; de los cuales pueden ser extraídos por dos métodos: Expresión en frío o en caliente en prensas hidráulicas (Gennaro, 2003, pp. 477-479).

La importancia biológica de los aceites fijos reside en su irremplazable aporte energético constituyendo la reserva energética más importante del organismo. Proporcionando un aporte calórico elevado de calorías, impiden pérdidas de calor, proteger vísceras, y transportan vitaminas liposolubles (A,D,E y K). Entre otros usos esta el dar a los preparados culinarios, características organolépticas especiales, que aumentan su sabor.

La población del mundo industrializado occidental, con alta capacidad adquisitiva, ingiere a menudo una cantidad excesiva, sobre todo de las grasas de origen animal, lo que puede ocasionar obesidad y enfermedades relacionadas con la arteriosclerosis.

La determinación de propiedades fisicoquímicas de un aceite vegetal no conocido puede dar como resultado una nueva fuente de ácidos grasos Omega-3 y 6 los cuales juegan un papel muy importante en la prevención de enfermedades cardiovasculares, reduciendo los factores de riesgo asociados a estas patologías; creando un estado orgánico antitrombótico, antiinflamatorio y vasodilatador. Como ya conocido su consumo disminuye las VLDL y los triglicéridos en sangre de una forma constante en todos los estudios realizados; tienen influencia sobre la coagulación, reduciendo la agregación plaquetaria, prolongando el tiempo de coagulación, disminuyen la presión arterial sistólica y diastólica, posee propiedades antiarritmogénicas y tienen capacidad de reducir el crecimiento de distintas células cancerígenas humanas y un aumento de la apoptosis (Luna, 2007)

Internacionalmente el estudio de este tipo de aceites se inclina a la conversión del mismo en biodiesel, producto que promete disminuir de forma notable las principales emisiones de los vehículos, como son el mónoxido de carbono y los hidrocarburos volátiles constituyendo así un elemento importante para disminuir los gases producidos por el transporte, mejorando así la calidad del aire y en consecuencia la calidad de vida de las personas. El biodiesel, a partir de aceites vegetales tiene más de 1600 usos comprobados no sólo dentro de la materia de la combustión sino también en el agro, la industria, la medicina y hasta los cosméticos (Rodríguez, 2009).

A nivel agrícola es una alternativa de uso del suelo que evita los fenómenos de erosión y desertificación a los que pueden quedar expuestas tierras de cultivos que, por razones de mercado, están siendo abandonadas por los agricultores, mejorando el ingreso estos.

La Flora de Guatemala cuenta con una diversidad de especies en su extenso territorio, las cuales pueden ser utilizadas para diversos fines, debido a que toda especie vegetal contiene uno o varios principios químicos activos, que pueden ser identificados en sus diferentes partes; corteza, hoja, flores, frutos y semillas; siendo estas el punto de estudio del presente trabajo. En la mayoría de los casos las semillas son consideradas desechos, por no poseer una base teórica y experimental de investigación que brinde información de posibles usos de las mismas.

Para fines de investigación se colectaron los frutos de 5 especies nativas y cultivadas en Guatemala, siendo estas; *Crescentia cujete* (Morro), *Mammea americana* (Mamey), *Pachira aquatica* (Zapatón), *Cucumis melo* (Melón) y *Acrocomia mexicana* (Coyolio); con el fin determinar si la semilla de los frutos mencionados anteriormente posee aceites fijos, el cual fue extraído por medio de expresión en frío en prensa hidráulica.

Se realizó la caracterización fisicoquímica del aceite (determinación de: color, olor, punto de fusión, punto de humeo, índice de refracción, índice de yodo, prueba de frío, entre otros), cálculo del porcentaje de rendimiento y perfil de ácidos grasos por cromatografía de gases.

La realización de la parte experimental de este trabajo fue posible gracias al apoyo del Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología –FONACYT-, otorgado por la Secretaria Nacional de Ciencia y Tecnología –SENACYT- y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología –CONCYT- a través del proyecto FODECYT 011-2010.

Con los resultados obtenidos de la caracterización fisicoquímica y perfil de ácidos grasos se determinó su posible aplicación en la industria, en la fabricación de cosméticos, jabones o como una nueva fuente de aceite comestible, determinándose la presencia de nuevas fuentes de omega 3 y 6 contribuyendo así para la salud de la población guatemalteca.

Por lo mencionado anteriormente la presente investigación ha generado información sobre la composición fisicoquímica del aceite fijo de 5 especies nativas y cultivadas en Guatemala para investigaciones relacionadas con el cultivo y explotación sostenible de algunas especies. Además puede favorecer el uso de materiales de desecho de la industria alimenticia a nivel nacional; así como despertar el interés a nivel internacional en alguna de las especies en estudio.

#### 2. RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue recopilar información teórica y experimental sobre los posibles usos del aceite fijo extraído de las semillas de cinco especies de plantas oleginosas; (*Crescentia cujete* (Morro), *Mammea americana* (Mamey), *Pachira aquatica* (Zapotón), *Cucumis melo* (Melón) y *Acrocomia mexicana* (Coyolio).

La investigación se basó en la evaluación de la presencia de aceites fijos en las especies vegetales mencionadas anteriormente, determinado el porcentaje de rendimiento, la caracterización fisicoquímica y organoléptica prestando atención a los posibles usos potenciales industriales y/o alimenticios que estos pudieran tener.

En la primera parte de la investigación se determinaron las propiedades organolépticas de las semillas de las especies bajo estudio. Se registró el tamaño (largo y ancho), el grosor, porcentaje de humedad, densidad, presencia de materia extraña, enfermedades y microorganismos patógenos. Como también el color de las mismas, para lo cual se determinó por medio de una comparación visual contra un patrón de referencia utilizando un taco de color tipo PANTONE. (Anexo No.1).

Terminando el análisis de las propiedades organolépticas, se dio inicio al proceso de extracción del aceite fijo. Éste se llevó a cabo mediante un proceso de expresión en frío, para lo cual se utilizó una prensa hidráulica marca CARVER, modelo C serie N 24000 536. Con este procedimiento se obtuvo un porcentaje de rendimiento de 53.77% para la especie *Crescentia cujete*; 14.22% para la especie *Cucumis melo* y 2.99% para la especie *Acrocomia mexicana* (Coyolio). (Tabla No.2) De las especies *Mammea americana* (Mamey), y *Pachira aquatica* (Zapotón), no se obtuvo aceite fijo.

Los aceites fijos obtenidos de las especies *Crescentia cujete, Cucumis melo* y *Acrocomia mexicana* fueron sometidos a un análisis organoléptico que abarcó los parámetros siguientes: aspecto, color, olor y absorbancia máxima, por medio de espectrofotometría UV-VIS. En general, se observó que el aspecto de los aceites de las tres especies era el de líquidos traslúcidos y poco viscosos; el olor era característico para cada especie y el color se determinó por medio de un taco PANTONE asignándole el código correspondiente según el color observado en cada aceite.

Luego del análisis organoléptico, los aceites fijos obtenidos fueron caracterizados fisicoquímicamente, determinado propiedades e índices que en su conjunto revelan el grado de calidad y conservación del aceite. Ellos son: punto de fusión, densidad, índice de refracción, índice de acidez, índice de yodo, índice de saponificación, ácidos grasos libres, e índice de peróxido. (Tabla No.3)

La segunda parte de la investigación consistió en la obtención del perfil de ácidos grasos de los aceites fijos obtenidos, por medio de cromatografía de gases, en donde cada muestra fue inyectada por triplicado, para su identificación y cuantificación de cada ácido graso, siendo comparada con un estándar de referencia; para lo cual se contó con el apoyo técnico del Laboratorio Nacional de Salud.

En el perfil de ácidos grasos obtenido para el aceite de la especie *Crescentia cujete* (Morro) se observó en mayor proporción el ácido oleico ( $C_{18:1}$ ); con un 39.81%; seguido del ácido linoleico ( $C_{18:2}$ ) con un 32.24%; y por último el ácido palmítico ( $C_{16:0}$ ) con 6.26%; siendo éstos, los tres ácidos grasos predominantes en dicho aceite, reportando mayor porcentaje de ácidos grasos insaturados; al igual que el aceite de la especie *Cucumis melo* (Melón); en donde también predominaron los ácidos grasos insaturados. El ácido linoleico ( $C_{18:2}$ ), se presentó en mayor proporción reportando un porcentaje de 78.21%; seguido del ácido oleico ( $C_{18:1}$ ) con un 13.61% y por último el ácido palmítico ( $C_{16:0}$ ) con un 3.83%.

La especie *Acrocomia mexicana* (Coyolio); presentó un perfil de ácidos grasos diferente al de los dos aceites anteriores, ya que el ácido láurico ( $C_{12:0}$ ) fue el de mayor proporción con un 26.95%; seguido del ácido oleico ( $C_{18:2}$ ) reportando un 20.30% y por último el ácido mirístico ( $C_{14:0}$ ) con un 7.72%. (Tabla No.4)

En base a los resultados obtenidos de la caracterización fisicoquímica y perfil de ácidos grasos de cada aceite extraído, se procedió con la determinación de sus posibles aplicaciones en la industria cosmética y/o alimenticia.

Los aceites fijos de las especies *Crescentia cujete* (Morro) y *Cucumis Melo* (Melón); presentaron características y propiedades que hacen sugerir su uso alimenticio; tales como su alto porcentaje de ácidos grasos insaturados, índices de yodo relativamente altos (aceites semisecantes), punto de humeo bajo *Crescentia cujete* (Morro), recomendado su uso para condimentar, punto de humeo alto *Cucumis melo* (Melón), lo que lo hace un aceite elegido para freír, siendo una opción dietética por su alto contenido de ácido linoleico.

También se sugiere su uso en cosméticos, principalmente como agentes emolientes, por su alto índice de yodo ya que, cuanto mayor es el grado de instauraciones de un aceite, menor es su viscosidad y mayor su tasa de penetración en la piel reduciendo la perdida de agua de la piel actuando como un buen emoliente. (Jurado, 2009, pp.15)

El aceite obtenido de la especie *Acrocomia mexicana* (Coyolio); pertenece al grupo de aceites "Láuricos" por lo que se sugiere su uso en la elaboración de detergentes, lubricantes, cosméticos y emulsificantes. Esta función de elaboración de jabones también se le atribuye, debido al alto índice de saponificación obtenido en dicho aceite, como también al bajo índice de yodo obtenido. También se le puede atribuir uso alimenticio ya que los aceites láuricos son apropiados para la elaboración de caramelos, mantequilla, chocolate entre otros, por lo que pueden considerarse grasas de repostería.

#### 3. ANTECEDENTES

#### 3.1 MARCO TEÓRICO.

#### 3.1.1 Definiciones

#### 3.1.1.1. Lípidos

Son biomoléculas orgánicas insolubles en agua, que pueden extraerse de las células y de los tejidos por medio de disolventes no polares como cloroformo, éter, benceno .Se componen de ácidos grasos, que son moléculas constituidas por una unión de átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno.

Los lípidos desempeñan diversas funciones biológicas importantes actuando:

- Como componentes estructurales de las membranas
- Trasporte y almacenamiento del combustible catabólico
- Componente de la superficie celular relacionado con el reconocimiento de las células , la especificidad de especie y la inmunidad de los tejidos
- Propiedades nutricionales y biológicas ya que existen vitaminas y hormonas importantes en el desarrollo humano (Lehninger, 2002, pp. 285).

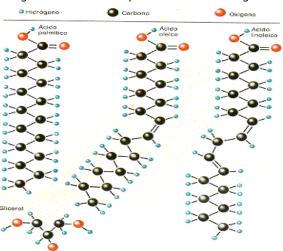


Figura 1.- Estructura química de los ácidos grasos

Fuente: Boletín Oncológico del área sanitaria de Teruel. Lípidos y Grasas

#### 3.1.1.1. 1. Clasificación de los lípidos:

Estos se clasifican en base a sus esqueletos y son:

#### • Lípidos Simples

Lípidos que sólo contienen carbono, hidrógeno y oxígeno.

#### Lípidos complejos

Son los lípidos que además de contener en su molécula carbono, hidrógeno y oxígeno, también contienen otros elementos como nitrógeno, fósforo, azufre u otra biomolécula como un glúcido. A los lípidos complejos también se les llama lípidos de membrana pues son las principales moléculas que forman las membranas celulares, como los Fosfolípidos, Fosfoglicéridos, Fosfoesfingolípidos, Glucolípidos, Cerebrósidos, Gangliósidos (Lehninger, 2002, pp. 285).

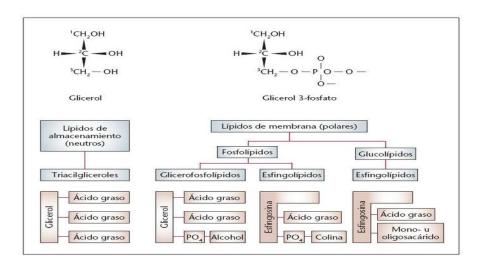


Figura No 2.Principales Clases de lípidos de almacenamiento y de membrana Fuente: Boletín Oncológico del área sanitaria de Teruel. Lípidos y Grasas.

#### 3.1.1.1. 2. Propiedades fisicoquímicas de los lípidos

- Carácter anfipático. Ya que el ácido graso esta formado por un grupo carboxilo y una cadena hidrocarbonada, esta última es la que posee la característica hidrófoba; por lo cual es responsable de su insolubilidad en agua.
- Punto de fusión: Depende de la longitud de la cadena y de su número de instauraciones, siendo los ácidos grasos insaturados los que requieren menor energía para fundirse.

- Esterificación. Los ácidos grasos pueden formar ésteres con grupos alcohol de otras moléculas.
- **Saponificación**. Por hidrólisis alcalina los ésteres formados anteriormente dan lugar a jabones (sal del ácido graso).
- Autooxidación. Los ácidos grasos insaturados pueden oxidarse espontáneamente, dando como resultado aldehídos donde existían los dobles enlaces covalentes. (Lehninger, 2002, pp. 286)

#### 3.1.1.1. 3. Funciones biológicas de los lípidos

- Función de reserva energética. Los triglicéridos son la principal reserva de energía de los animales ya que un gramo de grasa produce 9,4 kilocalorías en las reacciones metabólicas de oxidación, mientras que las proteínas y los glúcidos sólo producen 4,1 kilocalorías por gramo.
- Función estructural. Los fosfolípidos, los glucolípidos y el colesterol forman las bicapas lipídicas de las membranas celulares. Los triglicéridos del tejido adiposo recubren y proporcionan consistencia a los órganos y protegen mecánicamente estructuras o son aislantes térmicos.
- Función reguladora, hormonal o de comunicación celular. Las vitaminas liposolubles son de naturaleza lipídica (terpenos, esteroides); las hormonas esteroides regulan el metabolismo y las funciones de reproducción; los glucolípidos actúan como receptores de membrana; los eicosanoides poseen un papel destacado en la comunicación celular, inflamación, respuesta inmune, etc.
- Función transportadora. El transporte de lípidos desde el intestino hasta su lugar de destino se realiza mediante su emulsión gracias a los ácidos biliares y a las lipoproteínas
- Función Biocatalizadora. En este papel los lípidos favorecen o facilitan las reacciones químicas que se producen en los seres vivos. Cumplen esta función las vitaminas lipídicas, las hormonas esteroideas y las prostaglandinas. (Lehninger, 2002, pp. 302)

#### 3.1.1.2. Ácidos grasos

Están formados por una cadena alifática con un número, en general par, de átomos de carbono (de 4 a 22) y un radical COOH, que les permite unirse a otros grupos. Según la longitud de su cadena pueden ser de cadena corta (4 a 6 átomos de carbono), de cadena media (de 8 a 10) o de cadena larga (de 12 o más). Esta longitud de cadena condiciona su punto de fusión.

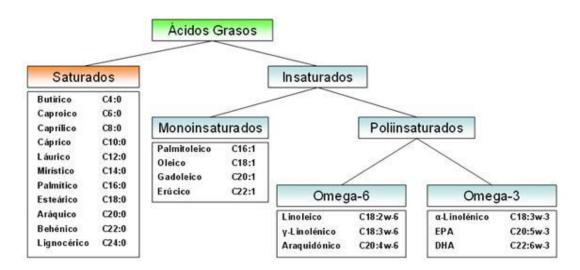


Figura No 3. Clasificación de los ácidos grasos Fuente: Boletín Oncológico del área sanitaria de Teruel. Mecanismo, función y obtención de ácidos grasos omega-3

#### 3.1.1.3. Ácidos grasos saturados

Químicamente, todos los átomos de carbono (menos el átomo terminal) están unidos a dos átomos de hidrógeno, es decir, que están "saturados" de hidrógeno. Este tipo de grasas provienen del reino animal - excepto el aceite de coco y el de cacao- y son sólidas a temperatura ambiente. Su consumo está relacionado con un aumento del colesterol sanguíneo y con la aparición de enfermedades cardiovasculares. (Lehninger, 2002, pp. 286-290)

#### 3.1.1.4 Ácidos grasos insaturados

Dentro de esta clasificación entran los ácidos monoinsaturados y los poliinsaturados. Estos provienen en general del reino vegetal (a

excepción del pescado que es muy rico en poliinsaturados) son líquidos a la temperatura ambiente y su consumo está asociada con mayores niveles de colesterol bueno. (Lehninger, 2002, pp. 286-290)

#### 3.1.1.5. Ácidos monoinsaturados

En estos ácidos los 2 átomos de carbono situados de forma consecutiva están unidos a un solo átomo de hidrógeno. Con lo cual al ser "insaturados" son capaces de fijar más hidrógeno. Según los nutricionistas, el consumo de grasas monoinsaturadas debe representar entre el 13 y el 23 % de las grasas ingeridas. El mejor representante de esta familia es el ácido oleico, presente principalmente en el aceite de oliva (54 a 80%). Esto lo convierte en el aceite más adecuado para las frituras por dos motivos fundamentales: 1. Es el más resistente a la descomposición química que provocan altas temperaturas.

2. Es menos absorbido por la superficie de los alimentos que se fríen en él, lo que aumenta la digestibilidad de éstos y disminuye su valor calórico final. (Lehninger, 2002, pp. 286-290)

#### 3.1.1.6. Ácidos poliinsaturados

Este ácido posee dos o más pares de átomos de carbono "insaturados" y cuenta con el beneficio de disminuir el colesterol total y la concentración de LDL (colesterol malo). Pero estas grasas tienen el inconveniente de que se oxidan con facilidad, interviniendo en procesos de formación de radicales libres que son nocivos para la salud. Aunque el organismo puede inactivar tales procesos por medio de sustancias antioxidantes, no es prudente abusar de las grasas poliinsaturadas. Por esta razón, se recomienda que su consumo sea de 3 a 7% del total de la grasa, sin sobrepasar nunca el 10%. El ácido graso poliinsaturado más frecuente es el ácido linoleico presente en altas proporciones en el aceite de girasol y en el de uva. (Lehninger, 2002, pp. 286-290)

#### 3.1.1.7. Aceite fijo

Aceite de origen vegetal que a diferencia de los aceites esenciales son grasos, densos y no volátiles.

#### 3.1.1.7.1. Método de extracción de aceites fijos

Para obtener el material graso de los vegetales existe básicamente dos métodos:

#### Expresión en frío

También se le conoce como "expresión". El material vegetal es sometido a presión, bien sea en prensas discontinuas (tipo batch) ó en forma continua. Dentro de éstos se tienen los equipos: Tornillo sin fin de alta ó de baja presión, extractor expeller, extractor centrífugo, extractor decanter y rodillos de prensa.

En frío los rendimientos son menores, pero las farmacopeas por lo general indican que los aceites obtenidos son de mejor calidad. En la segunda variante se somete previamente los granos de oleaginosas a un tratamiento térmico (90 -100°C), lo que hace romper las estructuras celulares; ello permite facilitar la salida y recuperación del aceite (Métodos de Extracción, 2008).

Los aceites obtenidos por prensado y/o raspado, se les comercializa como "expresión en frío" y cumplen las funciones de odorizantes ( smell oils) y saborizantes ( taste oils).

#### Por solubilidad en solventes no polares

Este sistema se caracteriza por su gran rendimiento, poco empleo de mano de obra y fuerza motriz. Permitiendo la recuperación del solvente no polar utilizado. Para el eficaz cumplimiento de los fenómenos de ósmosis, difusión y extracción, la materia prima debe recibir una adecuada preparación. Esta consiste en el laminado de la misma, donde

el material, sin sufrir extracción ni molienda, toma forma de láminas delgadas que favorecen la difusión. (Luna, 2007, p. 15)

La semilla laminada circula por una cinta transportadora, donde queda sometida a un rociado intenso del disolvente. La solución obtenida de aceite solvente, denominada "micela", es enviada a destilación para separar el aceite del solvente. A su vez la materia prima agotada se seca y tuesta para recuperar el resto del solvente. (Luna, 2007, p. 15)

"El solvente no polar más comúnmente usado es hexano (constante dieléctrica 1.9), siendo su residualidad la menos tóxica para la salud y el que produce aceites más puros. El subproducto de esta extracción es la harina, con no más de 1-2 % de aceite." (Ramírez, 2008, p.79)

#### 3. 1.1. 7.2. Purificación y refinación

Cualquiera que sea el método empleado para extraer el aceite, este deber ser purificado de substancias acompañantes como: ácidos grasos libres, proteínas, resinas, ceras, gomas y mucílagos, H<sub>2</sub>O, pigmentos, esteroles, productos olorosos. Para ello se trata con H<sub>2</sub>O a 100°C, centrifuga. Esto permite eliminar fosfolípidos (lecitinas), proteínas, gomas y otros productos que en el aceite están como dispersión coloidal (los coloides forman geles densos). Luego viene una neutralización (mediante soda diluida o cal) de los ácidos grasos libres; a continuación viene una decoloración (con C activado u otros productos) y finalmente desodorización (aldehídos y cetonas comunican mal olor y sabor) por inyección de vapor de agua a alta temperatura (180°C) al aceite. Algunos aceites se someten a la winterización (bajas temperaturas) para precipitar algunos constituyentes no deseados. (Métodos de Extracción, 2008)

#### 3. 1.1.7.3. Control de calidad y pureza

La calidad de los aceites fijos es de gran importancia para justificar el cultivo de la especie que lo provee en forma rentable. Existen una gran serie de propiedades e índices que en su conjunto revelan el grado de calidad y conservación del aceite. Ellos son: punto de fusión, solidificación, densidad, índice de refracción, índice de acidez, índice de yodo, viscosidad, saponificación, materia insaponificable e índice de peroxido. Además, las técnicas cromatográficas son de gran utilidad para investigar algunas impurezas o falsificaciones (Norma COGUANOR NGO 34 072 h, 1982)

El grado de instauración que presenten los ácidos que constituyen los glicéridos de un aceite, es decir la cantidad de dobles enlaces, determinará el grado de secantabilidad o poder secante de un aceite.

Los que poseen mayor cantidad de dobles enlaces al ser expuestos al aire se oxidan (absorben O2) espesándose y endureciéndose rápidamente. Los que poseen esta propiedad se denominan secantes y generalmente son de uso industrial. El mas representativo es el aceite de lino, luego le sigue el tung. Uno de los usos del aceite del lino es en la industria de las pinturas. Los aceites que bajo la acción del oxigeno del aire se oxidan, es decir que se espesan y endurecen mas lentamente y no por completo, se llaman semisecantes. Aquí se encuentra la mayoría de los aceites comestibles. Por ejemplo soja, girasol, algodón, etc. (Ramírez, 2008). El color, olor y sabor de cada producto deberán ser característicos del producto designado, que deberá estar exento de olores y sabores extraños o rancios. (CODEX 1999). (ANEXOS Tabla 1-4)

"Los aceites con un índice de yodo de aprox. 105 contiene glicéridos de puntos de fusión lo suficientemente altos como para depositarse en forma de cristales sólidos cuando se mantienen a temperaturas moderadamente bajas. Esto perjudica las propiedades del aceite. El aceite de mesa debe mantenerse claro y brillante sin enturbiarse o solidificarse a temperaturas de refrigeración". (Ramírez, 2008, p.41)

No secantes	Semi - secantes	Secantes
Oliva: 84-86	Colza: 102-108	Lino: 165-200
Maní: 92-106	Algodón: 104-117	Tung: 165-200
	Maíz: 107-120	
	Girasol: 124 -134	
	Soja: 125-135	

Tabla No. 1 Clasificación de los aceites, según el índice de Yodo.

Fuente: Evaluación del rendimiento de extracción y caracterización del aceite fijo de café tostado.

### 3.1.1.8 Fundamentos teóricos de las técnicas a utilizar para determinar las características fisicoguímicas.

#### Caracteres organolépticas

Son las cualidades de las sustancias grasas perceptibles directamente por los sentidos. Por lo tanto, su determinación es fundamentalmente subjetiva; no permitiendo establecer, en general, métodos concretos y definidos.

Se considerará de aspecto correcto cuando sometida la muestra de aceite, durante 24 horas, a una temperatura de 20°C +2°C se observe homogénea, limpia, transparente. El olor y sabor serán los normales según el tipo de aceite, y con los aromas propios y característicos, sin que se advierta en ningún caso síntomas organolépticos de rancidez (Determinación de

Grasas y Aceites, 2008-2009).

#### Viscosidad

La viscosidad de un fluido puede medirse por un parámetro dependiente de la temperatura llamado coeficiente de viscosidad o simplemente viscosidad. El coeficiente de viscosidad dinámico, es designado como  $\eta$  o  $\mu$ .  $^{(Chang, 2002, p. 865)}$ 

Para medir la viscosidad se utiliza el método de Brookfield; los viscosímetros Brookfield utilizan el conocido principio de la viscosimetria rotacional; miden la viscosidad captando el par de torsión necesario para hacer girar a velocidad constante un husillo inmerso en la muestra de fluido. El par de torsión es proporcional a la resistencia viscosa sobre el eje sumergido, y en consecuencia, a la viscosidad del fluido.

Características que debe poseer las muestras a analizar: propiedades tixotrópicas de alta viscosidad con propiedades reológicas dependientes del tiempo.

Características de los Viscosímetros de Brookfield:

Son de fácil manejo e instalación, sin necesidad de un alto grado de conocimientos operativos.

De gran versatilidad, cuentan con una amplia gama de viscosidades.

La precisión del método varia conforme la velocidad del viscosímetro y con el grado de viscosidad de la muestra.

#### Índice de saponificación

El índice de saponificación se define como el peso en miligramos de Hidróxido de Potasio necesario para saponificar 1 gramo de grasa.

Si la grasa es aceptablemente pura, el método constituye un sistema de calcificación de los aceites y grasas, puesto que el índice de saponificación está inversamente relacionado con la longitud de los ácidos

grasos constituyentes de los glicéridos de la grasa. El método es aplicable para aceites y grasas con un contenido de ceras no superior al 5 % (Norma COGUANOR NGO 34).

El equivalente de saponificación (ES), es el número de gramos de aceite saponificados por 56.1gramos (es decir 1 equivalente) de hidróxido de potasio.

Como la mayoría de los aceites están conformados principalmente por triglicéridos, el "ES" es un estimado del peso molecular promedio de los ácidos constituyentes, por lo que el peso molecular promedio de los triglicéridos de un aceite es aproximadamente igual a 3 x ES.

#### • Índice de yodo

El Índice de Yodo define el grado de instauración de un compuesto orgánico que contiene enlaces diénicos o triénicos. Representa la cantidad de yodo que absorbe dicho compuesto del halógeno I (Yodo), en presencia de catalizador. Se expresa en gramos de yodo por 100 g de muestra y depende del grado de instauración (el yodo se fija en los enlaces insaturados de las cadenas de glicéridos).

Se determina añadiéndole a la muestra un exceso de reactivo halogenado y valorando el reactivo excedente. (Firestone, D. & Yurawecz, 2005) ;es decir se adiciona un exceso de halógeno a la muestra, se lleva a cabo la reducción del ICL sobrante con KI y por último una valoración del yodo liberado con solución de tiosulfato de sodio de concentración conocida empleando almidón como indicador.

El Índice de Yodo es una propiedad química que esta relacionada con la instauración, con el Índice de Refracción y con la densidad: (a mayor Índice de yodo, mayor Índice de refracción y mayor densidad). Expresa concentraciones de ácidos grasos insaturados junto con el grado de instauración, en un solo número, por lo que es un parámetro de calidad muy sencillo y útil (Determinación de Grasas y Aceites, 2008-2009).

Los aceites comestibles contienen buena cantidad de ácidos grasos insaturados, dando IY relativamente altos. Existe relación entre el grado de instauración y el grado de enranciamiento, puesto que los glicéridos de ácidos grasos con 2 o 3 dobles enlaces son más sensibles a la oxidación. Los aceites de pescado, sardina, bacalao, tienen IY muy elevados (pasan de 120), los aceites de oliva, almendras tienen IY inferiores a 100, los aceites de algodón, maíz tienen IY intermedios y las grasa vegetales generalmente tienen IY entre 30-60. Las grasa animales tienen IY inferiores a 90 y generalmente las grasas viejas y enranciadas tienen Índices de yodo inferiores a los de las grasas frescas (Determinación de Grasas y Aceites, 2008-2009).

#### Densidad

La densidad de una sustancia, simbolizada habitualmente por la letra griega  $\rho$ , es una magnitud referida a la cantidad de masa contenida en un determinado volumen.

La densidad relativa de una sustancia es la relación existente entre su densidad y la de otra sustancia de  $\rho_r = \frac{\rho}{\rho_0} \quad \text{referencia;} \quad \text{en consecuencia, es una} \\ \quad \text{magnitud adimensional (sin unidades),} \\ \text{para calcularla se utiliza la formula:}$ 

#### En donde:

pr: es la densidad relativa,

ρ: es la densidad absoluta y

ρ0 : es la densidad de referencia.

Para los líquidos y los sólidos, la densidad de referencia habitual es la del agua líquida a la presión de 1 atm y la temperatura de 4 °C. En esas condiciones, la densidad absoluta del agua destilada es de 1000 kg/m3, es decir, 1 kg/L.

La densidad puede ser de consecuencias marginales para el fabricante, sin embargo, para el transportista es de enorme importancia por los cálculos de peso y por lo tanto valor de su mercancía. La conversión de volumen a peso es directamente dependiente de la densidad del aceite y de la temperatura a la que se mide ésta.

La densidad relativa no tiene unidades, pero la densidad aparente está dada en miligramos por mililitro aunque en general se expresa en kilogramos por litro en los contratos comerciales. La densidad también se puede expresar como "densidad verdadera", que es la masa por unidad de volumen a una determinada temperatura, dada la gravedad

especifica, definida como la razón de cierto peso de aceite al mismo volumen de agua.

#### • Prueba de frío

La prueba de frío tiene como objetivo determinar la eficiencia de hibernación, mantiniendo el aceite o grasa que se va analizar a 0°C, midiendo el tiempo que permanece transparente. Los triaglicéridos de alto punto de fusión ( esterinas) enturbian a la grasa a bajas temperaturas.

El aceite debe permanecer transparente durante cinco horas y media, así se considerara que es de buena calidad <sup>(Kirk, 1998, p 756).</sup>

Este método mide la resistencia de la muestra a la cristalización mediante la aplicación de bajas temperaturas. Es aplicable a todos los aceites vegetales y animales refinados y secos.

#### • Punto de humeo

Es la temperatura a la cual se producen compuestos de descomposición, visibles y depende de ácidos grasos libres y monoacilglicéridos de la grasa.

#### • Punto de fusión

El punto de fusión es la temperatura a la cual la materia pasa de estado sólido a estado líquido. El punto de fusión es relativamente insensible a la presión y, por tanto, pueden ser utilizados para caracterizar compuestos orgánicos y para comprobar la pureza. (Kirk, 2008 p. 756)

Debido a que el punto de fusión se altera sensiblemente por la presencia de impurezas esta constante constituye un buen criterio de pureza. Un sólido puro funde en un intervalo muy pequeño de temperatura y un límite superior muy próximo al

verdadero punto de fusión. Un sólido bastante impuro presenta generalmente un intervalo de fusión bastante más amplio y una temperatura límite superior considerablemente inferior (intervalo de 10° a 20°) a la del punto de fusión verdadero (Kirk, 1998).

El punto de fusión tiene que ver con la plasticidad y depende de las formas cristalinas (polimorfismo). Los puntos de fusión de los ácidos grasos, aumentan con la longitud de la cadena, y disminuyen con un aumento de la instauración.

Para determinar el punto de fusión de una materia grasa, se usa un tubo capilar cerrado en uno de sus extremos y un termómetro graduado en unidades de 0,2°C. Las grasas y aceites naturales, como mezclas de glicéridos y otras sustancias no tienen punto de fusión neto y definido. No presentan punto crítico de sólido a líquido; este paso lo realizan gradualmente a través de estados pastosos hasta el completamente líquido.

#### Índice de peróxidos

La causa mas común de deterioro de un aceite es la rancidez, causada por la oxidación. Generalmente se acepta que el primer producto formado por la oxidación de un aceite es hidroperóxido, por lo que el método más usado para evaluar el grado de oxidación es determinar es determinar el valor peróxido, el cual se reporta en unidades mili-equivalentes de oxigeno por kilogramo de aceite.

El valor peróxido es un buen indicador de la calidad del aceite, un aceite fresco debe tener valores menores a 1, algunos aceites almacenados por algún tiempo después de refinación pueden llegar hasta valores de 10 antes de presentar problemas de sabor, pero si se presentan problemas de olor por las cetonas y aldehídos en los que se descomponen. (Kirk, 2008 p. 756)

#### • Índice de refracción

Se denomina índice de refracción, al cociente entre la velocidad de la luz c en el vacío y la velocidad v de la luz en un medio material transparente. El índice de refracción es una medida que determina la reducción de la velocidad de la luz al propagarse por un medio homogéneo. De forma más precisa, el índice de refracción es el cambio de la fase por unidad de longitud, esto es, el número de onda en el medio (k) será n veces más grande que el número de onda en el vacío  $(k_0)$ . (Kirk, 2008 p. 756)

El índice de refracción (n) está definido como el cociente de la velocidad (c) de un fenómeno

$$n = \frac{c}{v_{\rm p}}.$$

ondulatorio como luz o sonido en el de un medio de referencia respecto a la velocidad de fase  $(\mathbf{v}_p)$  en dicho medio:

En general los Índices de refracción de las sustancias grasas oscilan entre 1.4600 y 1.5000 a más o menos 15 o 20 grados centígrados. Como es una constante es importante tanto para identificar como para el análisis cuantitativo. Además está relacionado con el peso molecular y la instauración. Se ve afectado por la temperatura y los ácidos grasos libres (al aumentar ambos disminuye el índice de refracción.

Para los aceites la determinación se hace a 25 grados centígrados, para las grasas parcialmente hidrogenadas a 40, para grasas hidrogenadas a 60 y para ceras a 80. Se pueden hacer las determinaciones a otras temperaturas pero se deben hacer las correcciones. Para hacer esta medición se emplea el refractómetro con escalas de 1.3 a 1.7. Si el equipo permite calibrar la temperatura se debe hacer antes de empezar el análisis (Determinación de Grasas y Aceites, 2007-2008).

Es un índice rápidamente determinable y es muy útil para seguir un proceso de hidrogenación, también es de utilidad para determinar el Índice de Yodo.

#### • pH:

La palabra "pH" es la abreviatura de "pondus Hydrogenium", esto significa literalmente el peso de hidrógeno. El **pH** (potencial de hidrógeno) es una medida de la acidez o alcalinidad de una solución. El pH indica la concentración de iones hidronio  $[H_3O^{\dagger}]$  de una sustancia. (Chang, 2002, p. 404)

No posee unidades o dimensionales, únicamente se expresa por un numero.

Este término fue acuñado por el químico danés Sørensen, quien lo definió como el logaritmo negativo de base 10 de la actividad de los iones hidrógeno. Esto es:

$$pH = -\log_{10} [a_{H_3O^+}]$$

Desde entonces, el término "pH" se ha utilizado universalmente por lo práctico que resulta para evitar el manejo de cifras largas y complejas. En disoluciones diluidas, en lugar de utilizar la actividad del ión hidrógeno, se le puede aproximar empleando la

concentración molar del ión hidrógeno. Cuando una solución es neutra, el número de protones iguala al número de iones hidroxilo; cuando el número de iones hidroxilo es mayor, la solución es básica y cuando el número de protones es mayor la solución es acida (Kirk, 1998).

La escala abarca de 0 a 14; correspondiendo la neutralidad a un pH 7, el pH inferior a 7 indica acidez y el superior a 7 alcalinidad. La autentica concentración de hidrogeniones aumenta o disminuye diez veces por cada unidad de pH.

#### • Índice de Acidez

Es la presencia natural de la acidez libre en las grasas, es decir la suma de los ácidos grasos no combinados, resultado de la hidrólisis o descomposición lipolítica de algunos triglicéridos. (Hidrólisis enzimático, tratamiento químico, o acción bacteriana.)

Se define como el número de mg de KOH ó NaOH necesarios para neutralizar los ácidos grasos libres de 1 gramos de aceite o grasa. Se fundamenta en el hecho de que el extremo carboxílico de los lípidos es neutralizado por los hidroxilos de un álcali, pudiendo determinarse cuantitativamente esta reacción por medio de una valoración ácido-base (Determinación de Grasas y Aceites, 2007-2008).

La acidez de las sustancias grasas es muy variable. Generalmente las grasas frescas o recién preparadas no contienen ácidos grasos libres o si los contienen los tienen en muy pequeñas cantidades, al envejecer, especialmente sino han estado protegidos de la acción del aire y la luz su acidez crece lentamente al principio y con cierta rapidez después. Tiene importancia tanto para aceites comestibles como para los lubricantes,

porque ni unos ni otros pueden contener ácidos grasos libres más allá de un límite dado, ya que se considera como impureza en las grasas.

La acidez puede expresarse en varias formas. Cuando se expresa como porcentaje, los cálculos se hacen generalmente bajo el supuesto de que el PM del ácido libre es igual al del oleico. Sin embargo no toda la acidez resultante de la hidrólisis es oleína, ni tampoco el PM medio de los ácidos grasos libres es equivalente al ácido oleico. Puede expresarse el % de acidez en el ácido graso que predomine en el aceite.

En la determinación no se emplea agua debido a la insolubilidad en agua de las grasas. Se emplea como disolvente el alcohol etílico, debe hacerse una buena agitación para garantizar la solubilización de todos los ácidos grasos libres y una buena distribución del indicador antes de realizar la valoración. El cambio de color se observa en la fase alcohólica, cuando el color del aceite es muy oscuro, el cambio de color del indicador no es observable, se debe reducir la muestra, si esto no da resultado el único recurso para cuantificar la acidez es una valoración electrométrica (Ramírez, 2008). Con respecto al tamaño de muestra el método define cantidades de 50 gramos si se espera una acidez menor del 0.2% y de 25 gramos si la acidez esperada está en un rango entre 0.2 – 1 %.

#### • Índice de Rancidez:

Los triglicéridos son sustancias neutras, los grupos ácidos (carboxilos) de los ácidos grasos están neutralizados en el enlace éster. La acidez de las grasas y aceites es consecuencia de su degradación por hidrólisis que originan grupos carboxilos libres en los ácidos grasos liberados. Este proceso constituye un factor de rancidez, ya que los ácidos grasos liberados producen un olor característico. La degradación de las grasas puede originarse por:

A.- Hidrólisis Enzimática: donde actúan las enzimas lipolíticas (lipasas)

B.- Oxidación por oxigeno Atmosférico.

Ambas reacciones son afectadas por el calor, presión, luz, entre otros. (Kirk, 2008)

#### Materia no saponificable

El contenido de materia insaponificable es una propiedad igual a la cantidad total de sustancias disueltas en el aceite que, después de la saponificación, no son solubles en soluciones acuosas pero si en solventes orgánicos usados en la determinación. Es decir, el contenido de materia insaponificable es la medida de la proporción de material orgánico disuelto por los glicéridos y ácidos grasos que en general en si conforman el 95% de casi todos los aceites. Los materiales orgánicos pueden ser impurezas como aceite mineral o de origen natural como: Esteroles, representan la mayor parte del material insaponificable, químicamente son inertes y no confieren propiedades al aceite. Su contenido en el aceite se reduce por el tratamiento con vapor de agua a altas temperaturas. También se encuentran tocoferoles o pigmentos. (Ramírez, 2008).

#### Contenido de Humedad

La humedad y otras materias volátiles son si duda las impurezas menores más comunes. Existen varios métodos para determinar la humedad y la mayoría lo hacen por evaporación de la misma, por ello se

incluyen las otras materias volátiles, aunque también hay métodos como Karl Fisher en el que químicamente se mide la cantidad de agua en la muestra.

Los aceites refinados suelen tener niveles de humedad menores de 0.1%; los aceites crudos tienen niveles entre 0.1-0.3%, mientras que los aceites ácidos, por ser de naturaleza mas polar, pueden tener mayores niveles de humedad.

#### Cromatografía de Gases

La cromatografía de gases es la técnica a elegir para la separación de compuestos orgánicos e inorgánicos térmicamente estables y volátiles. La cromatografía de gases es uno de los métodos físicos de separación más eficaces que se conocen; cada componente de una muestra suministra tres unidades de información: posición, altura y anchura de los picos en el cromatograma. La posición, un solo parámetro expresado cuantitativamente expresado como dato de retención, suministra la información cualitativa y los otros proporcionan la información cuantitativa.

#### 3. 1.1.7.4. Usos de los aceites fijos

Los triglicéridos naturales o hidrogenados son punto de partida para la elaboración de numerosos productos en la tecnología farmacéutica y cosmética: vehículo para soluciones oleosas o excipientes de supositorios, bases para cremas y ungüentos, emulsiones, piel en aceites para baño. El poder de penetración en la piel no es igual para todos los aceites, así por ejemplo para el de almendras es bueno, ricino muy bueno y oliva escaso.

Algunos aceites poseen propiedades fisiológicas específicas por sus constituyentes poco usuales, como por ejemplo el de ricino tiene acción purgante, el de chaulmoogra presenta actividad sobre la lepra, etc. También la parte insaponificable de los aceites, es decir constituyentes no glicéridos, tienen utilidad entre estos se encuentran: caroteno, tocoferoles. El más rico en este último.

Hay que tomar en cuenta que existen plantas cuyo aceite no tiene un único uso, por lo cual hay que considerar esta división en forma tentativa: Industriales, como fluido térmico en la industria alimentaría, y fines diversos.

## • Industriales

Dentro de este grupo, el principal representante tanto a nivel mundial como nacional (Guatemala), es el aceite de lino. Estos aceites por su poder secante poseen valor industrial por ser aptos para producir capas protectoras, debido a la posibilidad de secarse después de su aplicación como películas bien adheridas y resistentes. (Luna, 2007, p. 10)

El aceite de lino se emplea preferentemente en la elaboración de pinturas y tintas de imprenta, impermeabilización de telas, fabricación de hule, etc. El aceite de tung se emplea en tinturas especiales y lacas.

Hay que destacar la competencia surgida en las últimas décadas de estos aceites vegetales con los de origen sintético. El aceite de ricino deshidratado se usa para producir películas más blandas y elásticas que en el caso de los aceites de lino y tung. También se destina a la fabricación de lubricantes, en este caso interesa el bajo poder secante.

## • Como fluido térmico en la industria alimentaria

Los aceites vegetales tienen una importancia cada vez mayor en la alimentación, juegan un papel importante en la fijación del calcio, caroteno, tiamina, lactosa y con sus vitaminas A, D, y K, contribuyendo a proveer parcialmente a las necesidades de la alimentación humana. Entre las especies que proporcionan aceite comestible podemos citar: aceite de girasol, soja, maní, colza, algodón, cártamo, etc. Es importante considerar la calidad de los aceites comestibles. Esta se mide por distintos parámetros:

Grado de estabilidad: es la capacidad de mantener el sabor en el transcurso del tiempo, como también la resistencia a experimentar cambios frente a variaciones de temperaturas, altas o bajas.

*Características organolépticas*: sabor, olor color, entre otras; inciden en la calidad de los aceites, pero las preferencias están asociadas a factores subjetivos del consumidor. (Luna, 2007, p. 11)

#### Nivel nutricional

"Los distintos ácidos grasos que componen el aceite le otorgan características diferenciales, existiendo una relación directa entre dicha composición y el comportamiento en cuanto a la salud humana, especialmente en los problemas cardiovasculares y tasa de colesterol. Los aceites más indicados son los que contienen un alto porcentaje de ácidos grasos insaturados, particularmente el linoléico. A su vez la relación de ácidos poliinsaturados/grasas saturadas debe ser alta. Contrariamente, el ácido linolénico (tres enlaces dobles) según algunas investigaciones resulta

pernicioso para la salud. El aceite de lino posee un 60 % ácido linolénico." (Luna, 2007, p. 12)

#### Otros Usos

Se utilizan aceites por ejemplo: de coco, jojoba, palma, etc. Se utilizan en preparación de cosméticos, jabones, detergentes, etc. En este caso, existe un alto grado de sustitución con las grasa de origen animal.

## 3. 1.1.9. Aceites vegetales comestibles

Son productos alimenticios constituidos principalmente por glicéridos de ácidos grasos obtenidos únicamente de fuentes vegetales. Podrán contener pequeñas cantidades de otros lípidos, tales como fosfátidos, de constituyentes insaponificables y de ácidos grasos libres naturalmente presentes en la grasa o el aceite. (CODEX, 1999)

## 3. 1.1.10. Aceites vírgenes

Se obtienen, sin modificar el aceite, por procedimientos mecánicos y por aplicación únicamente de calor. Podrán haber sido purificados por lavado, sedimentación, filtración y centrifugación únicamente. (CODEX, 1999)

## 3. 1.1.11. Aceites prensados en frío

Se obtienen por procedimientos mecánicos únicamente, sin la aplicación de calor. Podrán haber sido purificados por lavado, sedimentación, filtración y centrifugación. (CODEX, 1999)

## 3.1.2. Diferencias entre los tipos de aceites

Aunque todo los aceites son materias grasas de origen vegetal, no todos son iguales ni en su composición ni en su obtención, se puede decir que básicamente existen dos formas de obtener aceite: 1. por procedimientos

mecánicos en los que se utilizan grandes presiones y eventualmente, un aumento de la temperatura, 2. por procedimientos químicos de extracción con solventes y su posterior refinado, por ejemplo:

- Aceites vírgenes: Esta mención sólo sirve para el aceite de oliva porque es el único producto de esta familia presente en el mercado, que no ha sufrido el proceso químico del refinado. Puede considerarse que es directamente el jugo de las aceitunas, obtenido por medios mecánicos. El sabor del aceite de oliva virgen es muy característico porque a más pureza, mayor es su acidez.
- Aceites mixtos: Cuando un aceite es producto de la mezcla de oliva virgen y de aceite de oliva refinado, recibe la denominación de "aceite de oliva". En el resto de los aceites mezcla debe figurar la denominación de "aceite mezcla de..." incluyéndose la lista completa de los aceites que integran el producto en orden descendente de calidad. Estos aceites por lo general son ricos en ácidos poliinsaturados que pueden servir para la cocción debido a su escasa degradación por acción del calor.
- Aceites de girasol, maíz y soja: Estos aceites son grasas poliinsaturadas que están destinadas preferentemente al consumo crudo por su menor resistencia al calor. Con frecuencia son vendidos como "aceites dietéticos", clasificación que no es verdadera porque contiene la misma cantidad de calorías que cualquier aceite. No obstante es importante recordar que ningún aceite vegetal contiene colesterol, a menos que se lo caliente. En este procedimiento, cambia la composición química de los ácidos grasos del aceite, saturándose. Esta condición puede ser la base para que el organismo genere colesterol de forma similar a los alimentos de origen animal. Por esta razón, se recomienda que estos aceites sean utilizados só1o en forma cruda para condimentar y no para cocinar.
- Aceite refinado: esta característica indica que el aceite fue elaborado con métodos químicos. Según las normas de etiquetado, todos los aceites de semillas deben decir "aceite

refinado de.". El resto de las menciones como "extra fino o puro", no tienen significación definida ni aportan ningún dato de calidad superior.

## 3.1.3. Importancia de los aceites

La utilidad de los lípidos es muy variada, va desde su interés en la alimentación, campo médico-farmacéutico y cosmético, a industrias diversas como las de barnices y pinturas, materias plásticas, lubricantes, etc.

## Importancia de los aceites en el consumo humano

La ingestión moderada de aceites es fuente de ácidos grasos esenciales para el organismo. Dichos ácidos participan en un sinnúmero de reacciones bioquímicas a nivel celular y en otros mecanismos, tales como la formación de tejido conjuntivo, producción hormonal, promoción de vitaminas y la gestación y manutención lipidia de las células.

Algunas reacciones bioquímicas conducen al desdoblamiento y transformación de la energía química de los aceites en energía calórica elevada y al revés, en la formación del panículo graso de la piel y al almacenamiento corporal como reserva de energía.

Es un hecho conocido que un individuo con carencia de carbohidratos echará a mano de su reserva lipídica o grasa en busca de energía para mantener el metabolismo, y por último, en caso de que también haya una carencia prolongada de lípidos, consumirá sus proteínas (es decir, su tejido muscular) antes de fallecer.

La manutención de los huesos es ayudada por la vitamina D o ergocalciferol, que captura el ión calcio y lo fija al hueso en la osteogénesis. La carencia de esta sustancia conduce al raquitismo.

La carencia de estos aceites esenciales conduce a malformaciones y puede atrofiar el sistema nervioso y el endocrino, lo que generará desequilibrios a nivel celular. La incapacidad del organismo humano para realizar síntesis a partir de los ácidos grasos esenciales conduce al raquitismo y a la muerte.

Los mejores aceites para el consumo humano son los de pescado y de maravilla, debido a que contienen los llamados ácidos grasos esenciales omega en mayor porcentaje que los restantes aceites vegetales.

Existen aceites naturales que son considerados dañinos, como es el caso del aceite de colza o raps o canola, producido del *Brassica napus*, que contiene el dañino ácido C 22:1 erúcico, causante de malformaciones infantiles y atrofia del crecimiento. Este aceite fue ampliamente cultivado en Chile y su producción se fue restringiendo una vez que los estudios bioquímicos demostraron su grado de toxicidad, a tal punto que muchas compañías productoras de aceites lo fueron retirando gradual y silenciosamente de la formulación de sus productos finales. Hoy en día, gracias a estudios de hibridación, se han obtenido variedades de semillas de colza con contenidos inferiores al 0,2% de ácido erúcico.

Los ácidos linoleico y g -linolenico son indispensables para los mamíferos; se les denomina también "esenciales", dado que estos no son sintetizados por ellos y deben ser suministrados a través de la dieta diaria. También se considera esencial al ácido araquidónico, pero este puede ser sintetizado a partir del ácido linoleico. Los ácidos grasos poliinsaturados participan en la síntesis de prostaglandinas y tromboxanos; desempeñan un rol en la movilización del colesterol y ayudan en la profilaxis de la aterosclerosis.

## 3.1.4. Biocombustibles

Los biocombustibles líquidos, se denominan también biocarburantes, son productos que se están usando como sustitutivos de la gasolina para vehículos, los cuales son obtenidos a partir de materias primas de origen agrícola.

Existen dos tipos de biocarburantes:

- Bioetanol: Alcohol producido por fermentación de productos azucarados (remolacha y la caña de azúcar). También puede obtenerse de los granos de cereales (trigo, cebada y maíz), con previa hidrólisis o transformación en azúcares fermentables del almidón contenido en ellos.
- Biodiesel: Ésteres monoalquílicos de ácidos grasos de cadena larga derivados de lípidos renovables tales como aceites

vegetales y que se emplea en los motores de ignición de compresión (motores diesel) o en calderas de calefacción. Constituye un grupo de biocarburantes que se obtienen a partir de aceites vegetales como soja, colza y girasol. Está compuesto por metilesteres de los aceites vegetales obtenidos por reacción de los mismos con metanol, mediante una reacción de transesterificación, que produce glicerina como producto secundario (Cruz, 2005).

## 3.1.4.1. Ventajas de los biocombustibles

- Alternativa a los combustibles derivados del petróleo.
- Energía renovable.
- Reducción de la importación de crudos.
- Reducción de las emisiones contaminantes.
- Niveles de ingresos y empleo en el medio rural.
- Utilización de los excedentes de producción agrícola y residuos orgánicos (Cruz, 2005).

## 3.1.4.2. Desventajas de los Biocombustibles

- La explotación de plantaciones para palmas de aceite (utilizadas para hacer biodiesel) fue responsable de un 87% de la deforestación de Malasia hasta el año 2000. En Sumatra y Borneo, millones de hectáreas de bosque se convirtieron en tierra de cultivo de estas palmeras y en los últimos años se ha conseguido doblar esa cifra, la tala y los incendios perduran. Deforestando por completo el famoso parque nacional Tanjung Puting de Kalimantan.
- Extinción de orangutanes, gibones, rinocerontes, tapires tigres, panteras nebulosa, por la destrucción del hábitat.
- Miles de indígenas desalojados de sus tierras 1,500 indoneses.
- Menor capacidad energética, aproximadamente un 5% menos, aunque es compensado con el mayor índice cetano, lo que

- produce una combustión más completa con menor compresión.
- Es un producto hidrófilo y degradable, por lo cual es necesaria una planificación exacta de su producción y expedición. Se degrada notoriamente más rápido que el petrodiésel. Hasta el momento todavía no está claro el tiempo de vida útil del biodiesel depende de su manipulación y almacenamiento.
- El rendimiento promedio para oleaginosas como girasol, maní, arroz, algodón, soja o ricino ronda los 900 litros de biodiesel por hectárea cosechada. Esto puede hacer que sea poco práctico para países con poca superficie cultivable (Cruz, 2005).

#### 3.1.5. Estudios relacionados

## 3.1.5.1. Estudios Internacionales

R. Betancourt, y C. Quiroz Vele; (2002)

# "CARACTERIZACION DEL ACEITE FIJO DE EVENING PRIMROSE (Oenothera sp)."

"El aceite de la semilla fue extraído por el método convencional Soxhlet, utilizando éter de petróleo 40-60 como solvente y se analizó la composición y las propiedades fisicoquímicas del aceite y la torta de semilla resultante. El contenido de aceite en la semilla fue de 26%. Estos parámetros caracterizan al aceite del hibrido estudiado para ser considerado como una especie promisora para fines medicinales y control de dietas. "(Serna, R y Quiroz, E., 2002).

B. Boria E y M. Dehese; (2003) "EXTRACCION Y CARACTERIZACION DEL ACEITE FIJO DE LOS FRUTOS DE OENOCARPUS BAYAHUA (HUNGURAHUA)." Proyecto VIS-USP. Universidad Politécnica Salesiana. Quito. Ecuador. Departamento Tecnología y Control de Medicamentos. Instituto de Farmacia y Alimentos.

"Oenocarpus bataua M (hungurahua), es una palma nativa de la Amazonía, pertenece a la familia Arecaceae, sus frutos

tienen un alto valor nutritivo y su principal aplicación es la extracción de un aceite, cuyas propiedades físico químicas son muy similares al del aceite de oliva. En la Universidad Politécnica Salesiana se ha realizado en una primera fase de investigación, la extracción del aceite fijo del fruto de dicha especie, así como la determinación de los parámetros de calidad del mismo. Se han analizado dos muestras de aceite (M1 y M2) habiéndose obtenido M2 en el mismo laboratorio a partir de frutos recolectados en la ciudad de Tena-Ecuador, y M1 corresponde a una muestra de aceite producido en la localidad de Macas-Ecuador. Se comparan los índices de calidad de ambos aceites, informándose estos resultados, así como los rendimientos de los aceites obtenidos por dos procedimientos de extracción. También se trabajó, en la identificación de propiedades físico químicas de diferentes fracciones del aceite (filtrado, entero y residuo de filtración) como parte de un estudio tendiente a establecer la fracción bioactiva de utilidad en la industria farmacéutica y cosmética". (Boria, Dy Dehese G, 2003)

#### 3.1.5.2. Estudios Nacionales

G.R. Luna, (2007) "ANÁLISIS FISICOQUÍMICO Y EVALUACIÓN
DEL RENDIMIENTO DE EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA
DE MORRO (Crescentia alata HBK) PROVENIENTE DE LAS
REGIONES DE ESTANZUELA, ZACAPA Y SAN AGUSTIN
ACASAGUASTLÁN, EL PROGRESO". Facultad de Ingeniería.
Universidad de San Carlos de Guatemala.

"El aceite fue extraído de la semilla seca del fruto maduro de *Crescentia alata*, en un tornillo prensa de escala industrial. Para determinar la composición del aceite extraído de la semilla de morro (*Crescentia alata HBK*), se realizó el perfil de ácidos grasos por cromatografía de gases con espectrometría de masas, asimismo se determinaron los índices de calidad y propiedades fisicoquímicas.

El porcentaje de extracción fue de 19.3125% para el aceite de morro proveniente de El Progreso y de 28.126% para el aceite de morro proveniente de Zacapa. El bajo porcentaje de materia insaponificable, y los índices de saponificación en el aceite de morro, éste puede utilizarse en la elaboración de jabones, shampoo, detergentes, y la glicerina formada como subproducto de la saponificación en la industria cosmética, farmacéutica o para elaborar velas, previo estudio de toxicidad.

 N.D. Barraza, (2007) "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ELABORACIÓN DE BIODIÉSEL, A PARTIR DE ACEITE CRUDO DE PALMA AFRICANA POR MEDIO DE DOS PROCESOS, A NIVEL LABORATORIO Y PLANTA PILOTO". Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala.

"El biodiésel a partir del aceite crudo de palma africana se obtiene, primero esterificando los ácidos grasos por medio del alcohol (etanol) y utilizando como promotor ácido sulfúrico y calor dando como resultado ésteres y agua, se efectúa la separación de ésteres y se transesterifican de nuevo los ésteres por medio de un álcali como promotor (hidróxido de sodio o hidróxido de potasio) para obtener la máxima conversión en la reacción y un rendimiento adecuado de producto deseado y sólo transestereficación directa utilizando hidróxido de sodio como promotor y metanol sin ayuda de calor en el avance de la reacción. El biodiésel obtenido en ambos procesos fue acreditado para usarlo en motores de combustión interna según comparación de la norma ASTM y el análisis de Laboratorio de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas. ".

 L.M. Ramírez, (2008) "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE FIJO DE CAFÉ TOSTADO TIPO GENUINO ANTIGUA OBTENIDO POR EL PROCESO DE PRENSADO". Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala.

"Para comparar el rendimiento de aceite se realizó una extracción de lixiviación (extracción soxhlet), para el tostado oscuro se obtuvo 9.83% y para el tueste liviano el 6.10%, analizando los rendimientos obtenidos por ambas extracciones, se puede decir que existe poca variación (1.31%) entre el proceso de prensado y lixiviación para el tueste liviano, no así para el tueste oscuro existe una diferencia significativa (28.28%) entre ambos procesos. Mientras que el porcentaje de variación de la extracción entre un tueste liviano y oscuro fue de 14.61% en el proceso de prensado y de 37.95% en el proceso de lixiviación, estas variaciones y cambios comprueban el índice de extracción de 35 veces más extraíble aceite del tueste oscuro que del liviano y en cuanto a el proceso de 4 veces más extraíble aceite por el proceso de lixiviación (a nivel laboratorio) que por el proceso de prensado (a nivel planta piloto), con la diferencia que el aceite extraído tiene muy poco aroma a café, además de que la extracción es muy lenta según lo muestra su coeficiente de extracción de 2.063 en relación a los 19 ciclos en 480 minutos.

## 3.1.6. Descripción botánica de las plantas de estudio.

## **3.1.6.1.** *Crescentia cujete* (MORRO)

## Clasificación Botánica

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Lamiales

Familia: Bignoniaceae

Género: Crescentia

Especie: C. cujete

(Luna, 2007) (Geilfus, 1989)

## • Nombres Comunes

Güira (República Dominica)

Calabash (USA)

Jícaro, morro, guacal, totumo (Ameria Central)

Taparo (Venezuela)

Cujete, Cirian, Guaje (México)

Higüero (Puerto Rico)

Pilche (Ecuador)

(Geilfus, 1989)

## • Hábitat

Origen Nativo. Desde Guatemala hasta Panamá. Su distribución altitudinal varía de 0 a 1000 msnm, con precipitaciones anuales de 1000 a 2500 mm y temperaturas de 16 a 33°C. Crece en suelos pesados y mal drenados típicos de las sabanas.

Prefiere suelos de textura arcillosa a franco arcillosa, profundos y con buen drenaje. Tolera inundaciones temporales. Puede encontrarse en zonas húmedas, sin embargo soporta bien períodos prolongados de falta de agua, como por ejemplo en el sur de Honduras o en las zonas costeras del norte de Venezuela.

(Luna, 2007, p. 31).

40

En Guatemala se encuentra en Alta Verapaz, Baja Verapaz,

Escuintla, Izabal, Petén, Quetzaltenango, Quiché, Retalhuleu, Santa

Rosa, San Marcos, Zacapa, El Progreso y Suchitepéquez

(Luna, 2007p. 31) (Cáceres, 1996, p. 273)

Floración: Durante casi todo el año

Fructificación: Durante casi todo el año

(Geilfus, 1989)

**Descripción Botánica** 

Árboles de ramas numerosas, retorcidas, abiertas, con brotes

delgados y nudos sobresalientes, extendidas, 6-10 m de alto, 30

cm de diámetro.

Flores: Solitarias o en numero de 2-3 apareciendo en los nudos de

las ramas viejas. Cáliz 1.5-2.2 cm de largo, profundamente partido,

corola ancho-acampanada de color amarillento-blanco, con los

nervios rojizos o purpuras de 4-7 cm de largo. Estambres insertos

debajo de la mitad del tubo corolinico, disco grande, hemisférico.

Ovario oviforme elíptico grabro, unilocular, con numerosos óvulos

en 2 placentas parietales bilobuladas.

Hojas: Simples, cuneiforme-oblanceoladas o espatuliformes, 8-20

cm de largo y 3-5.5 cm de ancho, de ápice redondeado y

brevemente cuspidado o acuminado y base gradualmente

atenuada, glabrosa mas o menos densamente pilosas en los

nervios principales de la cara inferior, borde liso, sésil o de peciolo

corto, verdes y lustrosas en el haz y verde claro en el envés de 1.3

cm. Peciolo de hasta 5 mm de largo.

Fruto: Globosos, indehiscentes, de 15-14 cm de largo, con

pericarpio duro y abundante pulpa color amarillo- café en el

interior que rodea a abundantes semillas. La albura es de color

rosado a castaño rojizo y el duramen castaño claro.

Semilla: Forma de cordada o vagamente circular, comprimida de 7-

7.5 mm de largo y de 6.4-6.8 mm de ancho. La testa es de color

café oscuro a negro, ligeramente áspero, opaco, coriáceo, de 1-1.2

mm de grosor. El embrión es recto, comprimido y ocupa toda la

cavidad de la semilla; tiene dos cotiledones, planos, carnosos,

41

cordiformes, la radícula es corta, erecta inferior y dirigida la hilio.

Carece de endospermo (Martínez, 1959, pp. 191,192).

Composición Química

Fruto: Alcaloides cuaternarios, de cromóforos lipofilos y de

polifenoles. La pulpa del fruto contiene acido cianhídrico, y otros

ácidos orgánicos como cítrico, clorogénico, tartárico. Además se

detectado glicósidos han cianogénicos.

Semillas: Aceite fijo, (20%-37%) parecido al aceite de oliva, que

está constituido por ácidos oleico (59.4%), linoléico (19.3%) y

(19.7%); polifenoles, glucósidos cianogéneticos, saturados

azúcares (2.6%), proteínas (8%).

Hojas: ácido caféico.

Madera: naftoquinonas

(Luna, 2007p. 36) (Cáceres, 1996, p. 274)

Indicación terapéutica y acción farmacológica

Pulpa del fruto: Preparación de un jarabe para el tratamiento de

afecciones respiratorias (asma, bronquitis, catarro, pulmonía,

resfrío, tos, tos ferina) y gastrointestinales (cólico, diarrea,

estreñimiento, hepatitis, inflamación, uretritis, infección urinaria y

malestares menstruales).

Por vía tópica la pulpa del fruto se aplica en cataplasma para el

tratamiento de dermatitis, golpes, leucorrea, hemorroides,

raspones, tumores, ayudar a expulsar la placenta, contra diversas

ponzoñas de animales, sarna y tinea, en cataplasma con aceite de

coco se usa para tratar tumores.

Hojas: Infusión de hojas para el tratamiento de diarrea, fiebres y

como tónico capilar, el cocimiento de hojas se usa para tratar

diarrea, diabetes, indigestión, nerviosismo y palpitaciones. Para

combatir enfermedades por aradores, así como, tiña, sarna,

apostemas y lamparones. El extracto etanólico de las hojas ejerció

actividad antibiótica contra Bacillus subtilis y Staphylococcus

aureus. (Cáceres, 1996, p. 274)

**Flores:** Infusión de flores para aliviar el dolor de oídos y la tos ferina.

**Semillas**: Como contraceptivos, o para preparar una horchata para el tratamiento de diarrea y disentería  $^{(Luna, 2007p. 38)}$ 

## Toxicidad

Pulpa del Fruto: Se ha planteado que la toxicidad de esta planta obedece a la presencia de ácido cianhídrico en la pulpa del fruto. Se ha comprobado experimentalmente en ratas que la pulpa del fruto puede inducir neoplasias del tipo leucemia-linfoma en ratas por lo que se plantea la presencia de actividad carcinogénica en esta planta. También se ha comprobado que la ingestión de la pulpa del fruto suele provocar diarreas severas. Se ha reportado que esta planta puede provocar abortos en el ganado vacuno. (Cáceres, 1996, p. 275)

## • Contraindicación

No se ha reportado (Luna, 2007p. 38)

#### .

## • Usos atribuidos

Alimenticio, medicinal, industrial, ornamental. (Luna, 2007p. 38)

## **2.1.6.2.** *Mammea americana* (MAMEY)

## • Clasificación Botánica

Reino: Plantae

División: Angiospermae

Clase: Magnoliopsida

Orden: Malpighiales

Familia: Clusiaceae

Género: Mammea

Especie: M. americana

(Ramírez, 2007)

## • Nombres comunes

Mamey

Mamey colorado

Locumo

Albaricoque

Mamón de Cartagena

(Ramírez, 2007)

## • Hábitat

Es un árbol perennifolio de la familia Clusiaceae de frutos dulces, comestibles, que crece entre 0 a 700 metros sobre el nivel del mar. Florece de abril a septiembre y fructifica de julio a febrero. Fue probablemente originario de las Antillas. Es bien conocido en Centroamérica y el norte de Suramérica y actualmente se cultiva también en otras áreas tropicales y húmedas del mundo. (Ramírez, 2007)

## Descripción Botánica

El mamey es similar en apariencia a la magnolia; puede alcanzar más de 20 metros de altura en zonas tropicales; la copa es piramidal, de follaje denso, y el tronco de fuste recto está cubierto por corteza áspera de color marrón-grisáceo.

**Hojas:** Gruesas y de textura coriácea, con el haz de color verde oscuro y el envés más pálido. Son opuestas, simples, de forma elíptica; alcanzan de 15 a 25 cm de longitud y 5 a 10 cm de ancho. Como en el magnolio, están orientadas hacia arriba. Ramillas con látex amarillento.

**Flores:** Vistosas y fragantes, de color blanco; aparecen solitarias o en racimos de dos o tres unidades. Miden 2 a 2,5 cm de diámetro. El árbol puede ser dioico o hermafrodita indistintamente.

**Fruto**: aunque se toma habitualmente por una drupa, es en realidad una baya. De forma redondeada, de 8 a 20 cm de diámetro, está cubierto por una cáscara gruesa de color gris o pardo terroso, compuesta por la conjunción de exo y mesocarpo; pende de un tallo corto y grueso, y en su ápice son visibles los restos florales. La pulpa es firme, aromática y muy dulce, de color naranja a rojizo; se consume directamente como fruta fresca, o se usa en la preparación de dulces y refrescos. Una membrana blanca y astringente, parte del mesocarpio, se adhiere a ella en la parte externa.

**Semillas**: Contiene de 1 a 4 semillas de color pardo y forma oblonga, cuyo jugo deja una mancha indeleble <sup>(Martínez, 1959, pp. 393).</sup>

## • Composición química

**Almendra:** Almidón, celulosa, agua, sustancia resinosa amarilla, taninos, sustancia sacarina y materia colorante amarilla.

**Fruto:** Agua 84%, proteínas 0.84%, grasa 0.30%, azúcares 9.54%, carbohidratos 1.03%, fibra cruda 3.90%, Ceniza 0.40% (Ramírez, 2007).

## • Indicaciones terapéuticas

**Semillas:** Para contrarrestar enfermedades parasitarias de la piel, empleada como antihelmíntico y digestivo.

**Flores:** Por medio de destilación de obtiene un licor aromático se utilizado en problemas digestivos.

**Almendra**: se extrae aceite utilizado para impedir la caída del cabello. (Ramírez, 2007)

## Toxicidad

**Semilla y corteza**: la resina que se extrae de la corteza del árbol, son tóxicas para pollos y peces. (Ramírez, 2007)

## Usos atribuidos

Alimenticio, medicinal, industrial, ornamental.

Fruto: Preparación de jugos, mermeladas, conservas, tortas.

Árbol: Hermoso y muy ornamental, da sombra (Ramírez, 2007)

**Madera:** Excelente para carpintería, ebanistería y construcción de duelas de barriles, carrocerías. (Ramírez, 2007)

**Semilla:** El principal compuesto responsable de la actividad insecticida es la Mameina (4n - propil - 5,7 - dihidroxi- 6 isopentil - 8 - isovaleril - coumarina), encontrado en las semillas. (Ramírez, 2007).

# **3.1.6.3.** Pachira aquatica (ZAPOTON)

## Clasificación Botánica

Reino: *Plantae* 

Subreino: Viridaeplantae

Filo: Tracheophyta

Subfilo: Euphyllophytina

Infraphylum: Radiatopses

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Dilleniidae

Superorden: Malvanae

Orden: Malvales

Familia: Bombacaceae

Género: *Pachira* (Morales, 1999)

## Nombres comunes

Zapote de agua

Cacao cimarrón

Cacao de monte

Cacao de playa

Castaño

Castaño de agua

Castaño de Guayana

Castaño silvestre

Ceibo de agua

Ceibo de arroyo

Chila blanca

Imbiriçu

Jelinjoche

Palo de boya

Tetón (Morales, 1999)

## • Hábitat

Encontrado típicamente en una altitud de 0 a 4.936 metros (0 a 16.194 pies). Es un árbol tropical que vive dentro o muy cerca del agua y humedad relativa alta. En cultivo no soporta los cambios de temperatura y los ambientes secos, necesitando a la vez bastante luz, aunque no el sol directo. Es una especie arbórea de suelos húmedos tropicales, nativa de América Central y Sudamérica, donde crece en grupos, Llega hasta 18 m en altura. (Morales, 1999)

## • Descripción Botánica

Es un árbol perennifolio que en su medio natural alcanza 15-20 m de altura, en cultivo sobre unos 5m.

**Hojas:** verdes palmadas y corteza suave y verdosa.

**Flores**: largas, de pétalos angostos que se abren como las cáscaras de la banana, con estambres amarillo-naranja en cabellera. Flores en el extremo de la rama, auxiliares, solitarias o en pares, hasta de 40 cm, pediceladas, pétalos verdes por fuera, blanco-crema interiormente pubescentes en ambas caras, estambres 200-300 rojizos, 16-31 cm de largo, ovario supero, estigma lobulado.

**Fruto:** cápsulas subglobadas, leñosas, grandes, deshiscentes por valas, con pocas semillas. Pueden llegar a pesar, individualmente hasta 6 kilos. (Martínez, 1959, pp. 44,45)

Fenología: Floración de agosto a febrero. Frutos observados durante casi todo el año. (Morales, 1999)

## Composición Química:

**Semilla:** se obtiene un aceite fijo en el que se han identificado ácidos grasos comunes en otros aceites comestibles tales como: araquídico, oléico, linoléico, palmítico, esteárico, y ácidos grasos no comunes como malválico, estercúlico y sus derivados alfahidroxilado y dihidrogenado.

Muy poca información química existe sobre esta planta.

48

Indicaciones terapéuticas

Principalmente para afecciones de la piel, como urticarias,

salpullido en niños pequeños, erupciones y raspaduras, además de

ser ocupada como cicatrizante.

Se emplea en otros padecimientos, como asma, reumas, diabetes,

ictericia, y en enfermedades culturales como el mal de aire.

Tallo y corteza: Contra la disentería y afecciones del riñón

preparado en cocimiento y la infusión se toma como agua de uso

sangre. (Morales, 1999)

**Toxicidad** 

No se ha reportado. (Morales, 1999)

**Usos atribuidos** 

La madera es empleada actualmente (por la demanda) para

formaleta.

Frutos y semillas: se han informado comestibles, aunque su

utilización es muy rara y se restringe principalmente a la vertiente

atlántica. Su sabor es parecido al de los maníes, pudiéndose comer

crudo o cocido, o en una harina para hacer pan.

Hojas y las flores: comestibles. (Morales, 1999)

## **2.1.6.4.** Cucumis melo (MELON)

## Clasificación Botánica

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Dilleniidae

Orden: Cucurbitales

Familia: Cucurbitaceae

Subfamilia: Cucurbitoideae

Género: Cucumis

Especie: C. Melo

(Linares, 2008).

## • Nombres comunes

Melón (Linares, 2008).

#### • Hábitat

Se desarrolla bien en terrenos alcalinos, sobre todo las variedades azucaradas que exigen la presencia en el suelo de carbonato cálcico, lo que aumenta el contenido en sacarosa de tallos y hojas. Prefiere suelos sanos, profundos, no demasiado pesados. No es muy exigente en suelo, pero da mejores resultados en suelos ricos en materia orgánica, profundos, mullidos, bien drenados, con buena aireación y pH comprendido entre 6 y 7. Si es exigente en cuanto a drenaje, ya que los encharcamientos son causantes de asfixia radicular y podredumbres en frutos. Es una especie de moderada tolerancia a la salinidad tanto del suelo.

No existe un criterio homogéneo en lo referente al origen del melón, aunque la mayoría de los autores acepta que el melón tiene un origen africano. Si bien, hay algunos que consideran la India como el centro de domesticación de la especie, ya que es donde mayor variabilidad se encuentra para la misma. Afganistán y China son considerados centros secundarios de diversificación del melón y también en España la diversidad genética es importante.

Los departamentos de Guatemala que mayor destacan la producción de melón es Zacapa, municipios de Usumatlán, Teculután, Cabañas, Huite, Estanzuela y Zacapa y en menor escala en el litoral del Pacífico en los departamentos de Retalhuleu y Escuintla. (Linares, 2008)

## • Descripción Botánica

Tiene una altura de 1 a 2 m. Posee tallos blandos y pilosos que crecen a ras de suelo, es cilíndrico, de 1 a 3 m de altura. Hojas: Peciolo acanalado y palmadas, es decir, su aspecto es semejante al de una mano, con una inflorescencia terminal en forma de espiga compuesta. Flores: Amarillas y cada una tienen solo sexo. un Semilla: Es una cariópside de alrededor de 4 mm de diámetro. Fruto: El color de la epidermis y de la pulpa es variable según el grupo. La epidermis puede ser blanca, gris, verdosa o amarilla y de textura lisa, rugosa o reticulada. La pulpa es aromática, con textura suave y diferentes colores: amarillo, verde, rosado y tonos intermedios. En el centro hay cavidad que contiene muchas semillas recubiertas de una sustancia pegajosa. (Martínez, 1959, pp. 102) Dependiendo su variedad las características son: Forma esférica, elíptica, aovada, corteza de color verde, amarillo, anaranjado, blanco, lisa, reticulada o estriada. Pulpa blanca, amarilla, cremosa, anaranjada, asalmonada o verdosa. La placenta contiene las semillas y puede ser seca, gelatinosa o acuosa, en función de su consistencia. Su tamaño es dependiente de la variedad y de las

51

condiciones de cultivo. De este modo, hay melones pequeños que

pesan alrededor de 400 g y otros muy grandes que pueden pesar

20 kg o más.

Composición Química

Contiene 90% de agua, carbohidratos (sacarosa y sucrosa), pocas

calorías, poca fibra, vitaminas (C, A, B1, B2, B3, B6); minerales

(Potasio, Magnesio, Calcio, Hierro), Betacaroteno, antioxidantes,

folatos, acido nicotínico, acido pantoténico. (Linares, 2008)

Indicaciones terapéuticas

Fruto: es diurético, estomacal, eupéptico, demulcente, nutritivo.

Semillas y raíces: poseen efecto emético.

Una ración de 100g. proporciona más de la mitad de la dosis diaria

recomendada de vitamina C. Su contenido en beta carotenos, que

se convierten en vitamina A, ambos antioxidantes, hace que sea

un eficaz aliado contra el cáncer y padecimientos cardíacos.

Es excelente depurativo y rehidratante debido a su alto contenido

de agua. Aporta carbohidratos, como sacarosa, pero por su bajo

contenido en energía resulta ideal para perder peso. Calcio,

magnesio, potasio y fósforo son otras de sus virtudes para el

organismo (Linares, 2008)

**Toxicidad** 

No se ha reportado. (Linares, 2008)

**Usos atribuidos** 

Puede ser utilizado como crema limpiadora la cual da una

sensación de gran frescura, y mantiene la piel hidratada. (Linares, 2008)

## 2.1.6.5. Acrocomia mexicana (COYOLIO)

## Clasificación Botánica

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Subclase: Arecidae

Orden: Arecales

Familia: Arecaceae

Subfamilia: Arecoidea

Género: Acrocomia

Especie: mexicana

(División de Agroenergias, 2011)

## • Nombres comunes

Mbokajá, Mbocayá (Argentina, Paraguay)

Cocotero Paraguayo, nuez del Paraguay (Paraguay)

Corozo, Tamáca (Colombia)

Coyol, (México, Honduras, Nicaragua, Costa Rica)

Cocoyol (Península de Yucatán)

Corosse (Haití)

Bocajá, bocaiuveira, coco babosso, coco balao, coco de catarro, coco de espinho, coco xondo, macacauba, macaiba, macaibeira, macajuba, macaúba, macaúva, mucaja, mucajaba (Brasil)

Corozo, palma de corozo (Venezuela)

Totai (Bolivia)

Pewah (pigua) (Trinidad y Tobago) (División de Agroenergias, 2011)

#### Hábitat

Se desarrolla en laderas rocosas de poca pendiente.

Se extiende desde clima Tropical húmedo a seco subtropical húmedo a seco, llegando hasta regiones de clima templado. Prospera en regiones donde las precipitaciones varían de 1.000 a 3.000 mm. Anuales con temperaturas promedio de 20 a 28 grados y pH del suelo de 4.5 a 7. Originaria de América tropical, India occidental, Brasil, habita en clima cálido desde el nivel del mar hasta los 297m. Cultivada en huertos familiares, asociada a vegetación perturbada de bosques tropicales subcaducifolio y subperennifolio. (División de Agroenergias, 2011)

## • Descripción Botánica

Palmera mediana con una altura de 6-15 metros aproximadamente. La copa cuyo diámetro varia de 3 a 5 metros, esta compuesta de 20-25 hojas arqueadas y pinadas. El tronco es recto, cilíndrico, de color gris claro, con superficie lisa o tortuosa. Por lo regular el tronco posee espinas negras agudas largas y aplanadas de hasta 15 centímetros de longitud dispuestas en hileras horizontales, especialmente en su parte superior y en los ejemplares jóvenes.

**Hojas:** Son pinnadas, alternas, apinadas y extendidas al ápice del tronco, siempre verdes, de 2-4 metros de largo. Los foliolos son numerosos, de 30-60 centímetros de largo y 1-2 centímetros de ancho, de color verde lustroso, la cara inferior verde clara. Parecen plumas grandes, en el anverso tienen pelos rígidos y espinas en la parte de en medio (raquis). El raquis esta provisto de numerosas espinas castaño oscuro o negras de 2-6 centímetros de longitud.

**Flores:** La inflorescencia es una panícula de 50-150 centímetros de largo, insertada entre las bases de las hojas. Esta cubierta por una espata pelosa espinosa de 1-1.7 metros de largo por 20-40 centímetros de ancho. Las flores blanco-amarillo son de menos de 1 centímetro de largo, con 3 sépalos y 3 pétalos, las masculinas son numerosas y apiñadas y las femeninas son escasas en la base. Se encuentran en racimos espinosos. Los frutos son globosos.

**Frutos:** Redondeado de 25-50 mm. de diámetro, es carnosofibroso, de color verde oliváceo o amarillo acaramelado, de agradable fragancia, con cáscara lisa, brillante y frágil. Los frutos aparecen en racimos o cachos, desde 200 hasta 700 frutos.

**Semilla:** Redondeada de consistencia dura de 15 a 30 mm. de diámetro.

## • Composición Química

La almendra es rica en materia grasa 48g/100g, fibra 15%, proteínas 15g/100g, Calcio 50mg, Fósforo 400mg, Hierro 17mg.

**Semilla:** El aceite obtenido de la semilla pertenece al grupo de aceites "Láurico", siendo el acido láurico el que determina las características principales de este aceite (División de Agroenergias, 2011).

## • Indicaciones Terapéuticas

**Semilla**: Utilizadas para parásitos intestinales los cuales se combaten masticando las semillas.

**Raíz:** Preparación de infusión con raíces para tratar la diabetes, hipotensión y diurético. (División de Agroenergias, 2011).

## Toxicidad

No se ha reportado.

## Usos atribuidos

Grasas plásticas para repostería Jabones de Tocador Jabones en Polvo Transformación a materia prima para detergentes y ácidos grasos

Aceite comestible

Materia Prima para Biodiesel

El interior del tronco se muele para obtener una harina muy fina

(División de Agroenergias, 2011).

## 4. JUSTIFICACION

Las plantas oleaginosas son vegetales de cuyas semillas o fruto puede extraerse aceite, en algunos casos comestibles y en otros para uso industrial. Actualmente la gran demanda de estos aceites hace que se los coloque dentro de los grandes intereses mundiales, especialmente como reemplazo de los hidrocarburos de los que depende la sociedad actual, tal es el caso de los combustibles fósiles y por supuesto no se puede descartar sin lugar a dudas que además de su potencialidad para ser utilizados como Biocombustibles, son importantes sus características nutricionales, farmacológicas y hasta cosméticas.

Con la problemática actual debido a la escasez del petróleo, y los graves problemas de contaminación ambiental, desnutrición y desempleo; se busca desarrollar materias primas derivadas de aceites de diferentes especies de plantas oleaginosas; aportando nueva información sobre aspectos fisicoquímicos de la flora nativa de Guatemala.

En nuestro país las semillas de muchas especies vegetales son consideradas desechos, aun cuando el fruto es sumamente utilizado industrialmente, por lo que el presente trabajo de investigación, busca el aprovechamiento integral de los frutos, proporcionando información teórica y experimental acerca de los posibles usos de las semillas de dichas plantas oleaginosas; por medio de la determinación de la presencia de aceites fijos; los cuales podrían ser utilizados en varios ámbitos industriales aun no explorados. Como por ejemplo en la industria cosmética encontrando posibles principios activos con características antioxidantes y nutritivas para la piel; en la industria alimenticia, aportando nuevas opciones de aceites comestibles para dietas especiales y con mayor grado nutritivo; tomando en cuenta que Guatemala es el país con el porcentaje mas alto de desnutrición a nivel Latinoamericano y a la vez cuenta con porcentajes altos de obesidad y problemas cardiovasculares, por lo que es de suma importancia encontrar alternativas alimenticias, el cual es uno de los fines del presente estudio.

Además dicha investigación guiará información que posteriormente puede servir de base para el desarrollo de nuevos productos, dándole un valor agregado a las especies vegetales en estudio, lo cual puede ser aprovechado por pequeños productores de Guatemala; creando ingresos en zonas marginadas. También aportará beneficios al medio ambiente, por medio de la generación de posibles materias primas para la fabricación de biocombustibles renovables,

disminuyendo las emisiones de gases de efecto invernadero; y con esto generar una nueva fuente de ingresos, explotando un producto considerado como desecho y que podría ofrecer una mejora económica en el país.

## 5. OBJETIVOS

## **5.1 Objetivo General**

Evaluar las características fisicoquímicas del aceite fijo obtenido de la semillas de cinco especies americanas (*Crescentia cujete* (Morro), *Mammea americana* (Mamey),
 Pachira aquatica (Zapotón), Cucumis melo (Melón) y Acrocomia mexicana (Coyolio);
 con el fin de determinar su posible aplicación industrial, alimenticia o cosmética.

## 5.2. Objetivos Específicos

- Determinar el porcentaje de rendimiento del aceite fijo obtenido por expresión en frío de cinco especies americanas (*Crescentia cujete* (Morro), *Mammea americana* (Mamey), *Pachira aquatica* (Zapotón), *Cucumis melo* (Melón) y *Acrocomia mexicana* (Coyolio).
- Caracterizar el aceite fijo obtenido a través de pruebas fisicoquímicas y organolépticas.
- Establecer el perfil de ácidos grasos de los aceites fijos más abundantes por cromatografía de gases con estándar externo.
- Establecer el posible uso y aplicación del aceite fijo en base a su composición.
- Elaborar una propuesta de fichas tipo COGUANOR para el aceite fijo de las especies más promisorias para su estandarización.

# 6. MATERIALES Y MÉTODOS

## 6.1. UNIVERSO

Semillas de Crescentia Cujete (Morro), Mammea americana (Mamey), Pachira aquatica (Zapotón), Cucumis Melo (Melón) y Acrocomia mexicana (Coyolio).

## 6.2. MUESTRA

Aceite fijo obtenido a través de expresión en frío de las semillas de *Crescentia Cujete* (Morro)/Cuilapa, Santa Rosa; Mammea americana (Mamey)/Guatemala, Guatemala; Pachira aquatica (Zapotón)/Suchitepéquez, Samayac; Cucumis Melo (Melón)/Zacapa, Zacapa y Acrocomia mexicana (Coyolio) / Mazatenango, Suchitepéquez.

#### **6.3. MATERIALES**

**MEDIOS** 

## **6.3.1** RECURSOS HUMANOS

Autoras:

Br. Iris María José Sánchez Paz

Br. Marcela del Rosario Figueroa Barrera

Asesora:

Licenciada Aylin Santizo

## **6.3.2** RECURSOS INSTITUCIONALES

- Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia,
   proyecto FODECYT 011-2010
- Laboratorio de Ingeniería Química
- Unidad de Análisis Instrumental- UAI-
- LIPRONAT
- Laboratorio Nacional de Salud
- Universidad del Valle de Guatemala

## **6.3.3.** RECURSOS MATERIALES

REACTIVOS

Ciclohexano Tolueno Éter de petróleo Sulfato de sodio anhidro Ácido acético glacial Yoduro de potasio Ácido clorhídrico concentrado Permanganato de potasio Dióxido de manganeso Dióxido de manganeso Dicromato de potasio Tetracloruro de carbono Almidón soluble Tiosulfato de sodio Yodo Ácido sulfúrico Yoduro de potasio Hidróxido de potasio

Etanol al 95%

Fenolftaleína

Anaranjado de metilo

Éter dietílico Fluoroglucinol Heptano Balanza analítica Prensa Hidráulica Refractómetro de abbé Viscosímetro digital brookfield Refrigerador Aparato para toma de puntos de fusión Estufas con agitador Horno Baño maría Bulbos para micropipeta Papel limpia lentes Termómetros de mercurio Magnetos Mecheros Matraz de reacción Soportes de metal

Hidróxido de sodio

**6.3.4** EQUIPO

Pinzas para bureta

Pinzas universales de metal

Cromatógrafo de Gases

## 6.3.5. CRISTALERIA

Picnómetro de borosilicato

Micropipetas de vidrio

Beaker de 600 ml

Capilares de vidrio

Erlenmeyer de vidrio de 500 ml

Tapones de vidrio esmerilado

Balones aforados de vidrio de 11

Pipetas volumétricas de 20 y 25 ml

Erlenmeyer de 250 o 300 ml

Condensadores para reflujo

Ampollas de decantación

Buretas de 25 y 50 ml

Tubos de ensayo de 150 x 25 mm

## 6.4. METODOLOGIA DE ANALISIS DE LA INVESTIGACION

## 6.4.1. Obtención de la materia vegetal

Se colectó en plantaciones y poblaciones, según su fecha de fructificación consultada bibliográficamente, en los departamentos de Santa Rosa, Guatemala, Suchitepéquez y Zacapa.

## 6.4.2. Modelo de Muestreo

El modelo de muestreo fue preferencial y por conveniencia.

## 6.4.3. Composición de la Muestra

Se obtuvo una muestra representativa de frutos y/o semillas del material vegetal, el cual fue utilizado para la obtención del aceite fijo crudo. Dicho aceite fue sometido a pruebas de laboratorio (Caracterización organoléptica y fisicoquímica).

## 6.4.4 Procesamiento y embalaje de la droga vegetal

Las muestras fueron procesadas conforme a técnicas convencionales de secado; utilizando horno solar a temperaturas menores de 40º C y molienda. El almacenamiento, embalaje y transporte se realizó conforme a los principios aceptados, evitando la proliferación de microorganismos y la contaminación física o química.

## 6.4.5. Extracción de aceites fijos de cada especie.

Se obtuvo aceite fijo bruto de tres de las cinco especies en estudio a través de la técnica de expresión en frío; por medio de una prensa de tornillo a alta presión. El proceso de extracción consistió en: limpieza, secado, descascarillado o descortezamiento, trituración y transformación en escamas o polvos gruesos. Durante la limpieza se eliminaron sustancias extrañas. El secado fue necesario para obtener el contenido de humedad deseable para el tratamiento posterior del aceite (menor a 10%). (Farmacopea Española, 2002)

El descortezamiento fue útil para obtener una harina de alto contenido proteico por reducción de las fibras y para reducir las impurezas en el aceite; una vez fue realizado este proceso o el de trituración, se procesó la muestra de inmediato porque se activan las enzimas lipasas, presentes en las semillas (Badui, 2006).

La eficacia del proceso de expresión es tal que sólo del 3% al 6% del aceite permanece en la torta (Farmacopea Española, 2002).

En algunos casos la transformación en trozos, escamas o polvos gruesos, es conveniente para aumentar la superficie de contacto de la droga vegetal y facilitar la extracción de aceite.

Para la obtención del aceite se utilizó una Prensa de Aceite *Carver* (modelo S120F, IBG Monforts Oeketec) las que se distinguen por ser un método de prensado en frío. El sistema utilizado es por tornillo sin fin acaracolado en vez de utilizar los habituales métodos de tornillos de compresión. Mencionable es su adaptabilidad a todo tipo de semillas, bayas y nueces, sin tener que cambiar significativamente la dotación estándar de la misma. Las Prensas *Carver* son sencillas en cuanto a su mantenimiento, garantizado así la posibilidad de efectuar cambios rápidos de semillas en caso de necesidad. Interesante también es el residuo obtenido en forma de pelet (cake, meal) una vez extraído el aceite. Destaca por su fácil almacenado y transporte, y su aplicación en alimentación humana o para el ganado. Al utilizar esta tecnología de extracción a muy baja temperatura, se aseguran las cualidades organolépticas de los aceites producidos que, dependiendo de la materia prima utilizada, pueden ser usadas directamente en procesos industriales.

#### 6.4.6. Preparación de la muestra de aceite

Se preparó según el método oficial 981.11 de la AOAC. Se utilizó el líquido claro libre de sedimento. Para determinaciones en donde el resultado puede verse afectado por la presencia de agua (índice de yodo), secar la muestra como sigue: agregar sulfato de sodio anhidro en proporción de 1-2 g por 10 g de aceite, y dejar en horno a 50º C. Agitar vigorosamente y filtrar hasta obtener un filtrado claro. (Firestone & Yurawecz, 2005)

Según la norma COGUANOR NGO 34 073, las muestras fueron almacenadas en envases limpios y secos de vidrio ámbar. Cuando no se disponga de éstos,

pueden emplearse frascos de vidrio envueltos en papel oscuro. La tapadera debe ser de vidrio esmerilado o con algún aislante adecuado.

#### 6.4.7. Caracterización organoléptica del aceite fijo obtenido de cada especie

- Materiales y equipo: Lámpara de luz difusa, espectrofotómetro UV-VIS y carta de color tipo Pantone.
- Reactivos: Ciclohexano R.
- Cristalería: Tubos de vidrio para ensayos comparativos de 16mm de diámetro interno y fondo plano y celdas de cuarzo para espectrofotómetro UV-VIS.

#### 6.4.7.1. Descripción de la apariencia del aceite obtenido.

Se describió el aceite obtenido en cuanto a grado de limpidez, presencia de sedimentos o partículas en suspensión observables.

# 6.4.7.2. Determinación del color del aceite fijo obtenido.

Se observó el aceite obtenido en tubos de vidrio para ensayos comparativos, de diámetro interior uniforme de 16 mm (pueden utilizarse de otro diámetro) y fondo transparente y plano. La columna del líquido se examina según el eje vertical del tubo sobre fondo blanco, los matices deben apreciarse con luz difusa (Farmacopea Española, 2002). Se comparó contra una carta de color tipo Pantone.

# Absorbancia.

Disolver 0.1000g del aceite a examinar en ciclohexano R y diluir hasta 10.0 con el mismo disolvente. Se estableció la longitud de onda de máxima absorbancia y el valor de la misma (Farmacopea Española, 2002).

#### 6.4.7.3. Caracterización fisicoquímica del aceite fijo obtenido de cada especie.

 Materiales y equipo: Balanza analítica, refractómetro de abbé, viscosímetro digital brookfield, refrigerador 4 a 10 grados centígrados, aparato para toma de puntos de fusión, estufas con agitador, horno, baño maría, bulbos para micropipeta, papel limpialentes, termómetros de mercurio, magnetos, mecheros, matraz de reacción, soportes de metal, pinzas para bureta y pinzas universales de metal.

- Reactivos: Tolueno, éter de petróleo, sulfato de sodio anhidro, ácido acético glacial, yoduro de potasio, ácido clorhídrico concentrado, permanganato de potasio, dióxido de manganeso, dicromato de potasio, tetracloruro de carbono, almidón soluble, tiosulfato de sodio, yodo, ácido sulfúrico, yoduro de potasio, hidróxido de potasio, etanol al 95%, fenolftaleína, anaranjado de metilo, hidróxido de sodio, éter dietílico, fluoroglucinol y heptano.
- Cristalería: Picnómetro de borosilicato, micropipetas de vidrio, beaker de 600 ml, capilares de vidrio, erlenmeyer de vidrio de 500 ml y 1l con tapones de vidrio esmerilado, balones aforados de vidrio de 1l, pipetas volumétricas de 20 y 25 ml, erlenmeyer de 250 o 300 ml, condensadores para reflujo, ampollas de decantación, buretas de 25 y 50 ml y tubos de ensayo de 150 x 25 mm.

# 6.4.7.4. Pruebas para la caracterización fisicoquímica del aceite fijo obtenido de cada especie.

# **6.4.7.4.1.** Densidad o Gravedad específica.

Según el método oficial AOAC 985.19 se determinó por medio de un picnómetro a 20 grados centígrados, dicho picnómetro fue previamente calibrado con agua recientemente hervida a 20 grados centígrados. Para calcular el peso por unidad de volumen de la muestra se utilizará la fórmula

# $D = W - W^1 / V$

 $W - W^1 =$  Diferencia entre el peso del picnómetro vacío y el picnómetro con muestra.

**V** = Volumen del picnómetro en ml a 20°C.

Para calcular la gravedad específica se aplicará la siguiente fórmula:

Gravedad específica = D/densidad del agua a 20°C.

**D** = Peso por unidad de volumen de la muestra a 20°C

**Densidad del agua a 20°C =** 0.99823 g/ml a 20°C.

Fuente AOAC.

# **6.4.7.4.2.** Índice de Refracción

Se determinó utilizando un refractómetro de Abbe a 20°C, aplicando el método oficial AOAC 921.08. Para cargar el instrumento, abrir el doble prisma y colocar unas cuantas gotas del aceite sobre el prisma. Cerrar y asegurar firmemente el doble prisma para obtener una delgada capa continua de aceite. Dejar reposar la muestra en el aparato unos pocos minutos hasta que la temperatura de la muestra iguale la temperatura del doble prisma y realizar la lectura. Limpiar el doble prisma después de cada medición utilizando un paño suave humedecido con solventes como (tricloroetileno, tolueno o éter de petróleo) (Firestone, 2005).

#### **6.4.7.4.3.** Punto de Fusión

Se aplicó el método oficial 920.157 de la AOAC. Se introducen 10 mm de aceite en un tubo capilar de paredes delgadas, sellando uno de los extremos del capilar en una llama pequeña, cuidando de no quemar el aceite. Dejar los tubos capilares por lo menos una noche (16 aproximadamente), en un refrigerador a temperaturas entre 4-10°C. Fijar el capilar a un termómetro graduado a 0.2°C, dejando la parte sellada a la altura del bulbo de mercurio. Introducir el termómetro, aproximadamente 30 mm, en un beaker de 600 ml que se ha llenado hasta la mitad con agua. Agitar el agua con un magneto a baja velocidad e iniciar el calentamiento del beaker a una velocidad de 0.5°C /min. Tomar como punto de fusión la temperatura a la cual la sustancia se vuelve transparente, puede utilizarse una lupa para detectar el derretimiento completo. Reportar el promedio

de tres determinaciones. No debe variar más de 0.5°C (Firestone, 2005)

# **6.4.7.4.4.** Temperatura de formación de humos o punto de humeo

Es la temperatura en la que se producen compuestos de descomposición, visibles y depende de los ácidos grasos libres y monoacilglicéridos de la grasa. Colocar la muestra a estudiar en un beaker de 25 ml, introducir el bulbo de mercurio de un termómetro graduado a 0.2°C hasta 350°C, sin tocar las paredes del beaker. Calentar a una velocidad aproximada de 0.5°C /min. Establecer la temperatura a la cual se observa la formación de humos blancos (Firestone, 2005).

# **6.4.7.4.5.** Prueba de frío

Sirve para determinar la eficiencia de la hibernación. Se mantiene el aceite a 0°C y se mide el tiempo que permanece transparente; los triacilglicéridos de alto punto de fusión (esterarinas) lo enturbian a bajas temperaturas. Si el aceite se mantiene transparente durante cinco horas y media, se considera de buena calidad (Badui, 2006).

# **Procedimiento Operatorio**

Se utilizó el procedimiento sugerido por la norma COGUANOR 34 072 h13.

- Filtrar 20-30 ml de muestra, calentar la porción filtrada, agitando durante el calentamiento, hasta alcanzar 130°C.
   Retirar inmediatamente de la fuente de calentamiento.
- Llenar completamente un frasco de vidrio con la muestra, tapar herméticamente, ajustar la temperatura de la muestra en baño de hielo a 25°C.
- Sellar el frasco con parafina o algún otro medio que asegure la hermeticidad.
- Sumergir el frasco completamente en baño de hielo, que debe permanecer a 0°C durante 5 horas y media. Hacer los recambios de hielo que sean necesarios.

- Retirar el frasco del baño y observar contra la luz para determinar si existen cristales o enturbiamiento. No confundir las pequeñas burbujas de aire con cristales.
- La muestra debe ser clara, límpida y brillante.

#### **6.4.7.4.6.** Índice de Yodo

Se utilizó el método sugerido por la norma COGUANOR NGO 34 072 h2, que coincide con el método oficial de la AOAC 920.159

#### Preparación de reactivos:

- Ácido acético glacial: Debe ensayarse de la siguiente manera: se diluyen 2 ml del ácido con 10 ml de agua destilada y se agregar 0.1 ml de solución de permanganato de potasio 0.1 N.
   La coloración rosada no debe desaparecer por completo durante dos horas. (NGO 34 072 h2, 1982)
- Cloro, de 99,8% de pureza: Puede emplearse el producto comercial que se expende en cilindros, pero debe secarse haciéndolo pasar a través de ácido sulfúrico concentrado (d=1.84) antes de añadirlo a la solución de yodo.
  - El cloro puede prepararse a partir de ácido clorhídrico concentrado (d=1.19) haciendo gotear el ácido sobre permanganato de potasio, sobre una mezcla de permanganato de potasio y dióxido de manganeso o sobre dicromato de potasio y luego calentando. El gas generado se conduce por medio de un tubo de vidrio al ácido sulfúrico concentrado (d=1.84) y luego a la solución de yodo. (NGO 34 072 h2, 1982).
- Almidón soluble: la sensibilidad se comprueba como sigue: hacer una pasta con 1 g de almidón y una pequeña cantidad de agua destilada fría. Agitar y mientras tanto agregar 200 ml de agua hirviendo; vertir 5 ml de esta solución en 100 ml de agua y agregar 0.05 ml de solución de yodo 0.1N. El color intenso producido debe desaparecer al agregar 0.05 ml de solución de tiosulfato de sodio (NGO 34 072 h2, 1982).
- Dicromato de potasio: pulverizar y secar a 110°C hasta peso constante antes de usar.

- Solución de yoduro de potasio: En un balón aforado de 1L se disuelven 150 g de yoduro de potasio en agua destilada y se completa el volumen (NGO 34 072 h2, 1982).
- Solución indicadora de almidón: Se hace una pasta homogénea con 10 g de almidón soluble y agua destilada fría; se agregan 1L de agua destilada hirviendo, se agita rápidamente y se enfría. Puede agregarse ácido salicílico en proporción de 1.25g/L, para preservar la solución. Si ésta va a almacenarse durante largo tiempo, debe guardarse en el refrigerador de 4-10°C. Cuando el punto final de la titulación (azul a incoloro) no sea distintivo, debe prepararse una nueva solución (NGO 34 072 h2, 1982)
- Solución 0.1N de dicromato de potasio: Pesar exactamente 4.9035 g de dicromato de potasio. Disolver y aforar con agua destilada en balón aforado de 1L a 25°C (NGO 34 072 h2, 1982).
- Solución 0.1N de tiosulfato de sodio: Pesar 24.8 g de tiosulfato de sodio. Disolver y aforar con agua destilada en un balón aforado de 1L.
- Valoración: Medir 25.0 ml de solución de dicromato de potasio con pipeta volumétrica y verter en un erlenmeyer. Adicionar 5.0 ml de ácido clorhídrico concentrado y 10.0 ml de la solución de yoduro de potasio, agitar con movimiento rotatorio para que se mezclen bien todas las soluciones. Dejar en reposo durante 5 minutos. Agregar 100 ml de agua destilada. Titular con la solución de tiosulfato de sodio, agitando continuamente, hasta que el color amarillo casi halla desaparecido. Agregar 1-2 ml de solución indicadora de almidón y continuar la titulación agregando lentamente la solución de tiosulfato, hasta la desaparición del color azul. La normalidad de la solución se calcula de la siguiente manera:

$$N_2 = (V_1 x N_1) / V_2$$

 $N_2$  = Normalidad de la solución de tiosulfato de sodio.

- $N_1$  = Normalidad de la solución de dicromato de potasio.
- V<sub>1</sub> = Volumen de la solución de dicromato de potasio, en ml
- $V_2$  = Volumen de la solución de tiosulfato empleada, en ml.
- Reactivo de Wijs: Pesar 13.0 g de yodo y disolver calentando suavemente en 1,000 ml de ácido acético glacial. Dejar enfriar la solución. En un erlenmeyer, colocar 14.0 ml de solución de yoduro de potasio y 150.0 ml de agua destilada; agregar 10.0 ml de la solución de yodo y titular con solución de tiosulfato de sodio, usando solución de almidón como indicador. Separar 100-200 ml de la solución de yodo y almacenar en lugar fresco. Burbujear cloro gaseoso seco por el resto de la solución hasta que se necesite un volumen de tiosulfato de sodio aproximadamente igual al doble del empleado en la titulación original, pero no mayor. Cuando se ha agregado la cantidad de cloro requerida se produce un cambio de color característico del reactivo de Wijs, lo cual puede ayudar a la determinación del punto final.
- Titular de nuevo una porción de esta solución y si el contenido de halógenos es más del doble del original, se reduce agregando la cantidad necesaria de la solución de yodo separada al principio. El reactivo de Wijs es sensible a la temperatura, humedad y luz, por lo que debe guardarse en un lugar fresco y oscuro y nunca permitir que permanezca a temperaturas mayores a 30°C. (NGO 34 072 h2, 1982) También puede prepararse disolviendo 16.5 g ICl en 1 L de ácido acético. Almacenar en frasco de vidrio ámbar sellado con parafina hasta el momento de su uso. Establecer la relación I/Cl de la siguiente manera:

Contenido de yodo: Pipetear 5 ml de la solución de Wijs en un erlenmeyer de 500 ml que contiene 150 ml de solución de agua saturada con cloro y algunos núcleos de vidrio. Agitar, calentar hasta hervir, y hervir durante 10 minutos. Enfriar, agregar 30 ml de ácido sulfúrico (1+49) y 15 ml de solución de

yoduro de potasio al 15% y titular inmediatamente con tiosulfato de sodio 0.1M

• Contenido de halógenos totales:

Pipetear 20.0 ml del reactivo de Wijs en un erlenmeyer de 500 ml que contiene 150 ml de agua recientemente hervida y enfriada y 15.0 ml de solución de yoduro de potasio al 15%. Titular inmediatamente con tiosulfato de sodio 0.1M.

$$I/CI = 2X / (3B-2X)$$

- **X** = ml de tiosulfato requeridos para el contenido de yodo.
- **B** = ml requeridos para el contenido total de halógenos.

El radio entre I/Cl debe ser de  $1.10 \pm 0.1$  (Firestone, 2005)

# Preparación de la muestra

 Aceites: Preparar la muestra como se indica en el inciso 6.4.6 de este documento (Firestone, 2005)

# **Procedimiento Operatorio**

• En un recipiente de vidrio, pesar una cantidad de muestra tal que permita la existencia, después de la absorción, de un exceso de 50-60% del reactivo de Wijs agregado, es decir 100-150% de la cantidad absorbida. El siguiente cuadro puede servir de guía para determinar la cantidad de muestra que debe pesarse.

Índice de	100% de	150% de	Exactitud de la	
Yodo	exceso g	exceso g	pesada.	
3	10	10	±0.001	
3	10.576	8.4613	±0.005	
5	6.346	5.0770	±0.0005	
10	3.1730	2.5384	±0.0002	
20	1.5865	0.8461	±0.0002	
40	0.7935	0.6346	±0.0002	
60	0.5288	0.4231	±0.0002	
80	0.3966	0.3173	±0.0001	
100	0.3173	0.2538	±0.0001	
120	0.2644	0.2115	±0.0001	
140	0.2266	0.1813	±0.0001	
160	0.1983	0.1587	±0.0001	
180	0.1762	0.1410	±0.0001	
200	0.1586	0.1269	±0.0001	

Fuente: Norma COGUANOR NGO 34 072 h2, 1982

- Colocar cuidadosamente el recipiente con la muestra de aciete en un erlenmeyer de 500 ml y adicionar 20.0 ml de tetracloruro de carbono.
- Medir con pipeta volumétrica 25.0 ml de reactivo de Wijs, agregar al matraz que contiene la muestra, agitar con movimiento rotatorio, tapar.
- Preparar dos pruebas blanco y hacer la determinación simultánea con la muestra.
- Guardar los matraces en la oscuridad durante 30 minutos a una temperatura de 25 ± 5°C. Si el índice de yodo de la muestra es mayor de 150, guardar la muestra a esta temperatura durante una hora.
- Agregar 20 ml de solución de yoduro de potasio y 100 ml de agua destilada.
- Titular con solución de tiosulfato de sodio 0.1N, agregando gradualmente y con agitación vigorosa, hasta que el color amarillo casi haya desaparecido.
- Adicionar 1-2 ml de solución de almidón y continuar la titulación hasta desaparición del color azul.
- Efectuar las determinaciones por duplicado.

# **6.4.7.4.7.** Índice de saponificación

Se utilizó el método oficial AOAC 920.160 o bien la norma COGUANOR NGO 34 072 h1.

# Preparación de reactivos.

- Hidróxido de potasio, solución alcohólica: disolver 40 g de hidróxido de potasio, de grado reactivo para análisis, en 1.0 L de alcohol al 95%, manteniendo la temperatura debajo de 15.5°C mientras se disuelve todo el álcali, y luego se filtra. La solución debe permanecer límpida (COGUANOR NGO 34 072 h1, 1982).
- Acido clorhídrico 0.5N: tomar 51.5 g de ácido clorhídrico concentrado y completar a 1.0 L con agua destilada.
- Normalizar como sigue: disolver 0.5000 g de carbonato de sodio previamente triturado y seco a 110°C durante dos horas,

en 50 ml de agua. Agregar 0.1 ml de disolución de anaranjado de metilo R y valorar con el ácido preparado hasta que la solución vire de amarillo a rojizo. Calentar a ebullición durante dos minutos. La disolución se vuelve amarilla. Enfriar y valorar hasta coloración amarilla rojiza. Repetir el procedimiento hasta que el color rojizo no desaparezca con el calentamiento. (Farmacopea Española, 2002) .También puede prepararse como se indica en la USP.

- Anaranjado de Metilo: disolver 0.1 g de anaranjado de metilo en 80 ml de agua destilada y completar a 100 ml con alcohol absoluto. (Farmacopea Española, 2002).
- Fenolftaleína: Pesar 1.0 g de fenolftaleína y disolver con alcohol etílico al 95% en un balón aforado de 100 ml (COGUANOR NGO 34 072 h1, 1982).

#### Preparación de la muestra

Aceites: Preparar la muestra como se indica en el inciso 6.4.6.
 de este documento (Firestone, 2005)

#### **Procedimiento Operatorio**

- Pesar 4 a 5 g de la muestra y adicionar 50.0 ml de la solución alcohólica de hidróxido de potasio, medido con pipeta y dejando que escurra el contenido unos 30 segundos.
- Conectar el condensador de aire y se hierve suavemente hasta saponificación completa, lo cual, generalmente requiere 1h.
   Para evitar pérdidas, vigilar que el anillo de vapor que se forma en el condensador no llegue hasta la parte superior del mismo.
- Enfriar, sin dejar que la muestra se gelatinice, y se lava el interior del condensador con una pequeña cantidad de agua destilada.
- Retirar el condensador, adicionar 1 ml de fenolftaleína y titular con ácido clorhídrico, hasta desaparición del color rosado.
- Preparar una determinación en blanco, de la misma forma que la muestra.
- Las determinaciones se hacen por duplicado.

#### Obtención de los Resultados.

 El índice de saponificación se expresa en mg de hidróxido de potasio por gramo de muestra y se obtiene aplicando la siguiente ecuación y promediando los resultados obtenidos en las determinaciones en duplicado:

# Índice de saponificación, mg KOH/g = $56.1 (V_1 - V_2)N/m$

V1 = Volumen de la solución de ácido clorhídrico empleado en l a prueba en blanco, en centímetros cúbicos.

V2 = Volumen de ls solución de ácido clorhídrico empleado en la determinación con la muestra en centímetros cúbicos.

N = Normalidad de la solución de ácido clorhídrico.

m = Masa de la muestra, en gramos<sup>. (COGUANOR NGO 34 072 h1,</sup> 1982)(Firestone, 2005).

# 6.4.7.4.8. Índice de rancidez (prueba de Kreis).

Se incluye el método sugerido por la norma COGUANOR NGO 34 072 h12.

- Lavar los tubos de ensayo de vidrio de 150 x 25 mm con detergente, enjuagar con agua caliente y dejar en mezcla crómica durante algunas horas. Enjuagar varias veces con agua corriente, finalmente con agua destilada y se secan en el horno.
- El reactivo a utilizar es fluoroglucinol al 0.1% en éter dietílico.
- Agitar vigorosamente, durante 20 segundos, 10 ml de aceite con 10 ml de la solución de fluoroglucinol y 10 ml de ácido clorhídrico concentrado. La aparición de un color rosado es indicación de la rancidez incipiente (COGUANOR 34 072 H12; 1982).
- Si el aceite se diluye en proporción 1:20 con heptano y la prueba sigue siendo positiva, es probable que la rancidez de la muestra sea evidente al gusto y al olfato. (Kirk, 2008).
- También puede utilizarse la prueba de índice de peróxidos para establecer el grado de oxidación de la muestra, aplicando la metodología sugerida por la norma COGUANOR NGO 34 072 h21 o su variante moderna utilizando un kit comercial y

fotometría para establecer los meq de oxígeno activo por Kg de muestra.

#### 6.4.7.4.9. Índice de Peróxidos

Se incluye el método sugerido por la norma COGUANOR NGO 34 072 h21.

#### Preparación de Reactivos

- Solución de acido aceitito y cloroformo: Mezclar 3 volúmenes de acido acético glacial con dos volúmenes de cloroformo.
- Solución Saturada de Yoduro de Potasio: Se prepara con yoduro de potasio y agua destilada. Asegurarse que la solución permanezca saturada, (presencia de cristales). Se guarda en la oscuridad.
- Solución 0.1 N de Tiosulfato de Sodio
- Solución 0.01 N de Tiosulfato de Sodio: Medir con una pipeta 100ml de la solución 0.1N de tiosulfato de sodio, se coloca en un matraz volumétrico de 1,000ml y se completa el volumen con agua destilada.
- Almidón: Solución indicadora 1% de almidón soluble en agua destilada.

# Preparación de la muestra

 En el caso de que se trate de margarina se funde la muestra calentándola suavemente con agitación constante, evitando el calentamiento excesivo a una temperatura de 40C. Cuando la muestra esta totalmente fundida, dejar en un lugar tibio. Se decanta el aceite a un matraz limpio.

# **Procedimiento Operatorio**

- En un erlenmeyer de 250 mL, pesar 5 gramos y agregar 30 mL de la solución de acido acético y cloroformo.
- Disolver la muestra y agregar 0,5 mL de solución saturada de yoduro de potasio.
- Dejar la solución en reposo por 1 minuto exactamente, agitando ocasionalmente y agregar 30 mL de agua destilada.

- Agregar 0.5 mL de la solución de almidón y se continua la titilación (agitar vigorosamente).
- Agregar tiosulfato gota a gota hasta que el color azul haya desaparecido.
- Determinaciones por duplicado.
- Prueba en blanco usando la misma cantidad de reactivos y titulando en igual forma. La cantidad de solución 0.1 N de tiosulfato empleado no debe exceder de 0.1 mL.

#### Obtención de Resultados

 Es expresado como miliequivalentes de oxigeno peróxido por kilogramo de muestra, se calcula empleando la ecuación y promediando los resultados obtenidos en las determinaciones en duplicado.

#### **6.4.7.4.10.** Índice de Acidez

Se incluye el método oficial AOAC 940.28 aunque existen otras variaciones del mismo que pueden aplicarse.

- Pesar 7.05 de aceite bien mezclado en un beaker de 250 mL.
- Adicionar 50 ml de etanol caliente neutro (2.0 ml de fenolftaleína y NaOH 0.1M hasta débil coloración rosada permanente).
- Titular con NaOH 0.1M con agitación vigorosa hasta el primer cambio rosa suave que permanece más de un minuto.
- Calcular la cifra de ácidos grasos libres, como ácido oleico (1 ml de hidróxido de sodio 0.1M equivale a 0.0282 g de ácido oléico. (Firestone, 2005) (Kirk, 2008)

# 6.4.8 Determinación del perfil de ácidos grasos del aceite fijo obtenido de las especies más promisorias.

Materiales y equipo: Cromatógrafo de gases con detector FID temperatura 265°C e inyector 260°C. Columna capilar de 15 m x 0.10 mm de diámetro interno y 0.10 μm con recubrimiento polar

(detileneglicol polisuccinato, butadienol polisuccinato, etilenglicol poliadipato, etc); columna capilar de 15m x .0.10 mm de diámetro interno y 0.10  $\mu$ m, con recubrimiento especial que permita la separación de ácidos grasos poliinsaturados; estufa con agitador; pipetas automáticas de 1-100  $\mu$ l y de 100-1000  $\mu$ l; puntas descartables para pipetas automáticas. El tiempo de corrida de análisis duro 40 minutos por muestra.

- Reactivos: Trifloruro de boro al 14% en metanol, hexano, heptano, tolueno, bcl₃-metanol 12% p/p, 2,2-dimethoxypropano, sulfato de sodio anhidro, nitrógeno ó helio, estándar de ésteres de ácidos grasos al 2-4% en peso, estándar de ésteres metílicos de ácidos grasos poliinsaturados, cloruro de metileno.
- Cristalería: Balón de destilación de 50 ml, columna de reflujo, núcleos de ebullición, viales de microreacción 5 ml con tapa sólida, viales de microreacción 5 ml con tapa perforada, jeringa para inyección en cg 10 μl graduada a 0.1 μl.

#### **6.4.8.1.** Perfil de ácidos grasos, GLC de los ésteres de ácidos grasos.

Derivatización: Se preparan ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME, por sus siglas en inglés). Los ésteres metílicos de los ácidos grasos de cadena intermedia y larga de los aceites de la dieta (más de seis átomos de carbono) se preparan por el método del trifloruro de boro (BF<sub>3</sub>). Este método es confiable para fines generales, pero es preciso llevarlo a cabo con sumo cuidado porque el reactivo es venenoso (Kirk, 2008).

# Procedimiento operatorio

- Pesar 350 g de muestra en un matraz de 50 mL.
- Agregar 6 ml de solución metanólica de NaOH aproximadamente 0.5M y una perla de ebullición.
- Hervir con reflujo durante cinco a diez minutos o hasta que desaparezcan las gotas de grasa.

- Deslizar a través del condensador 7.0 mL de BF<sub>3</sub> al 14% en metanol, comercialmente preparado.
- Dejar en ebullición dos minutos más.
- Agregar a través del condensador 2-5 mL de heptano y continuar la ebullición durante otro minuto.
- Enfriar la solución y adicionar solución saturada de NaCl con agitación.
- Transferir 1 mL de la capa de heptano a un tubo de ensayo pequeño con tapa o a un vial y se agrega un poco de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anhidro.
- Esta solución contiene aproximadamente 100 mg/ mL de los ésteres metílicos y es adecuada para efectuar la determinación del perfil de ácidos grasos por cromatografía gas-líquido (Kirk, <sup>2008)</sup> también puede emplearse la técnica a escala micro en donde los aceites obtenidos pueden ser derivatizarse antes o después de la disolución.
- Cuando sea necesario, disolver la muestra en un solvente no polar como hexano, heptano o tolueno.
- Cuando la muestra se encuentra en medio acuoso, evaporar primero el agua a sequedad y entonces disolver el residuo con un solvente no polar.
- Pesar 1-25 mg de la muestra en un micro recipiente de reacción.
- Agregar 2 mL de BCl<sub>3</sub>.metanol 12% p/p. Un secuestrante de agua como el 2,2-dimethoxypropano puede adicionarse en este punto.
- Calentar a 60°C de 5-10 minutos. El tiempo de derivatización puede variar dependiendo de los componentes específicos.
- Enfriar y entonces agregar 1 ml de agua y 1 ml de hexano.
- Agitar el microrecipiente de reacción (esto es crítico para que los ésteres migren a la capa no polar).
- Dejar reposar las capas para que se separen, transferir cuidadosamente la capa orgánica superior hacia un vial limpio

- y secar la capa orgánica aplicando alguno de los procedimientos siguientes:
- Pasar la capa orgánica a través de una cama de sulfato de sodio anhidro durante el trasvasado al vial limpio. Mezclar.
- Agregar sulfato de sodio anhidro al vial limpio y mezclar.
- Para determinar el tiempo específico de la derivatización, analizar alícuotas de muestra representativa usando diferentes tiempos de derivatización. Graficar el área del pico (eje y) versus tiempo de derivatización (eje x). El tiempo mínimo a usar es aquel en el que no se observa ningún aumento al incrementar el tiempo (cuando la curva se torna plana).
- Si se sospecha que la derivatización completa nunca se ha alcanzado, utilizar reactivo adicional o re-evaluar la temperatura.
- Es importante preparar un blanco, con el mismo tratamiento de las muestras, para identificar cualquier problema que pueda presentarse.

#### 6.4.9. Análisis Estadístico

Todos los ensayos y mediciones se conducieron por triplicado para cada aceite; siempre que la cantidad de aceite obtenido lo permitió. Dicho número de repeticiones se escogió por conveniencia, en donde se tomó en cuenta la naturaleza de la muestra y los recursos con los que se disponían (reactivos e instrumental); ya que no se conocía con exactitud el rendimiento o cantidad de aceite que se obtendría de cada muestra. Los resultados se sometieron a un Análisis Estadístico Descriptivo.

# 7. RESULTADOS

Cuadro No.1 Porcentaje de Rendimiento obtenido de las especies en estudio.

Especie	Extracción	Gramos Totales de semilla	Gramos Totales de Aceite	Porcentaje de rendimiento
Crescentia cujete	En frío por medio de PRENSA CARVER	100.369 g	53.9736 g	53.77%
Cucumis Melo	En frío por medio de PRENSA CARVER	478.43 g	68.0210 g	14.22%
Acrocomia mexicana	En frío por medio de PRENSA CARVER	1196.2 g.	35.7636 g	2.99%
Mammea americana	En frío por medio de PRENSA CARVER	1,426.7 g	0.g	0.0%
Pachira aquatica	En frío por medio de PRENSA CARVER	700.19 g	0.g	0.0%

Fuente. Datos Experimentales obtenidos en el Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales LIEXVE.

\*\*
Las especies Mammea americana (Mamey) y Pachira aquatica (Zapotón) no reportan ningún porcentaje de rendimiento debido a que no se obtuvo aceite fijo de las mismas.

Cuadro No. 2 Características organolépticas del aceite fijo obtenido de las especies de estudio.

Especie	Olor	Color según taco de color tipo PANTONE	Absorbancia/ Longitud de máxima	Apariencia
Crescentia cujete	Característico a Marillos 0.12191/361		0.12191/361nm	Liquido poco viscoso traslúcido
Cucumis melo	Ligeramente Dulce	Taco de color No. 1 Amarillos Oruga K1-12	0.13304/319nm	Liquido fluido a temperatura ambiente, poco viscoso
Acrocomia mexicana	Característico grasa	Taco de color No.1 Móvil K1-01	0.14749/365nm	Grasa sólida a temperatura ambiente
Mammea americana	N.D	N.D	N.D	N.D
Pachira aquatica	N.D	N.D	N.D	N.D

Fuente. Datos Experimentales obtenidos en el Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales LIEXVE.

\*\*Las especies Mammea americana (Mamey) y Pachira aquatica (Zapotón) no reportan ningún resultado organoléptico debido a que no se obtuvo aceite fijo de las mismas.

N.D No determinado

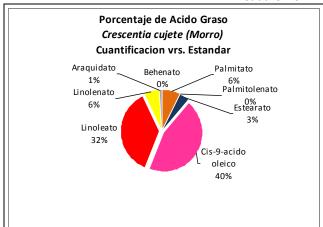
Cuadro No. 3 Características Fisicoquímicas del aceite fijo obtenido de las especies de estudio.

Especie	Densidad g/mL	Índice de refracción	Índice de Saponificación	Índice de Yodo	Valor acido o Índice de Acidez	Índice de Peróxidos	Punto de Humeo	Punto Fusión	рН	Ácidos Grasos Libres como ácido oleico	Índice de Rancidez	Punto de Frio
Crescentia cujete	0.909 ± 0.001	1.477	66.38	118.32	3.60 ± 0.90	21.86	141.00	11.00	5.28	1.81% ± 0.45	Cumple	Líquido a 25°C
Cucumis melo	0.921 ± 0.001	1.490	217.97	146.04 ± 4.31	3.04	38.26	215.00	25.00	5.76	1.3%	Cumple	Líquido a 25°C
Acrocomia mexicana	0.931 ± 0.001	1.462	298.64 ± 1.13	51.08	3.00	142.10	139.66 ± 0.57	33.83 ± 0.28	4.78	1.51%	Cumple	Sólido a 25°C
Mammea americana	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Pachira aquatica	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

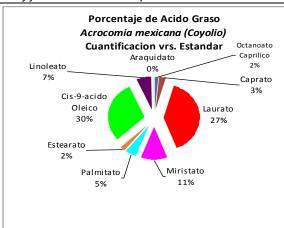
Fuente. Datos Experimentales obtenidos en el Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales LIEXVE. \* Las especies Mammea americana (Mamey) y Pachira aquatica (Zapotón) no reportan ningún resultado fisicoquímico debido a que no se obtuvo aceite fijo de las mismas.

N.D. No determinado

Cuadro No. 4 Perfil de Ácidos Grasos del aceite fijo obtenido de las especies en estudio.

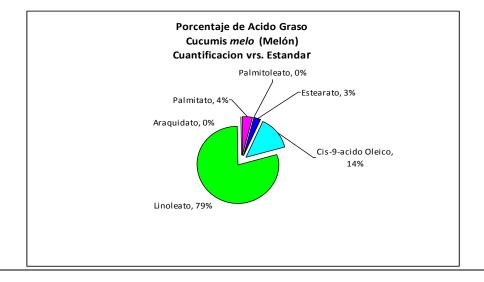


ACIDO GRASO	CLASIFICACION
Palmítico	Saturado
Palmitolenico	Insaturado
Esteárico	Saturado
Oleico	Insaturado
Linoleico	Polinsaturado
Linolenico	Polinsaturado
Araquidato	Saturado
Behico	Saturado



ACIDO GRASO	CLASIFICACION
Caprilico	Saturado
Caprico	Saturado
Laurico	Saturado
Miristico	Saturado
Palmítico	Saturado
Estearico	Saturado
Oleico	Insaturado
Linoleico	Polinsaturado
Araquidato	Saturado

ACIDO GRASO	CLASIFICACION
Palmítico	Saturado
Palmitoleíco	Insaturado
Esteárico	Saturado
Oleico	Insaturado
Linoleico	Polinsaturado
Araquidato	Saturado



Fuente: Laboratorio Nacional de Salud.

# 8. DISCUSION DE RESULTADOS

Guatemala es un país rico en flora nativa, la cual no es utilizada y explotada en toda su capacidad, debido a que no se cuenta con la información necesaria para ello; por lo que el objetivo del presente trabajo de investigación, fue la búsqueda de información teórica y experimental acerca de los posibles usos de las semillas de 5 plantas oleginosas; por medio de la determinación de la presencia de aceites fijos en las mismas; con el fin de encontrar usos potenciales industriales y/o alimenticios.

Para fines de estudio se utilizaron cinco especies americanas *Crescentia cujete* (Morro), *Mammea americana* (Mamey), *Pachira aquatica* (Zapotón), *Cucumis melo* (Melón) y *Acrocomia mexicana* (Coyolio).

Se inició con el análisis organoléptico de la materia vegetal de las semillas de las cinco especies de estudio; el cual consistió en el análisis de color, largo, ancho, grosor, porcentaje de humedad, presencia de material visible, enfermedades y microorganismos patógenos. El color se determinó por medio de la comparación visual con un patrón de referencia, utilizando un taco de color tipo PANTONE, asignándole un código de color correspondiente a cada especie de semilla. (Anexo No. 1)

El proceso de secado de las semillas extraídas fue natural, colocadas en láminas expuestas directamente al sol durante las horas de mayor incidencia de 11 am a 2 pm. En el caso de las semillas de la especie de *Mammea americana* (Mamey), fue necesario someter las semillas a un proceso de secado utilizando un horno de convección durante intervalos de tiempo cortos de 15 a 20 minutos; hasta que se obtuviese la humedad requerida para mantenerlas en óptimas condiciones, la cual debe ser menor al 10%, para tener un mejor rendimiento. Dicho porcentaje de humedad fue determinado por medio de una balanza de humedad, obteniéndose porcentajes oscilantes entre 7-8% (± 0.6165) para *Mammea americana* (Mamey); para *Crescentia cujete* (Morro); 7.68% (± 0.1909); para *Cucumis melo* (Melón) entre 5-6% (± 0.19); para Acrocomia *mexicana* (Coyolio) 2.23% (± 0.02). Para la especie *Pachira aquatica* (Zapotón), no se pudo llevar a cabo dicha determinación de humedad, ya que la semilla presentó una cubierta demasiado dura, lo cual dificultó en tratamiento de la misma. (Anexo No. 2) La densidad fue determinada por medio del desplazamiento del volumen con respecto a la cantidad de material vegetal. (Anexo No. 2)

Para identificar la ausencia o presencia de microorganismos patógenos y/o enfermedades, se observó el material vegetal por medio de un estereoscopio, pudiéndose observar la ausencia de los mismos.

El proceso de extracción se realizó por medio de expresión en frío utilizando una prensa hidráulica marca CARVER, modelo C serie N 24000 536; obteniéndose un porcentaje de rendimiento de 53.77% para la especie *Crescentia cujete* (Morro), el cual es superior al rendimiento del aceite de calza (canola), 22.8% - 26.4%; (Luna, 2007, pp. 91) que es uno de los aceites comestibles mas consumidos a nivel mundial, por lo que se considera un excelente porcentaje de rendimiento. Para la especie *Cucumis melo* (Melón) se obtuvo un porcentaje de rendimiento de 14.22%, el cual es similar al aceite de pepita de uva que reporta un porcentaje de rendimiento oscilante entre 12.35% - 16.00%; (Jurado, 2009, pp. 48) por lo que se considera promisorio debido al perfil de ácidos grasos presentado por el aceite obtenido.

Para la especie *Acrocomia mexicana* (Coyolio) se obtuvo un porcentaje de 2.99%; considerándose un porcentaje de rendimiento bajo y poco rentable. (Cuadro No.1)

El análisis organoléptico de los aceites fijos obtenidos, abarcó los siguientes parámetros: aspecto, color, olor y absorbancia máxima (Tabla No.3), en donde el aspecto de los tres aceites de las diferentes especies fue: líquido traslucido y poco viscoso; el olor fue característico de cada especie y el color fue determinado por medio de un taco PANTONE asignándole el código correspondiente según el color observado en cada aceite, bajo condiciones reproducibles de luz y la participación de varios analistas.

Por medio de espectrofotometría se determinó la longitud de onda a la cual cada aceite fijo absorbe la mayor cantidad de luz, identificándose una absorba3eewbncia máxima para la especie *Crescentia cujete* de 0.12191 a una longitud de onda de 361nm; 0.13304 a 319nm para la especie *Cucumis melo* y para la especie *Acrocomia mexicana* a 0.14749/365nm.

El límite de absorbancia puede utilizarse como parámetro de calidad, ya que sirve para determinar el porcentaje de pureza del aceite extraído, la cantidad de concentración de los diferentes compuestos en la muestra y detectar estructuras moleculares, que pueden o no ser no ser específicas en estudios posteriores.

La calidad de los aceites fijos es de gran importancia para justificar el cultivo de la especie que lo provee en forma rentable. Existen propiedades e índices que en su conjunto revelan el grado de calidad y conservación del aceite. Ellos son: Punto de fusión, solidificación, densidad, índice de refracción, índice de acidez, índice de yodo, índice de saponificación, e índice de peróxido. (Luna, 2007, pp. 34)

Además, las técnicas cromatográficas son de gran utilidad para investigar impurezas o falsificaciones, como también para la identificación y cuantificación del perfil de ácidos grasos presentes en dichos aceites.

Dichos parámetros de calidad, además del análisis organoléptico, fueron evaluados por triplicado en los aceites fijos obtenidos de las especies *Crescentia cujete* (Morro), *Acrocomia mexicana* (Coyolio) y *Cucumis melo* (Melón); únicamente, <sub>(Anexo No. 3)</sub> ya que de las especies *Mammea americana* (Mamey), *Pachira aquatica* (Zapotón) no se obtuvo ningún aceite fijo por expresión en frío, ambas semillas presentaron una cubierta gruesa y de alta dureza lo que dificultó su expresión.

El aceite fijo de la semilla de la especie *Crescentia cujete* (Morro), presentó una densidad promedio de 0.9096 g/ml; la especie *Cucumis melo* (Melón) presentó una densidad de 0.9207 g/ml y la especie *Acrocomia mexicana* (Coyolio) fue 0.9309 g/ml. Con relación a densidades reportadas para otros aceites, se encontró similitud con el aceite de maní (0.912-0.920g/ml) y con el aceite de oliva (0.910 g/ml -0.906 g/ml) (COEX, 1999)

La densidad es una constante que no varia mucho para una aceite determinado cuando esta puro y freso, pero es afectado por la edad, rancidez y cualquier otro tratamiento especial que se le realice al aceite. Esto se puede evidenciar en los resultados obtenidos, ya que dichos resultados presentaron una desviación estándar de +-0.001. (Cuadro No.3) considerándose datos homogéneos ya que la estadística considera de esta manera, cuando la desviación estándar es al menos de una orden menor al promedio.

El índice de refracción se define como el cociente entre el seno del ángulo de incidencia y el seno del ángulo de refracción de la luz monocromática las pasar del aire a un medio ópticamente más denso. Este parámetro depende de la composición de la muestra, la longitud de onda de la radiación utilizada, temperatura y densidad. (Jurado, 2009, pp. 32). Está ligado a la densidad, ya que la luz encontrará mayor dificultad para propagarse cuanto mayor sea la cantidad de materia que haya que atravesar para una misma distancia. (Jurado, 2009, p. 32)

Así pues, a mayor densidad, menor velocidad y mayor índice de refracción; y si la temperatura cambia también lo hará la densidad; comportándose inversamente proporcional (mayor

temperatura, menor densidad); y si la densidad cambia, significa que la velocidad de onda cambia y por lo tanto, el índice de refracción.

Los aceites fijos obtenidos de las tres especies de estudio, no se comportan según lo descrito por la literatura, ya que la especie *Crescentia cujete* (Morro), presentó una densidad promedio de 0.9096 g/ml y un índice de refracción de 1.477; la especie *Cucumis melo* (Melón) presentó una densidad de 0.9207 g/ml y un índice de refracción de 1.4902; y por último la especie Acrocomia *mexicana* (Coyolio) presentó una densidad de 0.9309 g/ml y un índice de refracción de 1.4627. (Cuadro No.3) Observándose que el aceite que reportó mayor densidad presentó menor índice de refracción comportándose inversamente proporcional; lo cual no es lo esperado según la literatura.

El índice de saponificación es un parámetro de medida de la cantidad total de ácidos grasos (libres y combinados) que contiene una grasa o aceite. El índice de saponificación representa el peso en miligramos de KOH necesario para saponificar 1 gramo de muestra. (Luna, 2007, pp.74)

Esta en función del peso molecular de los ácidos grasos de la muestra, así, cuanto menor sea el peso molecular medio de los ácidos presentes mayor será el número de moléculas de triglicéridos (y por lo tanto de ácidos) contenidos en 1 gramo de muestra. (Jurado, 2009, pp. 52)

Es decir, el índice de saponificación es inversamente proporcional a la medida de los pesos moleculares de los ácidos grasos de los glicéridos presentes en el aceite.

El aceite fijo obtenido de la especie *Crescentia cujete* (Morro), presentó el índice de saponificación mas bajo de los tres aceites analizados, el cual fue de 66. 38; dicho resultado era el esperado, ya que es el aceite fijo con mayor número de ácidos grasos de cadena larga (mayor peso molecular), comportándose inversamente proporcionales, tal como lo indica la literatura consultada. Respecto a los aceites fijos de las especies *Cucumis melo* (Melón) y *Acrocomia mexicana* (Coyolio) presentaron mayores índices de saponificación 217.97 y 298.64 respectivamente; lo cual era lo esperado; ya que ambos aceites poseen en su estructura menor cantidad de ácidos grasos de cadena larga en comparación con el aceite de la especie *Crescentia cujete* (Morro). A pesar de que el aceite de la especie *Acrocomia mexicana* (Coyolio) debió presentar un índice de saponificación menor que el aceite de la especie *Cucumis melo* (Melón), por su peso molecular medio de ácidos grasos, dichos resultados se consideran trazables. (Cuadro No.3)

El índice de Yodo es una estimación del grado de instauración de una grasa o aceite, es decir es la cantidad de dobles enlaces de los ácidos grasos presentes en la misma. (Luna, 2007, p. 70)

Este parámetro de calidad es el mejor método para clasificar a los aceites, pues permanecen

casi inalterados y permiten caracterizarlos dando una base para saber si es pura o si se encuentra mezclada. (Jurado, 2009, pp. 37)

El grado de insaturación que presenten los ácidos grasos que constituyen los glicéridos de un aceite, o sea la cantidad de dobles enlaces determinará el grado de secantabilidad o poder secante de un aceite, orientando de gran manera su uso industrial y/o comestible.

Los que poseen mayor cantidad de dobles enlaces al ser expuestos al aire se oxidan (absorben O2) espesándose y endureciéndose rápidamente. (Luna, 2007, pp.36) Poseen índices de yodo altos por encima de 140. (Cuadro No.3). Los que poseen esta propiedad se denominan secantes y generalmente son de uso industrial, ya que forman una película trasparente parecido a la goma elástica. (Luna, 2007, pp.36) El aceite fijo de la especie *Cucumis melo* (Melón), se puede clasificar dentro de este grupo, ya que reportó un índice de yodo de 146.04. (Cuadro No.3)

Los aceites que bajo la acción del oxigeno del aire se oxidan, es decir que se espesan y endurecen mas lentamente y no por completo, se llaman semisecantes, poseen índices de yodo intermedios oscilantes entre 100 y 135. Aquí se encuentra la mayoría de los aceites comestibles; (Luna, 2007, pp.35) y dentro de esta clasificación se puede incluir al aceite fijo de la especie *Crescentia cujete* (Morro), ya que reportó un índice de yodo de 118.32 (Cuadro No.3) y por último los no secantes, estos no se solidifican en absoluto, ni siquiera después de un largo tiempo, manteniendo su estado liquido. Poseen índices de yodo inferiores a 100, por ejemplo el aceite de oliva y maní (Luna, 2007, pp.35) acá se encuentra el aceite fijo de la especie Acrocomia *mexicana* (Coyolio) ya que presentó un índice de yodo de 51.08. (Cuadro No.3)

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede clasificar al aceite de la especie *Crescentia cujete* (Morro) como aceite semisecante, al igual que al aceite de *Cucumis melón* (Melón), ya que a pesar de presentar un índice de yodo alto, no es tan superior como para considerarlo secante. Y en el caso del aceite de *Acrocomia mexicana* (Coyolio) se clasifica como no secante.

El índice de yodo puede variar ligeramente con la edad y la forma de conservación de los aceites y esta variación es mas crítica para los aceites secantes, por lo que una vez extraídos deben conservarse adecuadamente. (Jurado, 2009, pp. 37)

Como se mencionó anteriormente el índice de Yodo es una estimación del grado de insaturaciones que posee una grasa o aceite, lo cual fue observado en los tres aceites fijos obtenidos; ya que al comparar los resultados del perfil de ácidos grasos (Tabla No. 5) y los resultados del índice de Yodo (Tabla No. 4) ,se observa que el aceite fijo obtenido de la especie *Cucumis melo* (Melón), reportó un índice de yodo de 146.04 y un porcentaje de ácidos grasos insaturados:saturados en una relación de 96:4; el aceite fijo de la especie *Crescentia cujete* (Morro), un índice de yodo de 118.3 y un porcentaje de ácidos grasos insaturados:saturados en una relación de 90:10 y por último el aceite fijo de la especie *Acrocomia mexicana* (Coyolio) un índice de yodo de 51.02 y un porcentaje de ácidos grasos insaturados: saturados en una relación de 37:63.

Dichos resultados confirman lo descrito por la literatura que el índice de yodo es un parámetro útil para predecir el grado de instauraciones, siendo una técnica analítica más económica que la obtención de un perfil de ácidos grasos; ya que el aceite fijo obtenido de la especie *Cucumis melo* (Melón), reportó el mayor índice de yodo y el mayor porcentaje de ácidos grasos insaturados, seguido del aceite fijo de la especie *Crescentia cujete* y por último el aceite fijo de la especie *Acrocomia mexicana* (Coyolio).

Se entiende por índice de acidez o valor ácido a los miligramos de NaOH necesario para saturar los ácidos grasos libres contenidos en un gramo de aceite; es decir es la suma de los ácidos grasos no combinados resultado de la hidrólisis parcial o descomposición lipolítica de algunos triglicéridos, ya sea por (Hidrólisis enzimático, tratamiento químico, o acción bacteriana.) Es de importancia tanto para aceites comestibles como para los lubricantes, ya que no pueden contener ácidos grasos libres más allá de un límite establecido debido a que se considera como impureza en las grasas y aceites. (Jurado, 2009, pp. 35)

Los tres aceites fijos de estudio, presentaron índices de acidez (Tabla No.4) dentro del dato teórico correspondiente 4mg de NaOH/g de aceite; dicha baja acidez significa que los aceites extraídos proceden de frutos sanos y se han extraído y almacenado en condiciones óptimas, por lo que no han sufrido ningún tipo de descomposición lipolítica, considerándose aceites estables.

El índice de acidez varía constantemente, al igual que el índice de peróxidos, con el paso del tiempo y la variación de temperatura. (Luna, 2007 pp. 120) Los aceites experimentan un proceso de oxidación al hacer contacto con el aire; en donde este proceso es mayor, en cuanto mayor sea la instauración de los ácidos grasos presentes en el aceite. Como se pude observar en los resultados obtenidos (Tabla No.4) los aceites de las tres especies no reportaron resultados según la

literatura, en relación al número de insaturaciones e índice de peróxidos, ya que se comportan inversamente proporcionales.

A pesar de no obtenerse resultados según la literatura, dichos resultados indican que durante la extracción el aceite de *Crescentia cujete* (Morro) y *Cucumis melo* (Melón), no sufrieron gran degradación oxidativa a pesar de poseer en sus estructuras mayores instauraciones que el aceite de la especie *Acrocomia mexicana* (Coyolio), reportando menores índices de peróxidos; lo cual pone de manifiesto que poseen una buena resistencia a la oxidación; ocurriendo lo contrario con el aceite de la especie *Acrocomia mexicana* (Coyolio), reportando el mayor índice de peróxidos a pesar de poseer menores instauraciones.

Otro parámetro relacionado con al acidez, es la determinación del pH, en donde los tres aceites de estudio reportaron pH ácidos en un rango de (4-5), (Cuadro No.3) por lo que se pueden considerar sustancias ácidas indicando la presencia de grupos carboxilo.

El punto de fusión es la temperatura a la cual existe un equilibrio de fases, es decir, la sustancia pasa de estado sólido a líquido. Los aceites naturales, como mezclas de glicéridos y otras sustancias no tienen punto de fusión neto y definido, es decir, no presentan un punto crítico de sólido a líquido; este paso lo realizan gradualmente a través de estados pastosos hasta el completamente líquido.

Los ácidos grasos insaturados presentan por lo general puntos de fusión más bajos que los ácidos grasos saturados; esto se debe a que éstos últimos poseen una estructura uniforme lo que les permite empacarse más fácilmente formado cristales. Sin embargo en los ácidos grasos insaturados los dobles enlaces introducen vueltas y pliegues en las cadenas hidrocarbonadas, haciendo muy difícil la formación de cristales; es decir, mientras mas dobles enlaces existan, mas difícil es que se cristalice, por lo que mas bajo será el punto de fusión del aceite. (Jurado, 2009, pp. 27)

En este caso los tres aceites fijos de estudio, se comportaron como lo indica la literatura, presentando puntos de fusión (Cuadro No.3) inversamente proporcionales al número de instauraciones que poseen en su estructura los ácidos grasos que lo conforman. En donde el aceite de la especie *Crescentia cujete* (Morro) reportó el punto de fusión mas bajo ya que es el aceite que posee mayor número de instauraciones, seguido del aceite de *Cucumis melo* (Melón) y por último el aceite de *Acrocomia mexicana* (Coyolio).

El punto de Humeo, es la temperatura a la que los productos de la descomposición de un aceite, se desprenden, en gran cantidad para hacerse visibles en forma de humo. Este parámetro de calidad permite medir la estabilidad térmica de un aceite cuando es calentado en contacto con el aire, ya que los ácidos grasos al ser calentados en contacto con el aire, son mucho menos estables que los glicéridos; dependiendo así, los puntos de humeo principalmente de su contenido de ácidos grasos libres. (Bailey, 1987 pp.76)

En este caso los tres aceites fijos en estudio presentaron porcentajes de ácidos grasos libres por arriba del dato teórico de 0.1% (COEX, 1999) pero reportaron puntos de humeo muy parecidos; (Cuadro No.3) ya que el aceite extraído de la especie *Cucumis melo* (Melón) presentó un porcentaje de acidez de 1.13%, el aceite de la especie *Acrocomia mexicana* (Coyolio) 1.5% y el aceite de la especie *Crescentia cujete* (Morro) 1.81%; mientras que la temperatura para el punto de humeo fueron de 139-141 °C, para los tres aceites en estudio por lo que no se observó el comportamiento descrito por la literatura.

Otro factor determinante que afecta el punto de humo de una aceite es la cantidad de refinamiento y transformación que sufre; es decir un aceite sin refinar que generalmente es obtenido por presión en frío, sin ser sometidos a altas temperaturas o productos químicos presentaran contenido orgánico, por lo que reportarán puntos de humo inferiores en relación con un aceite refinado. (Bailey, 1987 pp.76) A dicho factor puede retribuírsele que los tres aceites fijos obtenidos presentaron relativamente bajos puntos de humo en comparación con otros aceites comestibles refinados como el aceite de maní 232 °C, aceite de aguacate 255 °C y aceite de oliva 210 °C.

Según la revisión bibliografía a la fecha no existen reportes y/o estudios acerca de la caracterización de los aceites fijos de las especies de estudio, por lo cual no hay normas que permitan establecer los requisitos mínimos que debe cumplir los aceites; por lo que los valores obtenidos en el perfil de ácidos grasos se compararon con la normativa vigente de otros aceites de uso cosmético y alimenticio, con el fin de encontrar sus posibles aplicaciones por medio de dicha comparación.

Para la obtención del perfil de ácidos grasos, cada muestra de aceite obtenido fue inyectado por triplicado para su identificación y cuantificación posterior. (Anexo No 5)

En el perfil de ácidos grasos obtenido para el aceite de la especie *Crescentia cujete* (Morro) se puede observar  $_{(Cuadro\ No.4)}$  que posee en su estructura ácidos grasos saturados como insaturados, que van desde el carbono 16 (C16:0) hasta el carbono 22 (C22:0); presentándose en mayor proporción el ácido oleico ( $C_{18:1}$ ); con un 39.81%; seguido del ácido linoleico ( $C_{18:2}$ )con un 32.24%; y por último el ácido palmítico ( $C_{16:0}$ ) con 6.26%; siendo éstos, los tres ácidos grasos predominantes en dicho aceite. Reportando mayor porcentaje de ácidos grasos insaturados.

En el caso de aceite de la especie *Cucumis melón* (Melón); se obtuvo un perfil de ácidos grasos, en donde predominaron los ácidos grasos insaturados; en donde el acido linoleico ( $C_{18:2}$ ), se presentó en mayor proporción reportando un porcentaje de 78.21%; seguido del ácido oleico ( $C_{18:1}$ ) con un 13.61% y por último el ácido palmítico ( $C_{16:0}$ ) con un 3.83%. ( $C_{Cuadro No.4}$ )

Como se puede observar ambos aceites presentaron dentro de su perfil de ácidos grasos los mismos ácidos grasos predominantes; ácido oleico ( $C_{18:1}$ ); ácido linoleico ( $C_{18:2}$ ) y ácido palmítico ( $C_{16:0}$ ). En donde los ácidos grasos de mayor proporción son ácidos grasos insaturados, por lo que se puede considerar a dichos aceites como "aceites poliinsaturados".

Los distintos ácidos grasos que componen cada aceite le proporciona características diferenciales, existiendo una relación directa entre dicha composición y el comportamiento en cuanto a la salud humana, especialmente en los problemas cardiovasculares.

Las dietas ricas en ácido oleico tienen efectos beneficiosos en la regulación del metabolismo de los lípidos y el equilibrio del peso corporal, reduce el riesgo de padecer enfermedades coronarias o hepáticas, disminuye el nivel de LDL, o colesterol "malo" en sangre y aumenta el de HDL o colesterol "bueno". (Rodas, 2007 pp.406)

Por su parte el ácido linoleico es indispensable por lo que se les considera un acido graso esenciales omega 6; que nuestro organismo necesita para un buen desarrollo y funcionamiento y que debemos proporcionarle a través de los alimentos, siguiendo una dieta sana y equilibrada, debido a que no es sintetizado por el organismo . De igual manera el ácido araquidónico, es acido graso esencial omega 6; el cual puede ser sintetizado a partir del ácido linoleico.

Los aceites más indicados son los que contienen un alto porcentaje de ácidos grasos insaturados, particularmente el ácido linoleico. A su vez la relación de ácidos poliinsaturados/grasas saturadas debe ser alta. En este caso los aceites fijos obtenidos de las especies *Crescentia cujete* (Morro) y *Cucumis melo* (Melón) son excelentes candidatos para consumo alimenticio, ya que sus ácidos grasos predominantes son el ácido oleico y linoleico.

Su uso alimenticio también se puede pretender debido a sus características fisicoquímicas ya que los aceites comestibles contienen buena cantidad de ácidos grasos insaturados, dando índices de yodo relativamente altos lo cual se presentó en ambos aceites. Dicho resultado también indica que son aceites semisecantes, al igual que la mayoría de los aceites comestibles como el aceite de maní.

El posible uso alimenticio del aceite de la especie *Crescentia cujete* (Morro), se recomienda, que sea utilizado únicamente en forma cruda para condimentar y no para cocinar, ya que los aceites que reportan punto de humo bajos, como el aceite en estudio, son ideales para saltear, hornear a baja temperatura y uso de mesa en general; además por presentar un pH ácido le dará una característica extra al sabor.

El aceite elegido para freír debe ser capaz de llegar con seguridad a temperaturas altas de 190 °C; tal es el caso del aceite de la especie *Cucumis melo* (Melón), dicho aceite es óptimo ya que por su alto contenido de ácido linoleico se puede considerar un "aceite dietético."

Contrariamente, el ácido linolénico (tres enlaces dobles) según algunas investigaciones resulta pernicioso para la salud, dicho ácido se encuentra en una pequeña proporción en el aceite de la especie *Crescentia cujete* (Morro). (Cuadro No. 4) Estas grasas tienen el inconveniente de que se oxidan con facilidad, interviniendo en procesos de formación de radicales libres que son nocivos para la salud. Aunque el organismo puede inactivar tales procesos por medio de sustancias antioxidantes, no es prudente abusar de las grasas poliinsaturadas. Por esta razón, se recomienda que su consumo sea de 3 a 7% del total de la grasa, sin sobrepasar nunca el 10%. (Bolívar, 2012, pp. 51) Por lo mencionado anteriormente podría considerarse un posible estudio toxicológico a dichos aceites para establecer su seguridad de uso.

Idealmente para un correcto funcionamiento del organismo se tiene que establecer la relación adecuada entre los ácidos grasos esenciales omega-3 y omega -6, la proporción adecuada se sitúa en 4:1, dicha proporción también es ideal ya que si es mayor a la misma se hace necesario la adición de antioxidantes.

En este caso el aceite fijo extraído de la especie *Crescentia cujete* (Morro) presentó una proporción de ácidos grasos esenciales omega-3 y omega -6, de 1:8, <sub>(Cuadro No. 4)</sub> por lo que se recomienda la adición de antioxidantes para prolongar la vida útil del aceite.

Además de uso alimenticio, también se sugiere su uso en cosméticos, principalmente como agentes emolientes, ya que por su alto índice de yodo se infiere que, son aceites con un alto grado de instauraciones. Este es un aspecto muy importante, ya que estudios han determinado que cuanto mayor es el grado de instauraciones de un aceite, menor es su viscosidad y mayor su tasa de penetración en la piel reduciendo la perdida de agua de la piel actuando como un buen emoliente. (Jurado, 2009, pp. 15)

Por otro lado el aceite de la especie *Acrocomia mexicana* (Coyolio); presentó un perfil de ácidos grasos diferente al de los dos aceites anteriores, ya que el ácido láurico ( $C_{12:0}$ ) fue el de mayor proporción con un 26.95%; seguido del ácido oleico ( $C_{18:2}$ ) reportando un 20.30% y por último el acido mirístico ( $C_{14:0}$ ) con un 7.72%.

Por lo que al aceite obtenido de la especie *Acrocomia mexicana* (Coyolio); pertenece al grupo de aceites "Láurico", siendo el acido láurico el que determina las características principales de este aceite.

El alto contenido de ácido láurico o cadena de longitud media y corta de ácidos grasos proporciona a este tipo de aceite sus propiedades distintivas. Las cadena de longitud media es mucho más hidrofílica que los que los de cadena larga; lo que en consecuencia da como resultado propiedades interfaciales que son ampliamente utilizadas para la elaboración de detergentes, lubricantes, cosméticos y emulsificantes. (Luna, 2007 pp. 32)

En este caso dicho aceite infiere un uso potencial a nivel industrial al poseer en mayor proporción el acido láurico, por lo que se sugiere su uso en la elaboración de detergentes y jabones ya que los jabones elaborados con ácido láurico producen grandes cantidades de espuma y poseen la propiedad de disolver la grasa y el aceite rápidamente. Esta función de elaboración de jabones también se le atribuye, debido al alto índice de saponificación obtenido en dicho aceite, como también al bajo índice de yodo obtenido, en donde este último parámetro le proporciona las características de dureza a los jabones; por lo que a menor índice de yodo mayor dureza. Los resultados obtenidos son comparables con un aceite utilizado para la elaboración de jabones, como lo es el aceite de babasú.

Al aceite de la especie *Acrocomia mexicana* (Coyolio); también puede atribuírsele usos alimenticios; ya que las principales aplicaciones de los aceites láuricos en alimentos se encuentran en productos elaborados, debido, precisamente, al contenido de grasas de cadena corta, por lo que son muy apropiados para la elaboración de caramelos, proporcionando una sensación fría en cuanto se van derritiendo en el paladar, por lo que pueden considerarse grasas de repostería.

El consumo de este tipo de grasas está relacionado con el aumento del colesterol sanguíneo y con la aparición de enfermedades cardiovasculares. Estas grasas son la causa dietética más grande de niveles de LDL ("colesterol malo") altos: por lo que el consumo de las mismas se deben limitar al 10% de las calorías. (Bolívar, 2012, pp. 51)

En el aceite fijo extraído de la especie *Acrocomia mexicana* (Coyolio), la presencia del ácido oleico en dicho aceite, mejorará sus efectos en la salud.

Los resultados obtenidos de la caracterización fisicoquímica y perfil de ácidos grasos permitieron elaborar el primer borrador de fichas tipo COGUANOR para los aceites obtenidos de las especies *Crescentia cujete* (Morro), *Cucumis melo* (Melón) y *Acrocomia mexicana* (Coyolio).

En dichas fichas se incluyeron toda la información disponible sobre cada especie en estudio, así como también los antioxidantes, antiespumantes y otros aditivos aprobados para los aceites comestibles por falta de referencias mas apropiadas. (Anexo No. 9)

Es necesario realizar otros estudios de mayor extensión para establecer la variabilidad de las especies mas promisorias como es el caso de la especie *Crescentia cujete* (Morro) y *Cucumis melo* (Melón) para la rectificación de la propuesta de ficha COGUANOR realizadas.

Debido a que se sugiere el consumo alimenticio de los aceites en estudio también se hace necesaria la realización de estudios de toxicidad in vitro e in vivo como DL<sub>50</sub> entre otras.

# 9. CONCLUSIONES

- La especie Crescentia cujete (Morro) reportó un porcentaje de rendimiento de 53.77%; para la especie Cucumis melo (Melón) de 14.22% y por último para la especie Acrocomia mexicana (Coyolio) se obtuvo un porcentaje de 2.99.
- 2. Se caracterizó por primera vez el aceite fijo de las semilla de las especies Crescentia cujete (Morro), Cucumis melo y Acrocomia mexicana (Coyolio), de acuerdo a la caracterización fisicoquímica presentaron resultados similares y comparables con aceites comestibles e industriales ya conocidos; por lo que se consideran especies prometedoras con usos potencialmente factibles dentro ambos mercados.
- 3. De acuerdo a la composición del perfil de ácidos grasos obtenido por medio de cromatografía de gases, del aceite fijo de las especies en estudio, se encontró mayor proporción de ácidos grasos insaturados en las especies *Crescentia cujete* (Morro) y *Cucumis melo*; en donde los principales ácidos grasos presentes en dichos aceites son ácido oleico, ácido linoleico y ácido palmítico.
- 4. El aceite fijo de la especie *Acrocomia mexicana* (Coyolio) se identificó mayor proporción de ácidos grasos saturados, en donde prevaleció el ácido láurico.
- 5. El aceite fijo de la especie Crescentia cujete (Morro) presentó dentro de su perfil de ácidos grasos en mayor porcentaje el ácido oleico, el cual le brinda propiedades beneficiosas sobre la salud cardiovascular y hepática; y por sus características fisicoquímicas se sugiere su uso en la industria alimenticia, considerando un análisis toxicológico previo.
- 6. El aceite fijo de la especie Acrocomia mexicana (Coyolio) en contraste con los dos aceites fijos de las otras especies en estudio, presentó un alto porcentaje de ácido láurico, el cual le confiere propiedades y características para un potencial uso industrial, en la elaboración de detergentes y jabones; ya que el ácido láurico producen grandes cantidades de espuma y brinda la propiedad de disolver grasas y aceites eficazmente.

7. Por medio de la información recaudada de las características fisicoquímicas y perfil de ácidos grasos de los aceites de las especies *Crescentia cujete* (Morro), *Cucumis melón* y *Acrocomia mexicana* (Coyolio), se elaboró una propuesta de ficha COGUANOR para fines de consulta y apoyo para futuros estudios. (Anexo No. 9)

# **10. RECOMENDACIONES**

- 1. Realizar un análisis toxicológico al proponer los aceites en estudio para la industria alimenticia, ya que pese a que todos los resultados obtenidos muestran buenos índices de calidad, y se cuenta con perfiles de ácidos grasos comparables a otros aceites conocidos en la industria alimentaría; cabe la posibilidad de que estén presentes sustancias tóxicas, que a mediano o largo plazo puedan causar reacciones adversas a la salud de los seres humanos.
- 2. Utilizar el subproducto de la saponificación, que es la glicerina, para la elaboración de velas, así como en la obtención de biodiesel. De igual manera al proponer un uso potencial en la elaboración de jabones se requiere el estudio de toxicidad previo, pero no existe dificultad alguna en utilizar el subproducto de la saponificación.
- 3. El aceite de la especie *Crescentia cujete* (Morro) reportó un porcentaje de rendimiento mayor al 50% por lo que seria recomendable realizar un estudio de factibilidad y rentabilidad del proceso de extracción del aceite de dicha especie, ya que se considera prometedora a nivel industrial y alimenticia.
- 4. Realizar el seguimiento de las fichas COGUANOR elaboradas con los resultados obtenidos de cada aceite de estudio, con el fin de proponer información alternativa y actualizada.

# 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguas, M. (s.f). Caracterización bromatológica de semillas de tres especies de oleaginosas (girasol, higuerilla y chía). En *Cultivos Energéticos Alternativos*. [versión electrónica]. (pp. 89-97). (s.l). Recuperado el 28 de Septiembre de 2011 de: http://publicaciones.pucesi.edu.ec/documentos/libros/cultivos/89-98.pdf
- AOAC. (1995). Official *Methods of Analysis of AOAC International vol. 2(16)*. Arlington Texas: Association of Official Analytical Chemistry.
- Apéndice A. En *Descripción y fundamento de los análisis del aceite*. (s.f). Puebla: Universidad de las Américas. Recuperado 18 de Marzo, 2011 de http://catarina.udlap.mx/u\_dl\_a/tales/documentos/mepi/gutierrez\_a\_ba/apendiceA.pdf
- Badui, S. (2006). Los Lípidos. En *Química de los alimentos*. (4ta. ed). (Cap. 4, pp 74-78).

  Atlacomulco, México: Pearson Educación.
- Barraza, D. (2007). Análisis comparativo de la elaboración de biodiésel, a partir de aceite crudo de palma africana por medio de dos procesos, a nivel laboratorio y planta piloto. (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. Guatemala.
- Bailey, A. (1987). Aceites y Grasas Industriales (2da. ed) Espana: Reverté. (pp. 75-76)
- Biol. Olguín, L y Biol. Rodríguez M. (2004). Cromatología de gases. México: Instituto de Biotecnología. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado 20 de Mayo, 2011 de: http://www.ibt.unam.mx/computo/pdfs/met/cromatografia\_de\_gases.pdf
- Bolívar, U. (2012). Ácidos Poliinsaturados. (Cap. 1, pp Recuperado 25 de Julio, 2012 de: http://es.scribd.com/doc/78937112/31/ACIDOS-POLIINSATURADOS

- Cruz, L. (2005).Biodiesel: elaboración artesanal en Guatemala. Recuperado 01 de Abril, 2011 de: <a href="http://www.deguate.com/ecologia/article">http://www.deguate.com/ecologia/article</a> 2368.shtml
- B.F Boria, D. y MSc. Dehese G. (s.f). Extracción y caracterización del aceite fijo de los frutos de Oenocarpus bayahua (hungurahua). Revista Far, 37(3). Departamento Tecnología y Control de Medicamentos, Instituto de Farmacia y Alimentos. Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador. Recuperado 09 de Abril, 2011 de <a href="http://bvs.sld.cu/revistas/far/vol37\_s\_03/r\_taller\_b.pdf">http://bvs.sld.cu/revistas/far/vol37\_s\_03/r\_taller\_b.pdf</a>
- Cáceres, A. (1996). *Plantas de uso medicinal en Guatemala*. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala: Universitaria. (pp. 273, 274,275).
- Cáceres, A. (2006). *Vademécum Nacional de plantas medicinales*. (Ed) Comité Asesor de Productos Fitoterapéruticos, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Editorial Universitaria, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. (pp.157, 158).
- Chang, R. (2002). Química (7ma. ed.) Colombia: McGraw-Hill. (pp. 404, 865).
- <u>Creative Commons Attribution/Share-Alike License.</u> (2001). Mammea Americana. En

  <u>La Enciclopedia Libre.</u> (s.l): (s.n). Recuperado 25 de Abril, 2011 de:

  <a href="http://es.wikipedia.org/wiki/Mammea americana.">http://es.wikipedia.org/wiki/Mammea americana.</a>
- Determinación de grasas y aceites. (2007-2008). En *Practicas Integrales I.* (pp. 1-3). Venezuela:

  Universidad Nacional Experimental de YARACUY. Recuperado 01 de Marzo, 2011 de:

  <a href="http://practicasintegrales.files.wordpress.com/2007/09/practica-11-grasas.pdf">http://practicasintegrales.files.wordpress.com/2007/09/practica-11-grasas.pdf</a>
- División de Agroenergias SRL. (2011). Acrocomiasolutios. Paraguay. Recuperado 20 de Marzo, 2011 de: http://www.acrocomiasolutions.com/es/acrocomia/utilizacion-tradicional
- Estrada, J.M. (2003). Implementación y validación de una metodología de análisis de aceite de palma para un laboratorio de referencia nacional. (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Guatemala.

- Firestone, D. & Yurawecz, M. (Eds). (2005). Oils and fats. En Horwitz, W. & Latimer, G. (Eds),

  Oficial Methods of Análisis, current through revision 1, 2006. (18va ed.) (pp,chapter 41: 1-30). USA: AOAC International.
- Gennaro, A. (2003). Productos Naturales. En *Remington Farmacia* (20va. ed.) (Cap. 26, pp. 477-479). Buenos Aires: Medica Panamericana.
- Geilfus, F. (1989). El árbol al servicio del agricultor. Manual de agroforestia para el desarrollo rural. (Vol 2, 778 pp) Santo Domingo. República Dominicana.
- Kirk, R., Sawyer, R. & Egan, H. (2008). *Composición y Análisis de los Alimentos de Pearson*. (2ª ed). México: Grupo Editorial Patria.
- Kirk, O. (1998). Peróxidos y Compuestos orgánicos peroxidados. En *Enciclopedia de Tecnología Química* (1era ed.). México: Grupo Noriega Editores Balderas. (pp. 756).
- Lehninger, A. (1988). Lípidos, lipoproteínas y membranas. En *Bioquímica* (2da. ed.) (Cap. 11, pp. 285-290, 297, 302,393). Barcelona: Omega S.A.
- Linares, H. (2008). *Melón*. Ficha No. 38. (s.l): Programa Desarrollo Económico Sostenible en Centroamérica. Recuperado 24 Agosto, 2011 de: <a href="http://www.export.com.gt/Portal/Documents/Documents/2008-10/6250/2097/Ficha38%20-%20Mel%C3%B3n.pdf">http://www.export.com.gt/Portal/Documents/Documents/2008-10/6250/2097/Ficha38%20-%20Mel%C3%B3n.pdf</a>
- López, M. (2007). Extracción de aceite de café. *Revista Ingeniería e Investigación*, 27(1), 25-31.

  Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de http://redalyc.uaemex.mx/pdf/643/64327105.pdf.
- Luna, R. (2007). Análisis fisicoquímico y evaluación del rendimiento de extracción del aceite de semilla de morro (Crescentia alata hbk) proveniente de las regiones de Estanzuela, Zacapa y San Agustin Acasaguastlán, el Progreso. (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. Guatemala.

- Martínez, M. (1959). Plantas Útiles de la Flora Mexicana. México: Editorial Botas.
- Métodos de extracción. (2008). Recuperado 15 de Diciembre, 2010. de: <a href="https://www.portalfarma.com/pfarma/">www.portalfarma.com/pfarma/</a>
- Morales, J. (1999). Manual de las Plantas de Costa Rica. (s.l): Missouri Botanical Garden.

  Instituto Nacional de Biodiversidad. Recuperado 15 de Marzo, 2011 de: http://darnis.inbio.ac.cr/FMPro?-DB=UBIpub.fp3&-lay=WebAll&-Format=/ubi/detail.html&-Op=bw&id=139&-Find
- Jurado, A. (2009). Caracterización del aceite de Solanum quitoense L variedad la selva y evaluación de su actividad antioxidante. (Tesis de Tecnólogo en Química). Universidad Tecnológica de Pereira.
- Norma COGUANOR NGO 34 072 h2. (1982). Determinación del índice de yodo. En *Aceites y grasas comestibles. Método de Wijs*. Guatemala: Diario Oficial.
- Norma COGUANOR NGO 34 073. (1975). Toma de muestras. En *Aceites y grasas comestibles*.

  Guatemala: Diario Oficial.
- Norma de COGUANOR NGO 34 072 h1. (1982). Determinación del índice de saponificación. En Aceites y grasas comestibles. Guatemala: Diario Oficial.
- Norma de COGUANOR NGO 34 072 h12. (1982). Prueba de rancidez. Ensayo de Kreis. En Aceites y grasas comestibles. Guatemala: Diario Oficial.
- Norma de COGUANOR NGO 34 072 h13. (1982). Prueba de frío. En *Aceites y grasas* comestibles. Guatemala: Diario Oficial.
- Norma COGUANOR. NGO 34 072 h1. (1982). Determinación del Índice de Saponificación. En *Aceites y grasas comestibles*. Guatemala: Diario oficial.
- Norma COGUANOR. NGO 34 072 h21. (1982). Determinación del Índice de Peróxidos. En *Aceites y grasas comestibles*. Guatemala: Diario oficial.

- Orfilia, M. (1988). Elementos de Química Médica con aplicación a la farmacia y a las artes.

  Madrid: (s.n).
- Ramírez, C. (2007). MAMEY (Mammea *americana*. L). (s.l). Recuperado 18 Agosto, 2011 en <a href="http://www.unalmed.edu.co/~crsequed/MAMEY.htm">http://www.unalmed.edu.co/~crsequed/MAMEY.htm</a>
- Ramírez, M. (2008). Evaluación del rendimiento de extracción y caracterización del aceite fijo de café tostado tipo genuino antigua obtenido por el proceso de prensado. (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. Guatemala.

Real Farmacopea Española. 2002. 2ª Ed. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo. (p.2801).

Rodas, J. (2007). Libro de la salud del Hospital Clinic de Barcelona y la Fundación BBVA. Bilbao: Fundación BBVA. (p. 406)

Rodríguez, M. (2009). Utilización de aceites vegetales usados para la obtención de biodiesel.

Madrid: Laboratorio de Procesos Químicos y Bioquímicos Integrados. Universidad

Complutense de Madrid. Recuperado 10 de Abril, 2011 de: <a href="http://www.biodiesel-uruguay.com/articulos/biodiesel-madrid.pdf">http://www.biodiesel-uruguay.com/articulos/biodiesel-madrid.pdf</a>.

Robyns, A. (1962). In flora of Panama. (s.l): Ann. Missouri Bot. Gard.

- Serna, R y Quiroz, E. (2002). Caracterización del aceite fijo de Evening primrose (oenothera sp)

  (Tesis Maestría). Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín (UNALMED).

  Colombia. Recuperado 15 de Marzo, 2011 de:

  <a href="http://www.unalmed.edu.co/~proquive/tesis/ACEITE\_DE\_EVENING\_PRIMROSE.htm">http://www.unalmed.edu.co/~proquive/tesis/ACEITE\_DE\_EVENING\_PRIMROSE.htm</a>
- Soler, B. (2008). Control de Calidad de Drogas Crudas. En *Curso-Taller Farmacognosia Aplicada* al Control de Calidad\_de los Productos Naturales Medicinales [CD-Rom]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

Standley P. (1949). Steyermark Bombacaceae, in flora de Guatemala". (s.l): Fieldiana, Botany.

Tormos, B. (2005). *Diagnostico de motores disel mediante el análisis del aceite usado.*Barcelona: Reverté S.A.

United States Pharmacopea National Formulary. (1995) (24va. ed).

Yáñez, D. y Rodríguez, J. (2010, febrero 16). De: Cultura ecológica [Mensaje de Blog). Como reciclar el aceite usado en biodiesel. Recuperado 05 de Marzo, 2011 de: <a href="http://www.concienciaeco.com/2010/02/16/como-reciclar-aceite-en-biodiesel/">http://www.concienciaeco.com/2010/02/16/como-reciclar-aceite-en-biodiesel/</a>

12. ANEXOS

Anexo No.1 Características organolépticas de las semillas de las especies de estudio.

Especie	Color según taco de Color PANTONE	Tamaño	% Semilla Pura	Gramos de semilla
Mammea americana	Taco de Color 1 62-13 Naranja Magma	Largo: 6.5 cm Ancho: 4.9 cm Grosor: 2.7 cm	85	1,426.7
Acrocomia mexicana	Taco de color No. 2 Exterior: Potrillo G4-09 Taco de Color 1 Interior: Almendra J4-02	Largo: 1.2cm Ancho:1.1cm Grosor: 0.6cm	100	1,196.2
Cucumis melón	Taco de Color No. 1 Buñuelo 13-06	Largo: 0.83 cm Ancho: 0.4 cm	100	478.43
Crescentia cujete	Taco de Color No. 1 Interior: Amarillo Amaranto 12-01 Taco de Color No. 2 Exterior: Café tabaco D4-12	Largo 0.87 cm Ancho 0.6 cm Grosor: 0.05 cm	100	100.369g
Pachira aquatica	Taco No.2 75-01 Externo: Café magma Taco No.1 07-10 Interior: Hueso	Largo:9cm Ancho:7cm Grosor: 4cm	85	700.19gr.

**Fuente.** Datos Experimentales obtenidos en el Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales LIEXVE.

Anexo No.2 Características fisicoquímicas de las semillas de las especies de estudio.

Especie	% Humedad	Promedio	Desviación Estándar	Densidad de Semilla g/ml	Promedio	Desviación Estándar	
Mammea	7.14			0.2380			
americana	7.54	7.67	± 0.62	0.2381	0.2380	± 0.00	
	8.35			0.2380			
	7.68			0.4011			
Crescentia cujete	7.67	7.68	± 0.01	0.4011	0.4011	± 0.00	
	7.69			0.4011			
	5.77		± 0.19	0.3850	0.3850	± 0.00	
Cucumis	6.13	5.99		0.3850			
melón	6.06			0.3850			
	2.23			1.25			
Acrocomia	2.24	2.23	± 0.02	1.25	1.25	+- 0.00	
mexicana	2.21	_		1.25			
	N.D.			N.D.			
Pachira aquatica	N.D.	N.D	N.D.	N.D.	N.D.	N.D	
	N.D.			N.D.			

Fuente. Datos Experimentales obtenidos en el Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales LIEXVE.

N.D. No Determinado

<sup>\*</sup> Las especies Mammea americana (Mamey) y Pachira aquatica (Zapotón) no reportan ningún resultado fisicoquímico debido a que no se obtuvo aceite fijo de las mismas.

Anexo No. 3 Características Fisicoquímicas del aceite fijo obtenido de las especies de estudio.

	Densidad		Desviación	Índice de		Desviación	Índice de		Desviación	Índice de		Desviación
Especie	g/ml	Promedio	Estándar	Refracción	Promedio	Estándar	Saponificación	Promedio	Estándar	Yodo	Promedio	Estándar
Crescentia	0.9096			1.4778			66.38			118.32		
	0.9096		0.0000	1.4778	1.4778	0.0000	66.38	66.38	0.00	118.32	118.32	0.00
cujete	0.9096	0.9096		1.4778			66.38			118.32		
				1.4902						147.52		
Cucumis	0.9207		0.0000	1.4902	1.4902	0.0000	217.97	217.97	0.00	141.18	146.04	4.31
melo	0.9207	0.9207	0.0000	1.4902	1.4902	0.0000	217.97	217.97	0.00	149.42	140.04	4.31
	0.9207			1.4902			217.97					
Acrocomia	0.9309			1.4627			297.33			51.08		
mexicana	0.9309	0.9309	0.0000	1.4627	1.4627	0.0000	299.29	298.64	1.13	51.08	51.08	0.00
mexicunu	0.9309			1.4627			299.29			51.08		
Mammea												
americana	N.D.	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Pachira												
aquatica	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D

Fuente. Datos Experimentales obtenidos en el Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales LIEXVE. \* Las especies Mammea americana (Mamey) y Pachira aquatica (Zapotón) no reportan ningún resultado fisicoquímico debido a que no se obtuvo aceite fijo de las mismas.

N.D. No Determinado

Anexo No. 3 Características Fisicoquímicas del aceite fijo obtenido de las especies de estudio.

	Índice de		Desviación	Índice de Peróxidos		Desviación	Punto de		Desviación	Ácidos Grasos libres como		Desviación
Especie	Acidez	Promedio	Estándar		Promedio	Estándar	Humeo	Promedio	Estándar	acido oleico	Promedio	Estándar
Crescentia cujete	4.64 3.08	3.60	+/- 0.9006	21.86 21.86	21.8600	0.0000	141.00 141.00	141.0000	0.0000	2.33 1.55	1.81	+/- 0.45033
Cucumis	3.08			21.86 38.26			141.00 215.00			1.55	1.3	+/- 0.00
melo	3.04 3.04	3.04	+/- 0.00	38.26 38.26	38.2600	0.0000	215.00 215.00	215.0000	0.0000	1.30 1.30		
Acrocomia mexicana	3.00 3.00 3.00	3.00	+/- 0.00	142.10 142.10 142.10	142.1000	0.0000	140.00 139.00 140.00	139.6667	0.5774	1.51 1.51 1.51	1.51	+/- 0.00
Mammea americana	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Pachira aquatica	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

**Fuente.** Datos Experimentales obtenidos en el Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales LIEXVE. \* Las especies *Mammea americana* (Mamey) y *Pachira aquatica* (Zapotón) no reportan ningún resultado fisicoquímico debido a que no se obtuvo aceite fijo de las mismas.

# Anexo No. 4 Perfil de Ácidos Grasos del aceite obtenido de las especies de estudio.

# RESULTADOS LABORATORIO NACIONAL DE SALUD CRESENTIA CUJETE (MORRO)

	TR	ACIDO GRASO	INJ 1 (%Área)	INJ 2 (%Área)	INJ 3 (%Área)	Promedio	Desv. Estándar
1	2.021	Octanoato Caprilico	0	0	0	0	0
2	3.083	Caprato	0	0	0	0	0
3	4.555	Laurato	0	0	0	0	0
4	6.182	Miristato	0	0	0	0	0
5	7.861	Palmitato	15.52765	15.53003	15.53905	15.5322433	0.00601366
6	8.136	Palmitoleato	0.12393	0.12602	0.12127	0.12374	0.00238069
7	10.034	Estearato	6.32087	6.32746	6.3265	6.32494333	0.003560117
8	10.326	Cis-9-acido Oleico	44.97882	44.98502	44.99486	44.9862333	0.008088543
9	10.948	Linoleato	28.00024	27.9929	27.98802	27.99372	0.00615113
10	11.776	Linolenato	3.75282	3.74001	3.73917	3.744	0.007649882
11	12.737	Araquidato	0.89079	0.89138	0.88657	0.88958	0.002623376
12	15.873	Behenato	0.40487	0.40716	0.40457	0.40553333	0.001416698
13	16.299	Erucato	0	0	0	0	0
14	19.275	Lignocerato	0	0	0	0	0

Fuente: Laboratorio Nacional de Salud.

Nota: La muestra de aceite obtenido para la determinación del perfil de ácidos grasos fue analizada por triplicado.

# Anexo No. 4 Perfil de Ácidos Grasos del aceite obtenido de las especies de estudio..

## **RESULTADOS LABORATORIO NACIONAL DE SALUD**

## Acrocomia mexicana (COYOLIO)

		Tierocomia mexicana (ec					
	TR	ACIDO GRASO	INJ 1 (Area)	INJ 2 (Area)	INJ 3 (Area)	Promedio	Desv. Estandar
1	2.024	Octanoato Caprilice	1.68967	1.68909	1.70229	1.69368333	0.007459231
2	3.084	Caprato	2.67401	2.67012	2.68045	2.67486	0.005217193
3	4.562	Laurato	42.73253	42.63921	42.68938	42.68704	0.046703986
4	6.182	Miristato	13.57477	13.54344	13.55093	13.55638	0.016360596
5	7.865	Palmitato	8.83084	8.81553	8.81395	8.82010667	0.00932885
6	8.147	Palmitoleato	0	0	0	0	0
7	10.035	Estearato	2.83906	2.84118	2.84556	2.84193333	0.003314835
8	10.322	Cis-9-acido Oleico	23.44897	23.47302	23.50563	23.4758733	0.028437564
9	10.94	Linoleato	4.04798	4.04859	4.05316	4.04991	0.00283106
10	11.779	Linolenato	0	0	0	0	0
11	12.743	Araquidato	0.16218	0.27982	0.15864	0.20021333	0.068964113
12	15.919	Behenato	0	0	0	0	0
13	16.299	Erucato	0	0	0	0	0
14	19.275	Lignocerato	0	0	0	0	0

Fuente: Laboratorio Nacional de Salud.

Nota: La muestra de aceite obtenido para la determinación del perfil de ácidos grasos fue analizada por triplicado.

# Anexo No. 4 Perfil de Ácidos Grasos del aceite obtenido de las especies de estudio..

## **RESULTADOS LABORATORIO NACIONAL DE SALUD**

## Cucumis melo (MELON)

	TR	ACIDO GRASO	INJ 1 (Área)	INJ 2 (Área)	INJ 3 (Área)	Promedio	Desv. Estándar
1	2.021	Octanoato Caprilice	0	0	0	0	0
2	3.083	Caprato	0	0	0	0	0
3	4.555	Laurato	0	0	0	0	0
4	6.182	Miristato	0	0	0	0	0
5	7.867	Palmitato	9.6709	9.63057	9.61676	9.63941	0.028131728
6	8.142	Palmitoleato	0.114	0.1152	0.11451	0.11457	0.000602246
7	10.043	Estearato	5.30903	5.2517	5.25321	5.27131333	0.032672316
8	10.324	Cis-9-acido Oleico	15.62269	15.5519	15.5426	15.5723967	0.04380282
9	10.981	Linoleato	68.94533	68.67594	68.58797	68.7364133	0.186196967
10	11.779	Linolenato	0	0	0	0	0
11	12.75	Araquidato	0.33804	0.32192	0.33345	0.33113667	0.008305253
12	15.919	Behenato	0	0	0	0	0
13	16.299	Erucato	0	0	0	0	0
14	19.275	Lignocerato	0	0	0	0	0

Fuente: Laboratorio Nacional de Salud.

Nota: La muestra de aceite obtenido para la determinación del perfil de ácidos grasos fue analizada por triplicado.

## Anexo No. 5 Cuantificación del Perfil de Ácidos Grasos del aceite obtenido de las especies de estudio vrs Estándar.

## CRESENTIA CUJETE (MORRO) VS ESTANDAR PERFIL DE ACIDOS GRASOS CROMATOGRAFIA DE GASES-FID

						% Real de A.
	TR STD	ACIDO GRASO	% Area STD	TR MX	% Area MX	Graso
1	7.874	Palmitato	10.91043	7.861	15.5322433	6.2603966
2	8.147	Palmitolenato	4.71856	8.136	0.12374	0.11532
3	10.046	Estearato	8.44358	10.034	6.32494333	3.29415
		Cis-9-acido				
4	10.316	oleico	4.96914	10.326	44.9862333	39.8114
5	10.94	Linoleato	3.8179	10.948	27.99372	32.2437
6	11.779	Linolenato	2.90896	11.776	3.774	5.70523
7	12.767	Araquidato	8.83269	12.737	0.88958	0.44289
8	15.919	Behenato	10.10465	15.873	0.40553333	0.17648

# RESULTADOS LABORATORIO NACIONAL DE SALUD ACROCOMIA MEXICANA (COYOLIO) VS ESTANDAR PERFIL DE ACIDOS GRASOS

## CROMATOGRAFIA DE GASES-FID

						% Real de
	TR STD	ACIDO GRASO	% Area STD	TR MX	% Area MX	A. Graso
1	2.021	Octanoato Caprilico	6.28776	2.024	1.69368333	1.15755
2	3.083	Caprato	6.56855	3.084	2.67486	1.74998
3	4.555	Laurato	6.80433	4.562	42.68704	26.9596
4	6.182	Miristato	7.53888	6.182	13.55638	7.7275
5	7.874	Palmitato	10.91043	7.865	8.82010667	3.47404
6	10.046	Estearato	8.44358	10.035	2.84193333	1.44639
7	10.316	Cis-9-acido Oleico	4.96914	10.322	23.4758733	20.30224
8	10.94	Linoleato	3.8179	10.94	4.04991	4.55852
9	12.767	Araquidato	8.83269	12.743	0.20021333	0.0974

## RESULTADOS LABORATORIO NACIONAL DE SALUD CUCUMIS *MELO* (MELON) VS ESTANDAR CROMATOGRAFIA DE GASES-FID

	TR STD	ACIDO GRASO	% Area STD	TR MX	% Area MX	% Real de A. Graso
1	7.874	Palmitato	10.91043	7.867	9.6394	3.83839
2	8.147	Palmitoleato	4.71856	8.142	0.11457	0.10548
3	10.046	Estearato	8.44358	10.043	5.27131333	2.71227
4	10.316	Cis-9-acido Oleico	4.96914	10.324	15.5723967	13.61494
5	10.94	Linoleato	3.8179	10.981	68.7364133	78.21753
6	12.767	Araquidato	8.83269	12.75	0.33113667	0.16287

## Anexo No. 6 Clasificación de Ácidos Grasos identificados y cuantificados el aceite fijo extraído de las especies de estudio

# CLASIFICION DE ACIDOS GRASOS IDENTIFICADOS Y CUANTIFICADOS EN EL ACEITE FIJO EXTRAIDO EN LA ESPECIE CRESENTIA CUJETE (MORRO)

	ACIDO GRASO	FORMULA QUIMICA	No. Atomos de C	CLASIFICACION	% Real de A. Graso obtenido
1	Palmitato	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> COOH	C16:0	Saturado	6.2603966
2	Palmitolenato	$CH_3(CH_2)_5$ <b>CH=CH</b> ( $CH_2$ ) <sub>7</sub> COOH cis- $\Delta$ 9	16:01	Insaturado	0.11532
3	Estearato	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> COOH	C18:0	Saturado	3.29415
4	Cis-9-acido oleico	$CH_3(CH_2)_7$ <b>CH=CH</b> ( $CH_2$ ) <sub>7</sub> COOH cis- $\Delta$ 9	C18:01	Insaturado	39.8114
5	Linoleato	$CH_3(CH_2)_4$ <b>CH=CH</b> $CH_2$ <b>CH=CH</b> $(CH_2)_7$ COOH cis,cis- $\Delta$ 9, $\Delta$ 12	C18:02	Polinsaturado	32.2437
6	Linolenato	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH=CH-CH <sub>2</sub> -CH=CH-CH <sub>2</sub> -CH=CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -COOH	C18:03	Polinsaturado	5.70523
7	Araquidato	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>18</sub> COOH	C20:0	Saturado	0.44289
8	Behenato	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>20</sub> COOH	C22:0	Saturado	0.17648

#### CLASIFICION DE ACIDOS GRASOS IDENTIFICADOS Y CUANTIFICADOS EN LA ESPECIE

#### ACROCOMIA MEXICANA (COYOLIO)

	ACIDO GRASO	FORMULA QUIMICA	No. Atomos de C	CLASIFICACION	% Real de A. Graso obtenido
1	Octanoato Caprilico	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> COOH	C8:0	Saturado	1.15755
2	Caprato	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> COOH	C10:0	Saturado	1.74998
3	Laurato	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> COOH	C12:0	Saturado	26.9596
4	Miristato	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> COOH	C14:0	Saturado	7.7275
5	Palmitato	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> COOH	C16:0	Saturado	3.47404
6	Estearato	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> COOH	C18:0	Saturado	1.44639
7	Cis-9-acido Oleico	$CH_3(CH_2)_7$ <b>CH=CH</b> $(CH_2)_7$ COOH cis- $\Delta$ 9	C18:01	Insaturado	20.30224
8	Linoleato	$CH_3(CH_2)_4$ <b>CH=CH</b> $CH_2$ <b>CH=CH</b> $(CH_2)_7$ COOH cis,cis- $\Delta$ 9, $\Delta$ 12	C18:02	Polinsaturado	4.55852
9	Araquidato	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>18</sub> COOH	C20:0	Saturado	0.0974

# CLASIFICION DE ACIDOS GRASOS IDENTIFICADOS Y CUANTIFICADOS EN EL ACEITE FIJO EXTRAIDO EN LA ESPECIE CUCUMIS *MELO* (MELON)

	ACIDO GRASO	FORMULA QUIMICA	No. Atomos de C	CLASIFICACION	% Real de A. Graso
1	Palmitato	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> COOH	C16:0	Saturado	3.83839
2	Palmitoleato	$CH_3(CH_2)_5$ <b>CH=CH</b> ( $CH_2$ ) $_7$ COOH cis- $\Delta$ 9	C16:01	Insaturado	0.10548
3	Estearato	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> COOH	C18:0	Saturado	2.71227
4	Cis-9-acido Oleico	$CH_3(CH_2)_7$ <b>CH=CH</b> ( $CH_2$ ) <sub>7</sub> COOH cis- $\Delta$ 9	C18:01	Insaturado	13.61494
5	Linoleato	$CH_3(CH_2)_4$ <b>CH=CH</b> $CH_2$ <b>CH=CH</b> $(CH_2)_7$ COOH cis,cis- $\Delta$ 9, $\Delta$ 12	C18:02	Polinsaturado	78.21753
6	Araquidato	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>18</sub> COOH	C20:0	Saturado	0.16287

Anexo No. 7 Características Químicas y Físicas de Aceites Vegetales Crudos Tabla No. 1

PARAMETRO	DOSIS MAXIMA				
Materia volátil a 105oC	0,2% m/m				
Impurezas insolubles	0,05% m/m				
Contenido de jabón	0,005% m/m				
Índice de ácido:					
<ul> <li>Aceites prensados en frío y vírgenes</li> </ul>	4,0 mg de KOH/g de aceite				
Aceites refinados	0,6 mg de KOH/g de aceite				
Índice de peróxido:					
Aceites refinados	hasta 10 miliequivalente de oxígeno activo/kg de aceite				
<ul> <li>Aceites prensados en frío y vírgenes</li> </ul>	hasta 15 miliequivalentes de oxígeno activo/kg de aceite				

# Anexo No. 8 Características Fisicoquímicas y Composición de Ácidos Grasos de Aceites Vegetales Crudos

Tabla No. 2

	Aceite de maní	Aceite de babasú	Aceite de coco	Aceite de semilla de algodón	Aceite de pepitas de uva	Aceite de maíz	Aceite de semilla de mostaza	Aceite de palma	Aceite de almendra de palma
Densidad relativa (xº C/agua a 20ºC)	0.912- 0.920 x=20ºC	0.914- 0.917 x=25ºC	0.908-0.921 x=40ºC	0.918- 0.926 x=20ºC	0.920-0.926 x=20ºC	0.917-0.925 x=20ºC	0.910-0.921 x=20ºC	0.891-0.899 x=50ºC	0.899-0.914 x=40ºC
Índice de refracción (ND 40ºC)	1.460- 1.465	1.448- 1.451	1.448-1.450	1.458- 1.466	1.467-1.477	1.465-1.468	1.461-1.469	1.454- 1.456 at 50ºC	1.448-1.452
Índice de saponificación (mg KOH/g de aceite)	187-196	245-256	248-265	189-198	188-194	187-195	168-184	190-209	230-254
Índice de yodo*	86-107	10-18	6.3-10.6	100-123	128-150	103-135	92-125	50.0-55.0	14.1-21.0

Los índices de yodo se calculan a partir de la composición de ácidos grasos con la excepción de los relativos al aceite de mostaza, oleína de palma, estearina de palma, aceite de colza y aceite de sésamo (método Wijs).

	Oleína de palma	Estearina de palma	Aceite de colza	Aceite de colza de bajo contenido de ácido erúcico	Aceite de cártamo	Aceite de cártamo (aceite oleico ato)	Aceite de sésamo	Aceite de soja	Aceite de girasol
Densidad relativa (xº C/agua a 20ºC)	0.899- 0.920 x=40ºC	0.881-0.891 x=60ºC	0.910- 0.920 x=20ºC	0.914-0.920 x=20ºC	0.922- 0.927 x=20ºC	0.913- 0.919 x=20oC;	0.910- 0.916 x=25oC	0.915- 0.924 x=20°C	0.919-0.925 x=20ºC
Índice de refracción (ND 40ºC)	1.458- 1.460	1.447-1.452 at 60ºC	1.465- 1.469	1.465-1.467	1.467- 1.470	1.460- 1.464 at 40oC; 1.466- 1.470 at 25oC	1.465- 1.469	1.466- 1.470	1.461-1.468
Índice de saponificación (mg KOH/g de aceite)	194-202	193-205	168-181	182-193	186-198	186-194	186-195	189-195	188-194
Índice de yodo*	56	48	94-120	105-126	136-148	80-100	104-120	124-139	118-141
Materia insaponificable (g/kg)	13	9	20	20	15	10	20	15	15

<sup>\*</sup> Los índices de yodo se calculan a partir de la composición de ácidos grasos con la excepción de los relativos al aceite de mostaza, oleína de palma, estearina de palma, aceite de colza y aceite de sésamo (método Wijs).

# Gamas de composición de ácidos grasos de aceites vegetales crudos determinados mediante CGL de muestras auténticas (expresadas en porcentaje) del contenido total de ácidos grasos

Ácidos grasos	Aceite de Maní	Aceite de babasú	Aceite de Coco	Aceite de semilla de algodón	Aceite de pepitas de uva	Aceite de maíz	Aceite de semilla de mostaza	Aceite de palma	Aceite de almend ra de palma	Oleína de palma
C6:0	ND	ND	ND -07	ND	ND	ND	ND	ND	ND- 08	ND
C8:0	ND	2.6-7.3	4.6-10.0	ND	ND	ND	ND	ND	2.4-6.2	ND
C10:0	ND	1.2-7.6	5.0-8.0	ND	ND	ND	ND	ND	2.6-5.0	ND
C12:0	ND-0.1	40.0- 55.0	45.1 53.2	ND-0.2	ND	ND- 0.3	ND	ND-0.5	45.0- 55.0	0.1-0.5
C14:0	ND-0.1	11.0- 27.0	16.8-21.	0 0.6-1.0	ND-0.3	ND- 0.3	ND-1.00	.5-2.0	14.0- 18.0	0.5-1.5
C16:0	8.0-14.0	5.2-11.0	7.5-10.2	21.4-26.4	5.5-11.0	8.6- 16.5	0.5-4.5	39.3- 47.5	6.5-10.0	38.0- 43.5
C16:1	ND-0.2	ND	ND	ND-1.2	ND-1.2	ND- 0.5	ND-0.5	ND-0.6	ND-0.2	ND-0.6
C17:0	ND-0.1	ND	ND	ND-0.1	ND-0.2	ND- 0.1	ND	ND-0.2	ND	ND-0.2
C17:1	ND-0.1	ND	ND	ND-0.1	ND-0.1	ND- 0.1	ND	ND	ND	ND-0.1
C18:0	1.0-4.5	1.8-7.4	2.0-4.0	2.1-3.3	3.0-6.5	ND- 3.3	0.5-2.0	3.5- 6.0	1.0-3.0	3.55.0
C18:1	35.0-69	9.0-20.0	5.0-10.0	14.7-21.7	12.0-28.0	20.0-	8.0-23.0	36.0-	12.0-	39.8-

						42.2		44.0	19.0	46.0
C18:2	12.0- 43.0	1.4-6.6	1.0-2.5	46.7-58.2	58.0-78.0	34.0- 65.6	10.0-24.0	9.0-12.0	1.0-3.5	10.0- 13.5
C18:3	ND-0.3	ND	ND-0.2	ND-0.4	ND-1.0	ND- 2.0	6.0-18.0	ND-0.5	ND-0.2	ND-0.6
C20:0	1.0-2.0	ND	ND-0.2	0.2-0.5	ND-1.0	0.3- 1.0	ND-1.5	ND-1.0	ND-0.2	ND-0.6
C20:1	0.7-1.7	ND	ND-0.2	ND-0.1	ND-0.3	0.2- 0.6	5.0-13.0	ND-0.4	ND-0.2	ND-0.4
C20:2	ND	ND	ND	ND-0.1	ND	ND- 0.1	ND-1.0	ND	ND	ND
C22:0	1.5-4.5	ND	ND	ND-0.6	ND-0.5	ND- 0.5	0.2-2.5	ND-0.2	ND-0.2	ND-0.2
C22:1	ND-0.3	ND	ND	ND-0.3	ND-0.3	ND- 0.3	22.0-50.0	ND	ND	ND
C22:2	ND	ND	ND	ND-0.1	ND	ND	ND	ND-1.0	ND	ND
C24:0	0.5-2.5	ND	ND	ND-0.1	ND-0.4	ND- 0.5	ND-0.5	ND	ND	ND
C24:1	ND-0.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.5-2.5	ND	ND

ND - no detectable, definido como = 0,05 %.

Tabla No. 4

Gamas de composición de ácidos grasos de aceites vegetales crudos determinados mediante CGL de muestras auténticas (expresadas en porcentaje) del contenido total de ácidos grasos

Ácidos grasos	Estearina de palma	Aceite de Colza	Aceite de colza (bajo contenido de ácido erúcico)	Aceite de cártamo	Aceite de cártamo (ácido oleico alto)	Aceite de sésamo	Aceite de soja	Aceite de girasol	Aceite de Girasol (ácido oleico alto)
C6:0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C8:0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C10:0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C12:0	0.1-0.5	ND	ND	ND	ND-0.2	ND	ND-0.1	ND-0.1	ND
C14:0	1.0-2.0	ND-0.2	ND-0.2	ND-0.2	ND-0.2	ND-0.1	ND-0.2	ND-0.2	ND-0.1
C16:0	48.0-74.0	1.5-6.0	2.5-7.0	5.3-8.0	3.6-6.0	7.9-12.0	8.0-13.5	5.0-7.6	2.6-5.0
C16:1	ND-0.2	ND-3.0	ND-0.6	ND-0.2	ND-0.2	0.1- 0.2	ND-0.2	ND-0.3	ND-0.1
C17:0	ND-0.2	ND-0.1	ND-0.3	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.2	ND-0.1	ND-0.2	ND-0.1
C17:1	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.3	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.1
C18:0	3.9-6.0	0.5-3.1	0.8-3.0	1.9-2.9	1.5-2.4	4.8-6.1	2.0-5.4	2.7-6.5	2.9-6.2
C18:1	15.5-36.0	8.0-60.0	51.0-70.0	8.4-21.3	70.0- 83.7	35.9-42.3	17-30	14.0- 39.4	75-90.7
C18:2	3.0-10.0	11.0- 23.0	15.0-30.0	67.8-83.2	9.0-19.9	41.5-47.9	48.0 -59.0	48.3- 74.0	2.1-17
C18:3	ND-0.5	5.0-13.0	5.0-14.0	ND-0.1	ND-1.2	0.3-0.4	4.5-11.0	ND-0.3	ND-0.3
C20:0	ND-1.0	ND-3.0	0.2-1.2 0	.2- 0.4 0	.3-0.6	0.3-0.6	0.1-0.6	0.1-0.5	0.2-0.5
C20:1	ND-0.4	3.0-15.0	0.1-4.3	0.1- 0.3	0.1-0.5	ND-0.3	ND-0.5	ND-0.3	0.1-0.5
C20:2	ND	ND-1.0	ND-0.1	ND	ND	ND	ND-0.1	ND	ND
C22:0	ND-0.2	ND-2.0	ND-0.6	ND-1.0	ND-0.4	ND-0.3	ND-0.7	0.3-1.5	0.5-1.6

C22:1	ND	> 2.0-	ND-2.0	ND-1.8	ND-0.3	ND	ND-0.3	ND-0.3	ND-0.3
		60.0							
C22:2	ND	ND-2.0	ND-0.1	ND	ND	ND	ND-0.3	ND	ND
C24: 0	ND	ND-2.0	ND-0.3	ND-0.2	ND-0.3	ND-0.3	ND-0.5	ND-0.5	ND-0.5
C24:1	ND	ND-3.0	ND-0.4	ND-0.2	ND-0.3	ND	ND	ND	ND

ND - no detectable, definido como = 0,05 %.

Fuente Codex Alimentario 1999

## Anexo No. 9 Propuesta de Fichas COGUANOR de las especies de estudio

ACEITE DE *Cucumis melo* (ESPECIFICACIONES)

NORMA COGUANOR No.

## 1. OBJETO

Esta norma tiene por objeto establecer las características y los requisitos que debe cumplir el aceite fijo de *Cucumis melo* (Melón).

## 2. PEO'S CONSULTADOS:

LIPRONAT manual de operaciones PEO No..... (Colecta y Secado de Material Vegetal)

LIPRONAT manual de operaciones PEO No..... (Control de Calidad de Semillas Colectadas)

LIPRONAT manual de operaciones PEO No..... (Expresión en frío. Prensa Hidráulica)

LIPRONAT manual de operaciones PEO No..... (Índice de Refracción)

LIPRONAT manual de operaciones PEO No... (Índice de Yodo)

LIPRONAT manual de operaciones PEO No... (Índice de Saponificación)

LIPRONAT manual de operaciones PEO No... (Materia no Saponificable)

LIPRONAT manual de operaciones PEO No... (Punto de Fusión)

LIPRONAT manual de operaciones PEO No... (Temperatura de Formación de Humos)

LIPRONAT manual de operaciones PEO No... (Prueba de frío)

LIPRONAT manual de operaciones PEO No... (Rancidez)

LIPRONAT manual de operaciones PEO No... (Índice de Acidez)

LIPRONAT manual de operaciones PEO No... (Perfil de Ácidos Grasos)

#### 3. **DEFINICIONES**:

3.1. Aceite de Semilla de Cucumis melo (Melón): Es obtenido por expresión en frío de las semillas de Morro.

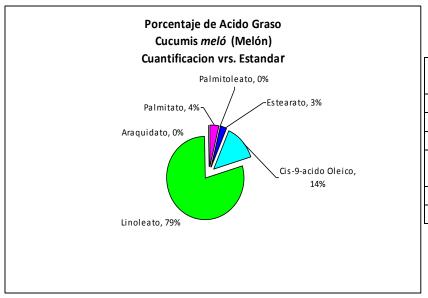
## 4. ESPECIFICACIONES Y CARACTERÍSTICAS

- 4.1. Descripción de la materia vegetal: Tiene una altura de 2 m Posee tallos y pilosos que crecen a ras de suelo, es cilíndrico, de 1 a 3 m de altura. Hoja: Peciolo acanalado y palmadas, es decir, su aspecto es semejante al de una mano, con una inflorescencia terminal en forma. de espiga compuesta. Flores: Amarillas y cada una tiene un solo sexo. Semillas: Es una cariópside de alrededor de 4 mm de diámetro. Fruto: El color de la epidermis y de la pulpa es variable según el grupo. La epidermis puede ser blanca, gris, verdosa o amarilla y de textura lisa, rugosa o reticulada. La pulpa es aromática, con textura suave y diferentes colores: amarillo, verde, rosado y tonos intermedios. En el centro hay cavidad que contiene muchas semillas recubiertas de una sustancia pegajosa. De pendiendo su variedad las características son: Forma esférica, elíptica, aovada, corteza de color verde, amarilla, anaranjado, blanco, lisa reticulada o estriada. Pulpa, blanca, amarilla, cremosa, anaranjada, asalmonada o verdosa. La placenta contiene las semillas y puede ser seca, gelatinosa o acuosa, en función de su consistencia.
- 4.2. Características Generales: El aceite de semilla de Cucumis melo (Melón), debe estar en perfecto estado de conservación, no deberá contener partículas extrañas suspendidas o agua separada.
- 4.3. Características Físicas y Químicas: El aceite de semilla de *Cucumis melo* (Melón), deberá cumplir los requisitos que se indican en los cuadros 1.
- 4.4. Colecta y secado de la semilla: El Fruto maduro es cosechado, Las semillas son fácilmente extraídas del medio del fruto se lavan con abundante agua hasta que no queden residuos de pulpa, esta se seca a 30 °C o bien al sol, hasta que la humedad sea menor de 10 para evitar crecimiento de hongos.

<u>Cuadro No.1.</u> Requisitos Físicos y Químicos del aceite de semilla de <u>Cucumis melo</u> (Melón)

Requisito	Aceite crudo	Resultado Experimental
Densidad relativa a 20°C ±0.5 °C g/mL	-	0.9207
Índice de refracción	-	1.4902
20° C		
Índice de Saponificación en mg de	-	217.97
KOH por g de muestra		
Materia no saponificable	-	6.48
Índice de Yodo (g de Yodo/g de	-	146.04
aceite)		
Acidez como acido oleico	-	3.04
( g de ácido/10g de aceite)		
Índice de acidez	-	
Índice de Peróxido	-	38.2600
Punto de Humeo °C	-	141.0000
Punto de Fusión °C	-	25.0000
рН	-	5.7600
Índice de Polenske	-	-
Indice de Reichert-Meissl	-	-
Color Lovibond	-	-
(cubeta de 5 ¼ ±0.1)		
Amarillo		
Rojo		
Azul		

Tabla No. 2 Perfil de Ácidos Grasos del aceite fijo obtenido de las especies en estudio.



ACIDO	
GRASO	CLASIFICACION
Palmitato	Saturado
Palmitoleato	Insaturado
Estearato	Saturado
Cis-9-acido	
Oleico	Insaturado
Linoleato	Polinsaturado
Araquidato	Saturado

## 5. CARACTERÍSTICAS SENSORIALES:

- 5.1. Olor y sabor: el aceite de semilla de *Cucumis melo* (Melón): no deberá tener olor ni sabor a "rancio".
- 5.2. <u>Color:</u> el aceite de semilla de *Cucumis melo* (Melón): no deberá exceder los límites de color amarillo, rojo y azul, según la escala Lovibond expresados en el cuadro No. 1. respectivamente.
- 5.3. Aspecto: Liquido fluido a temperatura ambiente, poco viscoso, traslucido.

## 6. MUESTREO:

Según el método oficial 981.11 del la AOAC.

#### 7. METODO DE PRUEBA:

La determinación de las características especificadas en la presente norma se efectuaran de acuerdo a los PEO'S correspondientes; véase sección No.2.

## 8. ENVASE Y ROTULADO:

8.1. Envase: Los envases para el aceite de semilla de *Cucumis melo* (Melón) deberán ser herméticos y de un material inocuo y no deberá alterar las características del producto, pudiendo ser de plástico, metal vidrio o de cualquier otro material. El volumen ocupado para el producto deberá ser menor del 98% del volumen declarado en el rótulo, para volúmenes menores de 1 L, y no deberá ser menor del 99% del volumen declarado en el rótulo o etiqueta para volúmenes iguales o mayores de 1L.

## 8.2. Rótulo:

- 8.2.1. Para los efectos de esta norma, los rótulos o etiquetas serán de papel o de cualquier otro material que pueda ser adherido a los envases, o bien de impresión permanente sobre los mismos.
- 8.2.2. Las inscripciones rótulos o etiquetas deberán se hechas en forma tal que no desaparezcan bajo condiciones de uso normal, ser fácilmente legibles a simple vista y redactadas en idioma español.
- 8.2.3. El rótulo o etiqueta no podrá tener ninguna leyenda o dibujo de significado ambiguo que pueda inducir a engaño ni descripción de características del producto que no se puedan comprender.
- 8.2.4. Los rótulos o etiquetas deberán cumplir con lo especificado en la norma COGUANOR NOR NGO 34 039 y llevar como mínimo lo siguiente:
  - a. La palabra "Aceite de Semillas de Cucumis melo (Melón)"
  - b. La indicación de si el aceite ha sido desmargarinizado ( "winterizado")
  - c. La marca comercial
  - d. El nombre o razón social del fabricante o de la entidad comercial bajo cuya marca se expende el producto.

- e. El nombre del país donde fue elaborado
- f. El contenido neto en unidades del Sistema Internacional de Unidades (SI)
- g. El nombre genérico de los aditivos empleados y su proporción
- h. La identificación del lote, la cual podrá ponerse en clave en cualquier lugar apropiado del envase o el cartón o caja que contenga los envases

## 9. ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

Las condiciones de almacenamiento y transporte deberán ajustarse a lo establecido por la legislación del país.

Nota: para el aceite extraído de almendra de palma la temperatura de almacenamiento para productos a granel mínima es de 27º C y máxima 32º C.

#### 10. CORRESPONDENCIA:

Para la redacción de la presente norma se han tenido en cuenta los siguientes documentos:

- Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas (FAO) APÉNDICE IV - PROYECTO DE NORMA REVISADA PARA GRASAS Y ACEITES COMESTIBLES NO REGULADOS POR NORMAS INDIVIDUALES (En el Trámite 8 del Procedimiento)
- Norma General del Codex para Grasas y Aceites Comestibles No Regulados por Normas Individuales (CODEX STAN 019-1981).
- Norma del Codex para los Aceites de Oliva Vírgenes oliva y a los aceites de orujo de oliva (CODEX STAN 033-1981); y Norma del Codex para Aceites Vegetales Especificados (CODEX STAN 210-1999).

### 11. ANEXO

## Cuadro No.1 Límites máximos de los contaminantes presentes en el aceite comestible

Contaminante	Dosis máxima		
Materia volátil a 105°C	0,2% m/m		
Impurezas insolubles	0,05% m/m		
Contenido de jabón	0,005% m/m		
Grasas y aceites refinados     Grasas y aceites vírgenes     Grasas y aceites prensados en frío	2.5 mg/kg 5.0 mg/kg <b>5.0 mg/kg</b>		
Cobre (Cu):			
<ul> <li>Grasas y aceites refinados</li> <li>Grasas y aceites vírgenes</li> <li>Grasas y aceites prensados en frio</li> </ul>	0.1 mg/kg 0.4 mg/kg <b>0.4 mg/kg</b>		
Plomo (Pb)	0.1 mg/kg		

Arsénico (As)	0.1 mg/kg
Índice de ácido:	
<ul> <li>Grasas y aceites vírgenes</li> </ul>	0,6 mg de KOH/g de grasa o aceite 4,0 mg de KOH/g de grasa o aceite <b>4,0 mg de KOH/g de grasa o aceite</b>
Índice de peróxido:	
<ul> <li>Aceites vírgenes y grasas y aceites prensados en frío</li> <li>Otras grasas y aceites</li> </ul>	Hasta 15 miliequivalentes de oxígeno activo/kg de aceite Hasta 10 miliequivalentes de oxígeno activo/kg de aceite

# ADITIVOS

# Cuadro No.3. Antioxidantes permitidos en el aceite comestible

Antioxidante	Máximo en mg/kg del producto
Palmitato de ascorbilo	500 mg/kg,
Estearato de ascorbilo	solos o mezclados
Concentrado de tocoferoles mezclados	BPF
Alfa-tocoferol	BPF
Gama-tocoferol sintético	BPF
Delta-tocoferol sintético	BPF
Galato de propilo	100 mg/kg
Butilhidroquinona terciaria (BHQT)	120 mg/kg
Butil-hidroxianisol (BHA)	175 mg/kg
Butil-hidroxitolueno (BHT)	75 mg/kg
Cualquier combinación de galato de propilo, BHA, BHT y/o BHQT	200 mg/kg pero sin exceder de los límites antes indicados
Tiodipropionato de dilaurilo	200 mg/kg

Cuadro No.4. Agentes Sinérgicos permitidos en el aceite comestible

Agente Sinérgico	Máximo en mg/kg de producto
Acido Cìtrico	BFP
Citratos de sodio	BPF
Isopropil-citratos	100 mg/kg solos o mezclados
Citrato monoglicérico	

Cuadro No.5. Límites máximos para residuos de plaguicidas permitidos

Plaguicida	Limite máximo de residuo en
	mg/kg de producto
ALDICARB	0.01
CIHALOTRIN	0.02
CLETODIM	0.5
CLORPIRIFOS	0.05
DICOFOL	0.5
DIMETIPIN	0.1
FENVALERATO	0.1
MALATION	13
METOMILO	0.04
PERMETRIN	0.1
PIRIPROXIFEN	0.01
PROFENOFOS	0.05
PROPARGITA	0.2
SPINOSAD	0.01

# ACEITE DE Acrocomia mexicana (ESPECIFICACIONES)

NORMA COGUANOR

No.

## 1. OBJETO

Esta norma tiene por objeto establecer las características y los requisitos que debe cumplir el aceite fijo de *Acrocomia mexicana* (Coyolio).

## 2. PEO'S CONSULTADOS:

LIPRONAT manual de operaciones PEO No..... (Colecta y Secado de Material Vegetal)

LIPRONAT manual de operaciones PEO No..... (Control de Calidad de Semillas Colectadas)

LIPRONAT manual de operaciones PEO No..... (Expresión en frío. Prensa Hidráulica)

LIPRONAT manual de operaciones PEO No..... (Índice de Refracción)

LIPRONAT manual de operaciones PEO No... (Índice de Yodo)

LIPRONAT manual de operaciones PEO No... (Índice de Saponificación)

LIPRONAT manual de operaciones PEO No... (Materia no Saponificable)

LIPRONAT manual de operaciones PEO No... (Punto de Fusión)

LIPRONAT manual de operaciones PEO No... (Prueba de frío)

LIPRONAT manual de operaciones PEO No... (Rancidez)

LIPRONAT manual de operaciones PEO No... (Índice de Acidez)

LIPRONAT manual de operaciones PEO No... (Perfil de Ácidos Grasos)

## 3. **DEFINICIONES**:

3.1 Aceite de Semilla de *Acrocomia mexicana:* Es obtenido por expresión en frío de las semillas de Coyolio.

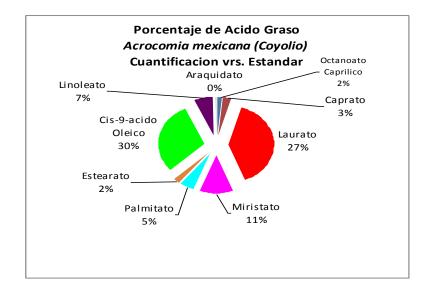
## 4. ESPECIFICACIONES Y CARACTERÍSTICAS

- 4.1 Descripción de la materia vegetal: Palmera mediana con una altura de 6-15 metros aproximadamente. Copa de 3-5 m compuesta de 20-25 hojas arqueadas y pinadas, tronco recto, cilíndrico, de color gris claro, con superficie lisa tortuosa regularmente con espinas negras agudas largas y aplanadas hasta 15 cm de longitud. Hojas: pinnadas, alternas extendidas al ápice del tronco, siempre verdes, de 2-4 m de largo. Foliolos numerosos de 30-60 cm de largo y 1-2 cm de ancho, de color verde lustroso, poseen pelos rígidos en su anverso y espinas en la parte de en medio, de 2-6 cm de longitud. Flores: Panícula de 50-150 cm de largo, insertada entre las bases de las hojas. Esta cubierta por una espata pelosa espinosa de 1-1.7 metros de largo por 20-40 cm de ancho, las flores blanco- amarillo son de menos de 1 cm de largo, con 3 sépalos y 3 pétalos. Frutos: Redondeado de 25-50 mm. De diámetro, es carnoso-fibroso, de color verde oliváceo o amarillo acaramelado, de agradable fragancia, con cáscara lisa, brillante y frágil. Los frutos aparecen en racimos o cachos, desde 200 hasta 700 frutos. Semilla: Redondeada de consistencia dura de 15 a 30 mm. De diámetro.
- 4.2 Características Generales: El aceite de semilla Acrocomia mexicana (Coyolio): debe estar en perfecto estado de conservación, no deberá contener partículas extrañas suspendidas o agua separada.
- 4.3 Características Físicas y Químicas: El aceite de semilla de Acrocomia mexicana (Coyolio): (deberá cumplir los requisitos que se indican en los cuadros siguientes.
- 4.4 Colecta y secado de la semilla: El coyolio se despulpa, las semillas se lavan y se secan al sol hasta que su humedad no sea mayor del 10%.

<u>Cuadro No.1.</u> Requisitos Físicos y Químicos del aceite comestible de semilla de *Acrocomia* <u>mexicana</u>

Requisito	Aceite crudo	Resultado Experimental
Densidad relativa a 20°C ±0.5°C	-	0.9309g/m l
Índice de refracción		
20°C	-	1.4627
Índice de Saponificación en mg de		298.64
KOH por g de muestra	-	
Materia no saponificable		6.78
	-	
Índice de Yodo (cg de Yodo/g de	_	146.04
aceite)	<u>-</u>	140.04
Acidez como acido oleico	-	3.00
( g de ácido/100g de aceite)		
Índice de acidez	-	
Índice de Peróxido	-	142.1000
Punto de Humeo °C	-	139.6667
Punto de Fusión °C		33.8333
рН	-	4.7800
Índice de Polenske	-	-
Indice de Reichert-Meissl	-	-
Color Lovibond		
(cubeta de 5 ¼ ±0.1)		
Amarillo	-	-
Rojo		
Azul		

Cuadro No. 2 Perfil de Ácidos Grasos del aceite fijo obtenido de las especies en Estudio.



ACIDO	
GRASO	CLASIFICACION
Octanoato	
Caprilico	Saturado
Caprato	Saturado
Laurato	Saturado
Miristato	Saturado
Palmitato	Saturado
Estearato	Saturado
Cis-9-acido	
Oleico	Insaturado
Linoleato	Polinsaturado
Araquidato	Saturado

## 5. CARACTERÍSTICAS SENSORIALES:

- 5.1 <u>Olor y sabor:</u> el aceite de semilla de *Acrocomia mexicana* (Coyolio): no deberá tener olor ni sabor a "rancio".
- 5.2 <u>Color:</u> el aceite de semilla de *Acrocomia mexicana* (Coyolio): no deberá exceder los límites de color amarillo, rojo y azul, según la escala Lovibond expresados en el cuadro No. 1. respectivamente.
- 5.3 Aspecto: Liquido fluido a temperatura ambiente, poco viscoso, traslucido.

## 6. MUESTREO:

Según el método oficial 981.11 del la AOAC.

#### 7. METODO DE PRUEBA:

La determinación de las características especificadas en la presente norma se efectuaran de acuerdo a los PEO`S correspondientes; véase sección No.2.

#### 8. ENVASE Y ROTULADO:

8.1 Envase: Los envases para el aceite comestible de semilla de **Acrocomia mexicana** (Coyolio): deberán ser herméticos y de un material inocuo y no deberá alterar las características del producto, pudiendo ser de plástico, metal vidrio o de cualquier otro material. El volumen ocupado para el producto deberá ser menor del 98% del volumen declarado en el rótulo, para volúmenes menores de 1 L, y no deberá ser menor del 99% del volumen declarado en el rótulo o etiqueta para volúmenes iguales o mayores de 1L.

## 8.2 Rótulo:

- 8.2.1 Para los efectos de esta norma, los rótulos o etiquetas serán de papel o de cualquier otro material que pueda ser adherido a los envases, o bien de impresión permanente sobre los mismos.
- 8.2.2 Las inscripciones rótulos o etiquetas deberán se hechas en forma tal que no desaparezcan bajo condiciones de uso normal, ser fácilmente legibles a simple vista y redactadas en idioma español.
- 8.2.3 El rótulo o etiqueta no podrá tener ninguna leyenda o dibujo de significado ambiguo que pueda inducir a engaño ni descripción de características del producto que no se puedan comprender.
- 8.2.4 Los rótulos o etiquetas deberán cumplir con lo especificado en la norma COGUANOR NOR NGO 34 039 y llevar como mínimo lo siguiente:
- i. La palabra "Aceite de Semilla de *Acrocomia mexicana* (Coyolio)"
- j. La indicación de si el aceite ha sido desmargarinizado ( "winterizado")
- k. La marca comercial
- I. El nombre o razón social del fabricante o de la entidad comercial bajo cuya marca se expende el producto.

- m. El nombre del país donde fue elaborado
- n. El contenido neto en unidades del Sistema Internacional de Unidades (SI)
- o. El nombre genérico de los aditivos empleados y su proporción
- p. La identificación del lote, la cual podrá ponerse en clave en cualquier lugar apropiado del envase o el cartón o caja que contenga los envases

#### 9. ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

Las condiciones de almacenamiento y transporte deberán ajustarse a lo establecido por la legislación del país.

Nota: para el aceite extraído de almendra de palma la temperatura de almacenamiento para productos a granel mínima es de  $27^{\circ}$  C y máxima  $32^{\circ}$  C.

## **10. CORRESPONDENCIA:**

Para la redacción de la presente norma se han tenido en cuenta los siguientes documentos:

- Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas (FAO) APÉNDICE IV - PROYECTO DE NORMA REVISADA PARA GRASAS Y ACEITES COMESTIBLES NO REGULADOS POR NORMAS INDIVIDUALES (En el Trámite 8 del Procedimiento)
- Norma General del Codex para Grasas y Aceites Comestibles No Regulados por Normas Individuales (CODEX STAN 019-1981).
- Norma del Codex para los Aceites de Oliva Vírgenes oliva y a los aceites de orujo de oliva (CODEX STAN 033-1981); y Norma del Codex para Aceites Vegetales Especificados (CODEX STAN 210-1999).

## 11. ANEXO

Cuadro No.1. Límites máximos de los contaminantes presentes en el aceite comestible

Contaminante	Dosis máxima
Materia volátil a 105°C	0,2% m/m
Impurezas insolubles	0,05% m/m
Contenido de jabón	0,005% m/m
<ul> <li>Hierro (Fe):</li> <li>Grasas y aceites refinados</li> <li>Grasas y aceites vírgenes</li> <li>Grasas y aceites prensados en frío</li> </ul>	2.5 mg/kg 5.0 mg/kg <b>5.0 mg/kg</b>
Cobre (Cu):	
<ul> <li>Grasas y aceites refinados</li> <li>Grasas y aceites vírgenes</li> <li>Grasas y aceites prensados en frio</li> </ul>	a. mg/kg 0.4 mg/kg <b>0.4 mg/kg</b>

Plomo (Pb)	0.1 mg/kg
Arsénico (As)	0.1 mg/kg
Índice de ácido:	
<ul> <li>Grasas y aceites refinados</li> <li>Grasas y aceites vírgenes</li> <li>Grasas y aceites prensados en frío</li> </ul>	0,6 mg de KOH/g de grasa o aceite 4,0 mg de KOH/g de grasa o aceite <b>4,0 mg de KOH/g de grasa o aceite</b>
Índice de peróxido:	
<ul> <li>Aceites vírgenes y grasas y aceites prensados en frío</li> <li>Otras grasas y aceites</li> </ul>	Hasta 15 miliequivalentes de oxígeno activo/kg de aceite Hasta 10 miliequivalentes de oxígeno activo/kg de aceite

<u>Cuadro No.2. Límites máximos para residuos de plaguicidas permitidos en el aceite</u>
<u>comestible</u>

Plaguicida	Limite máximo de residuo en mg/kg de producto
ALDICARB	0.01
CIHALOTRIN	0.02
CLETODIM	0.5
CLORPIRIFOS	0.05
DICOFOL	0.5
DIMETIPIN	0.1
FENVALERATO	0.1
MALATION	13
METOMILO	0.04
PERMETRIN	0.1
PIRIPROXIFEN	0.01
PROFENOFOS	0.05
PROPARGITA	0.2
SPINOSAD	0.01

## **ADITIVOS**

Cuadro No.3. Antioxidantes permitidos en el aceite comestible

Antioxidante	Máximo en mg/kg del producto
Palmitato de ascorbilo	500 mg/kg,
Estearato de ascorbilo	solos o mezclados
Concentrado de tocoferoles mezclados	BPF
Alfa-tocoferol	BPF
Gama-tocoferol sintético	BPF
Delta-tocoferol sintético	BPF
Galato de propilo	100 mg/kg
Butilhidroquinona terciaria (BHQT)	120 mg/kg
Butil-hidroxianisol (BHA)	175 mg/kg
Butil-hidroxitolueno (BHT)	75 mg/kg
Cualquier combinación de galato de propilo, BHA, BHT y/o BHQT	200 mg/kg pero sin exceder de los límites antes indicados
Tiodipropionato de dilaurilo	200 mg/kg

# Cuadro No.4 Agentes Sinérgicos permitidos en el aceite comestible

Agente Sinérgico	Máximo en mg/kg de producto
Acido Cìtrico	BFP
Citratos de sodio	BPF
Isopropil-citratos	100 mg/kg solos o mezclados
Citrato monoglicérico	

# ACEITE DE *Crescentia cujete* (Morro),. (ESPECIFICACIONES)

NORMA COGUANOR No.

#### OBJETO

Esta norma tiene por objeto establecer las características y los requisitos que debe cumplir el aceite fijo de *Crescentia cujete* (Morro).

## 2. PEO'S CONSULTADOS:

LIPRONAT manual de operaciones PEO No..... (Colecta y Secado de Material Vegetal)

LIPRONAT manual de operaciones PEO No..... (Control de Calidad de Semillas Colectadas) LIPRONAT manual de operaciones PEO No..... (Expresión en frío. Prensa Hidráulica)

LIPRONAT manual de operaciones PEO No..... (Índice de Refracción)

LIPRONAT manual de operaciones PEO No... (Índice de Yodo)

LIPRONAT manual de operaciones PEO No... (Índice de Saponificación)

LIPRONAT manual de operaciones PEO No... (Materia no Saponificable)

LIPRONAT manual de operaciones PEO No... (Punto de Fusión)

LIPRONAT manual de operaciones PEO No... (Temperatura de Formación de Humos)

LIPRONAT manual de operaciones PEO No... (Prueba de frío)

LIPRONAT manual de operaciones PEO No... (Rancidez)

LIPRONAT manual de operaciones PEO No... (Índice de Acidez)

LIPRONAT manual de operaciones PEO No... (Perfil de Ácidos Grasos)

## 3. **DEFINICIONES**:

3.1 Aceite de Semilla de *Crescentia cujete* (Morro): Es obtenido por expresión en frío de las semillas de Morro.

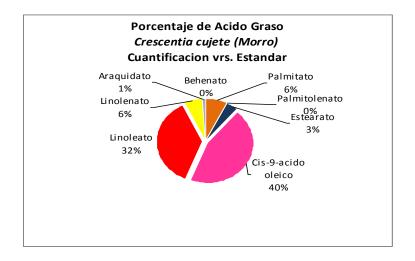
## 4 ESPECIFICACIONES Y CARACTERÍSTICAS

- 4.1 Descripción de la materia vegetal: Árboles de ramas numerosas, retorcidas, abiertas, con brotes delgados y nudos sobresalientes, extendidas, 6-10 m de alto, 30 cm de diámetro. Flores: solas o en numero de 2 a 3, cáliz 1.5-2.2 cm de largo, profundamente partido, corola ancho-acampanado color amarillento-blanco, estambres insertos debajo de la mitad del tubo corolinico, disco grande, hemisférico. Ovario oviforme elíptico grabro, unilocular. Hojas: Simples, cuneiforme-oblanceoladas o espatuliformes, 8-20 cm de largo y 3-5.5 cm de ancho, de ápice redondeado y brevemente cuspinado o acuminada y base gradualmente atenuada, glabrosa de la cara inferior, borde liso, sésil o de peciolo corto de 5 mm de largo. Fruto: Globoso, indehiscente, de 15-14 cm de largo, con pericarpio duro y abundante pulpa color amarillo-café en el interior que rodea a abundantes semillas. Semillas: forma de cordada o bagamnete circulares, comprimidas de 7-7.5 mm de largo y de 6.4-6.8 mm de ancho. La testa es de color café oscuro a negro, ligeramente áspero, opaca, coríaceo de 1-1.2 mm de grosor, el embrión es recto comprimido y ocupa toda la cavidad de la semilla; tiene dos cotiledones, planos y carnosos, cordiformes, carece de endospermo.
- 4.2 Características Generales: El aceite de semilla Crescentia cujete (Morro), debe estar en perfecto estado de conservación, no deberá contener partículas extrañas suspendidas o agua separada.
- 4.3 Características Físicas y Químicas: El aceite de semilla de *Crescentia cujete* (Morro), deberá cumplir los requisitos que se indican en los cuadros siguientes.
- 4.4 **Colecta y secado de la semilla:** La colecta se realiza cuando los frutos están maduros, para extraer la semilla es necesario quebrar la cascara dura del morro, se extrae las semillas con todo y pulpa y se retira con abundante agua, luego se secan al sol hasta obtener una humedad constante menor de 10 %, para evitar crecimiento de hongos.

<u>Cuadro No.1</u>. Requisitos Físicos y Químicos del aceite de semilla de *Crescentia cujete* (Morro),

Requisito	Aceite crudo	Resultado Experimental
Densidad relativa a 20°C ±0.5°C g/mL	-	0.9096
Índice de refracción 20°C	-	1.4778
Índice de Saponificación en mg de KOH por g de muestra	-	66.38
Materia no saponificable g/Kg	-	8.29
Índice de Yodo (cg de Yodo/g de aceite)	-	118.32
Acidez como acido oleico ( g de ácido/100g de aceite)	-	3.60
Índice de acidez	-	
Índice de Peróxido	-	21.8600
Punto de Humeo ºC		141.0000
Punto de Fusón ºC	-	11.0000
рН	-	5.2800
Índice de Polenske	-	-
Indice de Reichert-Meissl	-	-
Color Lovibond	-	
(cubeta de 5 ¼ ±0.1)		
Amarillo		-
Rojo		
Azul		

Cuadro No. 2 Perfil de Ácidos Grasos del aceite fijo obtenido de las especies en Estudio.



ACIDO	
GRASO	CLASIFICACION
Palmitato	Saturado
Palmitolenato	Insaturado
Estearato	Saturado
Cis-9-acido	
oleico	Insaturado
Linoleato	Polinsaturado
Linolenato	Polinsaturado
Araquidato	Saturado
Behenato	Saturado

## **5 CARACTERÍSTICAS SENSORIALES:**

- 5.1 <u>Olor y sabor:</u> el aceite de semilla de *Crescentia cujete* (Morro): no deberá tener olor ni sabor a "rancio".
- 5.2 <u>Color:</u> el aceite de semilla de *Crescentia cujete* (Morro): no deberá exceder los límites de color amarillo, rojo y azul, según la escala Lovibond expresados en el cuadro No. 1. respectivamente.
- 5.3 Aspecto: Liquido a temperatura ambiente, poco viscoso, traslucido.

#### 6 MUESTREO:

Según el método oficial 981.11 del la AOAC.

#### 7 METODO DE PRUEBA:

La determinación de las características especificadas en la presente norma se efectuaran de acuerdo a los PEO`S correspondientes; véase sección No.2.

#### 8 ENVASE Y ROTULADO:

8.1 Envase: Los envases para el aceite de semilla de *Crescentia cujete* (Morro); deberán ser herméticos y de un material inocuo y no deberá alterar las características del producto, pudiendo ser de plástico, metal vidrio o de cualquier otro material. El volumen ocupado para el producto deberá ser menor del 98% del volumen declarado en el rótulo, para volúmenes menores de 1 L, y no deberá ser menor del 99% del volumen declarado en el rótulo o etiqueta para volúmenes iguales o mayores de 1L.

## 8.2 Rótulo:

- 8.2.1 Para los efectos de esta norma, los rótulos o etiquetas serán de papel o de cualquier otro material que pueda ser adherido a los envases, o bien de impresión permanente sobre los mismos.
- 8.2.2 Las inscripciones rótulos o etiquetas deberán se hechas en forma tal que no desaparezcan bajo condiciones de uso normal, ser fácilmente legibles a simple vista y redactadas en idioma español.
- 8.2.3 El rótulo o etiqueta no podrá tener ninguna leyenda o dibujo de significado ambiguo que pueda inducir a engaño ni descripción de características del producto que no se puedan comprender.
- 8.2.4 Los rótulos o etiquetas deberán cumplir con lo especificado en la norma COGUANOR NOR NGO 34 039 y llevar como mínimo lo siguiente:
  - q. La palabra "Aceite de semilla de Crescentia cujete (Morro): "
  - r. La indicación de si el aceite ha sido desmargarinizado ( "winterizado")
  - s. La marca comercial
  - t. El nombre o razón social del fabricante o de la entidad comercial bajo cuya marca se expende el producto.
  - u. El nombre del país donde fue elaborado
  - v. El contenido neto en unidades del Sistema Internacional de Unidades (SI)
  - w. El nombre genérico de los aditivos empleados y su proporción

x. La identificación del lote, la cual podrá ponerse en clave en cualquier lugar apropiado del envase o el cartón o caja que contenga los envases

#### 9 ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

Las condiciones de almacenamiento y transporte deberán ajustarse a lo establecido por la legislación del país.

Nota: para el aceite extraído de almendra de palma la temperatura de almacenamiento para productos a granel mínima es de 27º C y máxima 32º C.

## 10 CORRESPONDENCIA:

Para la redacción de la presente norma se han tenido en cuenta los siguientes documentos:

- Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas (FAO) APÉNDICE IV - PROYECTO DE NORMA REVISADA PARA GRASAS Y ACEITES COMESTIBLES NO REGULADOS POR NORMAS INDIVIDUALES (En el Trámite 8 del Procedimiento)
- Norma General del Codex para Grasas y Aceites Comestibles No Regulados por Normas Individuales (CODEX STAN 019-1981).
- Norma del Codex para los Aceites de Oliva Vírgenes oliva y a los aceites de orujo de oliva (CODEX STAN 033-1981); y Norma del Codex para Aceites Vegetales Especificados (CODEX STAN 210-1999).

#### 11 ANEXO

Cuadro No.1. Límites máximos de los contaminantes presentes en el aceite comestible):

Contominanto	Danie másimo
Contaminante	Dosis máxima
Materia volátil a 105°C	0,2% m/m
Impurezas insolubles	0,05% m/m
Contenido de jabón	0,005% m/m
Hierro (Fe):	
<ul> <li>Grasas y aceites refinados</li> </ul>	2.5 mg/kg
<ul> <li>Grasas y aceites vírgenes</li> </ul>	5.0 mg/kg
<ul> <li>Grasas y aceites prensados en frío</li> </ul>	5.0 mg/kg
Cobre (Cu):	
<ul> <li>Grasas y aceites refinados</li> </ul>	0.2 mg/kg
<ul> <li>Grasas y aceites vírgenes</li> </ul>	0.4 mg/kg
<ul> <li>Grasas y aceites prensados en frio</li> </ul>	0.4 mg/kg
Plomo (Pb)	0.1 mg/kg
Arsénico (As)	0.1 mg/kg
Índice de ácido:	
<ul> <li>Grasas y aceites refinados</li> </ul>	0,6 mg de KOH/g de grasa o aceite

<ul><li>Grasas y aceites vírgenes</li><li>Grasas y aceites prensados en frío</li></ul>	4,0 mg de KOH/g de grasa o aceite 4,0 mg de KOH/g de grasa o aceite
<ul> <li>Áceites vírgenes y grasas y aceites prensados en frío</li> <li>Otras grasas y aceites</li> </ul>	Hasta 15 miliequivalentes de oxígeno activo/kg de aceite Hasta 10 miliequivalentes de oxígeno activo/kg de aceite

<u>Cuadro No.2. Límites máximos para residuos de plaguicidas permitidos en el aceite</u>
<u>comestible</u>

Plaguicida	Limite máximo de residuo en mg/kg de producto
ALDICARB	0.01
CIHALOTRIN	0.02
CLETODIM	0.5
CLORPIRIFOS	0.05
DICOFOL	0.5
DIMETIPIN	0.1
FENVALERATO	0.1
MALATION	13
METOMILO	0.04
PERMETRIN	0.1
PIRIPROXIFEN	0.01
PROFENOFOS	0.05
PROPARGITA	0.2
SPINOSAD	0.01

# 3. ADITIVOS

Cuadro No.3. Antioxidantes permitidos en el aceite comestible

Antioxidante	Máximo en mg/kg del producto
Palmitato de ascorbilo	500 mg/kg,
Estearato de ascorbilo	solos o mezclados
Concentrado de tocoferoles mezclados	BPF
Alfa-tocoferol	BPF
Gama-tocoferol sintético	BPF
Delta-tocoferol sintético	BPF
Galato de propilo	100 mg/kg
Butilhidroquinona terciaria (BHQT)	120 mg/kg
Butil-hidroxianisol (BHA)	175 mg/kg
Butil-hidroxitolueno (BHT)	75 mg/kg
Cualquier combinación de galato de propilo, BHA, BHT y/o BHQT	200 mg/kg pero sin exceder de los límites antes indicados
Tiodipropionato de dilaurilo	200 mg/kg

Cuadro No.4 Agentes Sinérgicos permitidos en el aceite comestible de

Agente Sinérgico	Máximo en mg/kg de producto
Acido Cìtrico	BFP
Citratos de sodio	BPF
Isopropil-citratos	100 mg/kg solos o mezclados
Citrato monoglicérico	

Asesora

Directora de Escuela

Ph.D Oscar Cóbar Pinto

Decano Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia