



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

RECINTO UNIVERSITARIO RUBÉN DARÍO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

**SEMINARIO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIATURA
EN QUÍMICA INDUSTRIAL**

**TÍTULO: Estudio tecnológico sobre refinación en aceite de *Arachis hypogaea*
I. (maní), variedad Georgia 06-G, mediante tratamiento químico orgánico,
Departamento de Química, UNAN-Managua, enero - junio 2021**

Autores:

Br. Alberto Josué Herrera Vega.

Br. Brandon Josué Lazo Mejía.

Br. Eduardo Alfredo Escobar Morales.

Tutor:

MSc. Yader Esmir Mairena Mairena

Managua, 09 de abril 2021

Aspectos generales



TÍTULO

Estudio tecnológico sobre refinación en aceite de Arachis hypogaea L. (maní), variedad Georgia 06-G, mediante tratamiento químico orgánico, Departamento de Química, UNAN-Managua, enero - junio 2021.

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser sus hijos, son los mejores padres.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a nuestros padres, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

Agradecemos a nuestros docentes, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, quienes han guiado con su paciencia, y su rectitud como docentes nuestro camino profesional.

CARTA AVAL DEL TUTOR

Managua, viernes 09 de abril 2021

Dr. Frank Medrano
Director del Departamento de Química
Facultad de Ciencias e Ingeniería
UNAN-Managua

Estimado Maestro Medrano:

Saludos cordiales.

Me dirijo a usted en carácter de tutor del seminario de graduación titulado *“Estudio tecnológico sobre refinación en aceite de Arachis Hypogaea L. (maní), variedad Georgia 06-G, mediante tratamiento químico orgánico, Departamento de Química UNAN-Managua, enero-junio 2021”*, presentado por los estudiantes: Br. Alberto Josué Herrera Vega, Br. Brandon Josué Lazo Mejía y el Br. Eduardo Alfredo Escobar Morales, para optar al título de Licenciado en Química Industrial. Este trabajo ha sido desarrollado en el Departamento de química y por este medio hago constar que el documento ya está apto para ser presentado ante un comité evaluador que usted designe.

Agradeciendo la atención a la presente, me despido de usted deseándole el éxito que merece.

Atentamente:



MSc. Yader Esmir Mairena Mairena
Docente del Departamento de Química
UNAN–Managua
Departamento de Química
Telf.: 00(505) – 2278 6769
Extensión: 155

RESUMEN

Este trabajo es un estudio sobre el proceso tecnológico de refinación orgánica del aceite de Arachis Hipogae L. (Maní), variedad Georgia 06-G. La diferencia de este proceso frente al método químico con sosa caustica y el tratamiento físico se debe a las tecnologías de cizallamiento y a la utilización de un ácido orgánico que permite remover metales y ácidos grasos libres presentes en el aceite crudo de maní.

Los objetivos de este trabajo consisten en la descripción del proceso de refinación orgánica y el análisis detallado de las condiciones operacionales en cada etapa del proceso, además, se identifican los principales parámetros fisicoquímicos y organolépticos que se le debe realizar a las grasas y aceites comestibles según el CODEX STAN 210-1999 y la NTON 03 075-07 /RTCA 67.04.40:07, para evaluar la calidad del aceite refinado y determinar la efectividad del proceso.

Las principales condiciones operacionales son las temperaturas de calentamiento, el tiempo de agitación y mezcla, las presiones de vacío y las velocidades de agitación determinadas en rpm. Por otra parte, las etapas principales de la refinación orgánica consisten en: Pre calentamiento del aceite, agitación y mezcla, centrifugación, evaporación y desodorización.

Palabras claves: *Refinación orgánica, Cizallamiento, Aceite de Arachis Hipogae L, Análisis Físico-Químicos.*

INDICE

Aspectos generales

TÍTULO	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
CARTA AVAL DEL TUTOR.....	iv
RESUMEN.....	v

Capítulo I

1.1. Introducción	1
1.2. Planteamiento del problema	2
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos	4

Capítulo II

2.1. Marco teórico	5
2.1.1. El Maní.	5
2.1.2. Origen.....	6
2.1.3. Producción mundial.	6
2.1.4. Producción nacional.....	6
2.1.6. Métodos de siembra.	7
2.1.8. Descripción botánica y taxonómica de la planta de Maní.....	8
2.1.9. Composición del maní.	9
2.1.12. Refinado.	10
2.1.13. Propiedades nutricionales del aceite refinado.	11
2.1.14. Panorama actual del aceite de maní.....	11

2.1.16. Usos del aceite de maní.	12
2.1.17. Lípidos.	12
2.1.17.1. Ácidos grasos	12
2.1.18. Métodos de extracción de aceites.....	13
2.1.20. Métodos de refinación de aceites.....	13
2.1.21. Aceite de maní.....	18
2.1.22. Análisis sensorial en aceites.	19
2.1.23. Análisis físico-químico de aceites.....	19
2.1.23.1. Índice de acidez	20
2.1.23.2. Índice de saponificación	21
2.1.23.3. Índice de Yodo	21
2.1.23.4. Índice de Peróxidos.....	21
2.2. Antecedentes	23
2.3. Preguntas directrices	24
Capítulo III	
3.1. Diseño Metodológico	26
3.1.1. Descripción del ámbito de estudio.	26
3.1.2. Tipo de estudio.	26
3.1.3. Población y muestra.	26
3.2. Identificación de Variables	27
3.2.1. Variables Independientes.	27
3.2.2. Variables Dependientes.....	28
3.3. Materiales y métodos	28
3.3.1. Materiales para recolectar información.	28
3.3.2. Materiales para procesar la información.	28
3.3.3. Método.....	29

Capítulo IV

4.1. Análisis de resultados	31
4.1.1. Análisis del proceso	31
4.1.2. Análisis de las condiciones operacionales.	32
4.1.3. Principales ensayos físico químico de los aceites refinados.	33

Capítulo V

5.1. Conclusiones	36
5.2. Recomendaciones	37
5.3. Bibliografía.....	38
5.4. Anexos.....	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación taxonómica de la planta de maní.....	8
Tabla 2 Composición química promedio del maní.....	9
Tabla 3 Composición química del aceite de maní	10
Tabla 4 Índices en el aceite de maní.....	22
Tabla 5 Métodos de ensayos fisicoquímico.....	30
Tabla 6 Descripción de los análisis fisicoquímico.....	33

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1	Volúmenes de exportación del maní.....	7
Ilustración 2	Follaje de la planta de maní.....	7
Ilustración 3	Ventajas y desventajas de la refinación química	14
Ilustración 4	Valor agregado de fertilizante.....	16
Ilustración 5	Ventajas y desventajas de la refinación con potasa cáustica.....	17
Ilustración 6	Ventajas y desventajas con el método orgánico	18
Ilustración 7	Diagrama de bloque del proceso de refinación orgánica	31

ABREVIATURAS Y SIGLAS

°C: Grados Celsius

T: Temperatura

t: Tiempo

kg: kilogramos

rpm: Revoluciones por minuto

kg/m³: kilogramo por metro cúbico

% AGL: Porcentaje de Ácidos Grasos Libres

AGL: Ácidos grasos libres

MIFIC: Ministerio de Fomento, Industria y Comercio

MAGFOR: Ministerio Agropecuario Forestal

BCN: Banco Central de Nicaragua

FAO: Food and Agriculture organization of the United Nations (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura)

RTCA: Reglamento Técnico Centroamericano

NTON: Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense

NTN: Norma Técnica Nicaragüense

ISO: Organización Internacional de Normalización

AOAC: Asociación de Químicos Analíticos Oficiales

CODEX/Alimentarius: Código de alimentación

Capítulo I



1.1. Introducción

El Arachis Hypogaea L. (maní) es una de las principales oleaginosas del mundo con un alto contenido de aceite (45-55 %), este producto es el más valioso para la industrialización de esta oleaginosa por su elevada demanda que compite frente al aceite de oliva. Los aceites vegetales se han convertido en una parte esencial de la dieta del ser humano ya que son ricos en ácido oleico y es muy beneficioso para la salud cardiovascular.

En Nicaragua, la variedad de maní utilizada por su alto rendimiento de campo y buena producción de aceite, es la Georgia 06-G. Según la Unión de Productores Agropecuarios de Nicaragua (UPANIC, 2017) el incremento de la productividad permitió que los rendimientos en la cosecha de maní fueran de 74 quintales/manzanas (0,5 Kg/m²) y que el área sembrada fuera de 60 000 manzanas, ocasionando que sea uno de los productos agrícolas de mayor crecimiento, esto favorece la producción de aceite principalmente por la disponibilidad de la materia prima que se genera en el sector agropecuario del país.

Esta investigación consiste en describir el proceso tecnológico de la refinación química orgánica mediante la utilización del ácido cítrico y las tecnologías de cizallamiento, además, se analizan las condiciones operacionales del proceso y se identifican los principales parámetros de ensayo que determinan la calidad del aceite refinado. Los métodos de ensayos siguen las orientaciones de la Organización Internacional de Normalización (ISO) y de la Asociación Americana de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC).

1.2. Planteamiento del problema

La globalización y la revolución industrial han influido considerablemente en el enfoque que han tenido los procesos industriales, ahora se requiere de una gestión por procesos con el mínimo de tiempo requerido, sencillos, a bajos costos y amigables con el medio ambiente, para lograr un enfoque sostenible, la industria química se ha alineado a esta tendencia, y uno de los productos que tiene gran demanda en la industria alimentaria es el aceite de Arachis Hypogaea L por su alto rendimiento y beneficios a la salud.

En Nicaragua existen empresas destinadas a la producción de aceite crudo de maní, el cual contiene un alto porcentaje de acidez (3%), que indica una alta presencia de ácidos grasos libres, convirtiendo este aceite en un producto de baja calidad e inaceptable para el consumo humano, en consecuencia, estas empresas se ven obligadas a exportarlo con un bajo costo, lo cual se traduce en pérdidas económicas y en un efecto negativo del producto interno bruto.

Cabe recalcar, que hay empresas que se dedican a la refinación de aceites vegetales mediante tratamiento químico con sosa caustica (NaOH), pero en dicho método, se consumen reactivos químicos peligrosos y a veces se pierden cantidades considerables de materia prima.

Por lo antes expuesto, se realizará un estudio de refinación química orgánica en aceite de Arachis Hypogaea L como propuesta de proceso alterno para obtener un producto de alta calidad a un bajo costo y sin generar residuos peligrosos para el medio ambiente, lo cual hace más competitivo al aceite en el mercado nacional e internacional.

1.3. Justificación

La tendencia actual de la alimentación se ha orientado a la producción de alimentos sanos que cumplan con ciertas exigencias y parámetros de calidad que lo vuelven aptos para el consumo humano.

Para el refinado de los aceites existen diferentes métodos donde la neutralización o refinación química mediante el uso de sosa cáustica ha sido el método más utilizado para purificar y eliminar inicialmente las impurezas no deseadas que afectan el sabor, olor, apariencia y estabilidad de los productos finales en los aceites y las grasas. Sin embargo, este proceso es causa de altas mermas productivas, por la cual uno de los objetivos principales de la industria ha sido encontrar nuevas técnicas, y de ser posible sustituirlas con procesos más eficientes, amigables con el ambiente y de menor costo.

Por lo antes descrito, se estudiará un método alternativo de mayor eficiencia, de menor costo y amigable con el ambiente, como lo es el tratamiento químico orgánico. En este caso se estudiará el proceso de refinación con el aceite de Arachis Hypogaea L., ya que este producto está generando divisas para el país y sería de mayor beneficio si se le aporta un valor agregado, además, es producido a partir de materia prima generada por el sector agropecuario del país.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Realizar un estudio tecnológico sobre refinación en aceite de Arachis Hypogaea L. (maní), variedad Georgia-06, para exportación, mediante tratamiento químico orgánico, Departamento de Química UNAN-Managua, enero-junio 2021.

1.4.2. Objetivos específicos

1. Describir el proceso tecnológico de refinación en aceite de Arachis Hypogaea L. mediante tratamiento químico orgánico.
2. Analizar los parámetros óptimos operacionales tales como temperatura y presión para refinar aceite de Arachis Hypogaea L. mediante tratamiento químico orgánico.
3. Identificar los principales ensayos químicos que se le deben realizar al aceite refinado de maní.

Capítulo II



2.1. Marco teórico

2.1.1. El Maní.

El *Arachis hypogaea* L, generalmente conocido como maní, es una de las principales oleaginosas más producidas en el mundo, por su importante fuente de proteínas de origen vegetal para consumo humano y animal. Tomando en cuenta que genera valiosos ingresos a países en vías de desarrollo, en los que se generan hasta el 90 por ciento de la producción mundial.

El fruto es una legumbre indehiscente (una vaina que no tiene puntos de sutura o escisión abierta libremente), redondo y subterráneo que contiene típicamente 1 a 3 semillas blandas (a veces hasta 6), cada uno cubierto con un color marrón rojizo, parecido al papel de la membrana. Las semillas contienen entre un 45 – 55 % de aceite. (Encyclopedia of live, 2012). La cascarilla es astringente por los polifenoles que también actúan como antioxidantes. (Badui Dergal, 2012).

Es el producto agrícola de exportación que mejor desempeño ha mostrado en los últimos años. Desde 1994 el valor de las exportaciones ha crecido a un ritmo de 19 por ciento anual, siendo el medio de subsistencia de muchos productores a nivel nacional. Por supuesto, genera cuantiosos y necesarios puestos de trabajo en el área rural nicaragüense en la época de siembra y cosecha.

Uno de los aspectos de especial importancia del maní nicaragüense es su bajo contenido en aflatoxina, que es una toxina que se desarrolla en ambientes muy secos y que es la principal barrera no comercial que imponen los países importadores, como la Unión Europea. (Banco central de Nicaragua, 2014). Según datos preliminares del MAGFOR, la producción del maní se da especialmente en la zona del Occidente (León y Chinandega).

Numerosos cultivares han sido desarrollados, que tienen diferentes formas de crecimiento, tamaño, forma, sabor y resistencia a enfermedades e insectos. (Encyclopedia of live, 2012).

2.1.2. Origen.

El maní es originario de Sudamérica, probablemente de Brasil y actualmente es un producto de consumo mundial. La historia del cultivo del maní data desde la época precolombina. La palabra cacahuete proviene del nahuatl por aféresis de tlacacáhuatl; de tlalli: tierra simbólicamente bajo, humilde y cacáhuatl: cacao, debido a su comparación con este fruto. Anteriormente la planta se sembraba en Haití, donde los isleños la llamaban maní. (Cárdenas, Camacho y Mondragón, 2007)

2.1.3. Producción mundial.

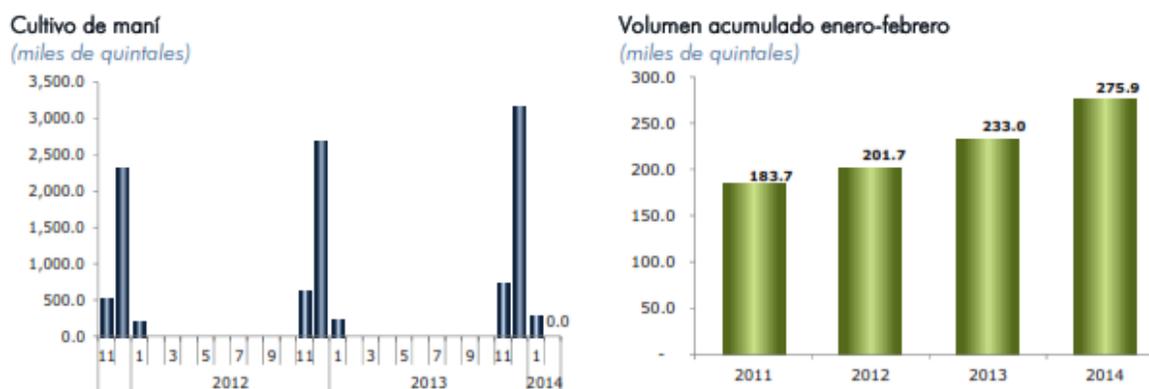
Durante los últimos años, la producción mundial de cacahuete se ubicó como la cuarta más importante, dentro de la producción mundial de oleaginosas. Existe un gran número de países donde se cultiva, sin embargo, algunos destacan más por el volumen de su producción y la demanda del producto y sus derivados.

De acuerdo con los reportes del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, dentro de los principales productores de semilla de cacahuete, destacan China, India y Estados Unidos, los cuales producen en promedio, 40%,24%,6% del total mundial, es decir, estos tres países producen aproximadamente el 70% de la producción mundial de maní.

2.1.4. Producción nacional.

La producción de maní a febrero en el ciclo2012/13 fue de 275,9 miles de quintales, lo cual significó un aumento de 43 miles de quintales con respecto al mismo período de 2013, y representó un incremento de 18,4 por ciento. Por su parte, el ciclo 2013/14, al mes de febrero, registró una producción de 4169.241miles de quintales, 649 miles de quintales más que el ciclo 2012/13 lo cual representó un crecimiento del 18,4 por ciento. (Banco Central de Nicaragua, 2014). En la figura 2.1 se muestra la gráfica de las exportaciones.

Ilustración 1 Volúmenes de exportación del maní



Fuente: MAGFOR-BCN.

2.1.5. Variedades del maní.

La variedad de maní utilizado en Nicaragua, es la Georgia 06-G, con altos rendimientos de campo y buena producción de aceite, esta variedad es una semilla grande, de alto rendimiento y de tipo corredor, además, tiene un alto nivel de resistencia a la enfermedad de la marchitez manchada del tomate causada por el virus del bronceado (TSWV). Esta planta tiene un follaje verde oscuro, un tamaño típico de semillas corredor y un vencimiento medio (MIFIC, 2013). En la ilustración 2 se puede observar el follaje de la planta de maní.

Ilustración 2 Follaje de la planta de maní



Autor: Pedeline, 2012

2.1.6. Métodos de siembra.

La fecha de siembra del maní depende de las características de cada zona. En las zonas tropicales depende del régimen de lluvias, de manera que debe intentarse que el periodo vegetativo del cultivo coincida con la estación húmeda y la recolección con estación seca. La lluvia excesiva en la época cercana a la recolección provoca

alargamientos del ciclo vegetativo, falta de uniformidad en la maduración de los frutos y retraso en el proceso de secado de las plantas (Cisneros, 2014).

2.1.7. Aflatoxina.

El contenido en aflatoxina del maní nicaragüense es uno de los aspectos de especial importancia, ya que su contenido es bajo, esta toxina se desarrolla en ambientes muy secos y es la principal barrera no comercial que imponen los países importadores, como la Unión Europea. La aflatoxina es producida naturalmente por hongos (*Aspergillus* sp.) presentes en la mayoría de los suelos donde se cultiva maní. La contaminación de los granos con aflatoxina produce disminución de la calidad y consecuentemente del precio. El maní puede contaminarse antes de ser cosechado si durante las últimas 4 a 6 semanas previas al arrancado predominan condiciones ambientales con elevada temperatura y sequía (MIFIC, 2008).

2.1.8. Descripción botánica y taxonómica de la planta de Maní.

El maní pertenece a la familia de las Papilionáceas, es una planta anual herbácea, erecta, ascendente de 15-70 cm de alto con tallos ligeramente filamentosos, con ramificaciones desde la base que desarrolla raíces cuando dichas ramas tocan el suelo. Las hojas son uniformemente pinadas con 2 pares de folíolos, los folíolos son oblongos, ovados u ovo o aovados de 4-8 cm de largo, obtusos, o ligeramente puntiagudos en el ápice, con márgenes completos. Las estipulas son lineares puntiagudas, grandes, prominentes y llegan hasta la base del pecíolo. (Cárdenas, Camacho y Mondragón 2007).

En la siguiente tabla se muestra la clasificación taxonómica de la planta de *Arachis Hypogaea* L.

Tabla 1

Clasificación taxonómica de la planta de maní

Taxonomía de la planta de Maní.	
Reino	<i>Plantae</i>

División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Familia	Leguminosae
Subfamilia	Papilionoideas o papilionaceas
Tribu	Aeschynomeneae
Género	<i>Arachis</i>
Especie	<i>Hypogaea</i>

Fuente: (Cárdenas, et al, 2007).

2.1.9. Composición del maní.

En la siguiente tabla se describe la composición química promedio porcentual del maní.

Tabla 2

Composición química promedio del maní

Composición química			
Contenido	% en peso	Contenido	% en peso
Proteína	31	Lipasas	0,51
Hemicelulosa	6,8	Humedad	2
Celulosa	4,76	Extracto libre de Nitrógeno	5
Pectina	1,19	Aceite	45
Almidón	3,74		

Fuente: (Cárdenas, et al, 2007).

2.1.10. Aceite crudo de maní.

Es aquel que no ha sido sometido a un proceso de refinación, siendo “No Apto Para Consumo Humano” (MIFIC, 2014).

2.1.11. Aceite refinado de maní.

El aceite refinado de maní es el que se ha sometido a un adecuado proceso de refinación, y es “apto para consumo humano” (MIFIC, 2014). Al refinarlo se le remueven sustancias odoríferas propias del crudo. El olor y el sabor deben ser neutros, sin embargo, en ciertos productos como el aceite de oliva y el aceite de ajonjolí virgen conserva sus aromas y sabores típicos. El aceite de maní refinado es de color amarillo pálido, su composición es alta en ácidos grasos mono insaturado y es muy estable. Este aceite es el más utilizado en las frituras y salteados de la cocina oriental

2.1.12. Refinado.

El aceite de maní refinado es de color amarillo pálido. Su composición es alta en ácidos grasos monoinsaturados y es muy estable. La composición química se muestra en la Tabla 3:

Tabla 3

Composición química del aceite de maní

Composición	Propiedad	Composición	Propiedad
Color	20 amarillo/2,0 rojo máx.	Ácido palmítico (saturado)	8,3 – 14,0
Índice de yodo	83 - 107	Ácido esteárico (saturado)	1,9 - 4,4
Ácidos grasos libres	0,1% máx.	Valor del peróxido (al envasar)	2,0 máx.

Ácido oleico (monoinsaturado)	36,4 - 67.1	Estabilidad AOM	25 + horas
Ácido linoleico (polinsaturados)	14.0 43.0	Apariencia	Cristalina
Ácido linolénico (polinsaturados)	0 0.1		

2.1.13. Propiedades nutricionales del aceite refinado.

En el aceite refinado de maní se reduce su sabor, y también su contenido en proteínas, por eso algunos aceites de maní no causan problemas a quienes padecen alergia al maní (Gastronomía, 2009). Es un alimento rico en vitamina E (100 g), contiene 15,69 mg de vitamina E, además se encuentra entre los alimentos bajos en sodio.

2.1.14. Panorama actual del aceite de maní.

A medida que la pandemia de COVID-19 causa estragos en las economías globales, las empresas de Aceite De Cacahuete luchan por mantenerse al día con las circunstancias que cambian día a día, sino hora a hora. Mientras las organizaciones de Aceite De Cacahuete intentan encontrar sus bases operativas y financieras, muchas actividades se están suspendiendo (Marsh, 2021). Ante esta situación las empresas nacionales deben armar las mejores estrategias para posicionarse en el Mercado internacional.

Las principales regiones que desempeñan un papel fundamental en el negocio del maní son:

- ✓ Europa: Alemania, Italia, Reino Unido, Francia, España, países nórdicos, otros
- ✓ América del Norte: EE. UU., Canadá, México, Cuba, otros
- ✓ APAC- China, Japón, Australia, India, otros
- ✓ MEA- Sudáfrica, Emiratos Árabes Unidos, Arabia Saudita, otros
- ✓ América Latina: Brasil, Argentina, Chile, otros

2.1.16. Usos del aceite de maní.

Su excelente aroma y perfume lo hacen apropiado para sazonar ensaladas y comidas, marinar, saltear verduras, etc., ya que su sabor tostado le confiere un agradable tono a ahumado y notas de frutos secos tostados que le dan un amable final en el paladar. Este aceite, además posee un elevado punto de humeo (215 – 220°C) que lo convierten en un excelente aceite para salteados, sellados y combinado con otros aceites aumenta la vida útil de los mismos en frituras.

El maní utilizado para la elaboración de este tipo de aceites corresponde a una variedad cuya relación de ácidos grasos oleico/linoléico es considerablemente superior en la porción Oléica (alto contenido de Omega 9).

2.1.17. Lípidos.

En la actualidad se considera que los lípidos forman un grupo muy amplio de compuestos constituidos por carbonos, hidrogeno y oxigeno que integran cadenas hidrocarbonadas alifáticas o aromáticas que también contienen fosforo y nitrógeno (Badui Dergal, 2013). El aspecto importe de los lípidos, se resume en la tabla 5.3.1 de anexo, sabiendo que su existencia en los alimentos se divide en tres aspectos: calidad, nutrición y biológico.

2.1.17.1. Ácidos grasos

En forma pura, las grasa y los aceites están constituidos exclusivamente por triacilglicéridos, comúnmente llamados triglicéridos, que a su vez son ésteres de ácidos grasos con glicerol; por consiguiente, esos ácidos representan un gran porcentaje de la composición de los triacilglicéridos y, en consecuencia, de las grasas y los aceites.

Las grasas y los aceites poseen diferencia de estabilidad a la oxidación, de plasticidad, de estado físico, de patrón de cristalización, de índice de yodo, de temperaturas de solidificación y de fusión, etc., que se debe principalmente a sus ácidos grasos. De forma industrial, los ácidos grasos se producen a través del hidrólisis de grasa y se utilizan en la elaboración de aditivos para la industria alimentaria.

2.1.18. Métodos de extracción de aceites.

A nivel industrial existen diferentes métodos para llevar a cabo la extracción de aceites vegetales entre ellos se mencionan algunos.

- ✓ **Extracción de aceite por presión:** se aplica a frutos y semillas oleaginosos, complementando generalmente (como pre- prensado) con la extracción por solventes.
- ✓ **Extracción de aceite por solventes:** En este proceso, la semilla o la torta convenientemente pre-tratada, se somete a la acción de un solvente para separar la grasa residual en ella contenida. Se han utilizado diversos tipos de solventes, tales como: Hexano comercial, Benceno, Tricloroetileno, Sulfuro de carbono y Alcohol Isopropílico.
- ✓ **Extracción enzimática:** La estructura compleja del maní hace que la extracción de aceite se dificulte por lo que se han desarrollado nuevas propuestas biotecnológicas. Una de estas es el tratamiento con hidrolasa, una enzima capaz de romper hidrolíticamente los enlaces C-O, C-N, C-C, y anhídridos fosfóricos. La extracción se lleva a cabo dando un tratamiento con preparados celulolíticos comerciales.
- ✓ **Extracción con fluidos supercríticos:** Es una técnica de separación de sustancias disueltas o incluidas dentro de una matriz, basada fundamentalmente en la capacidad que tienen determinados fluidos en estado supercrítico (FSC) de modificar su poder disolvente, el cual se encuentra entre el líquido y el gas, por lo que puede penetrar en los sólidos con mayor facilidad.

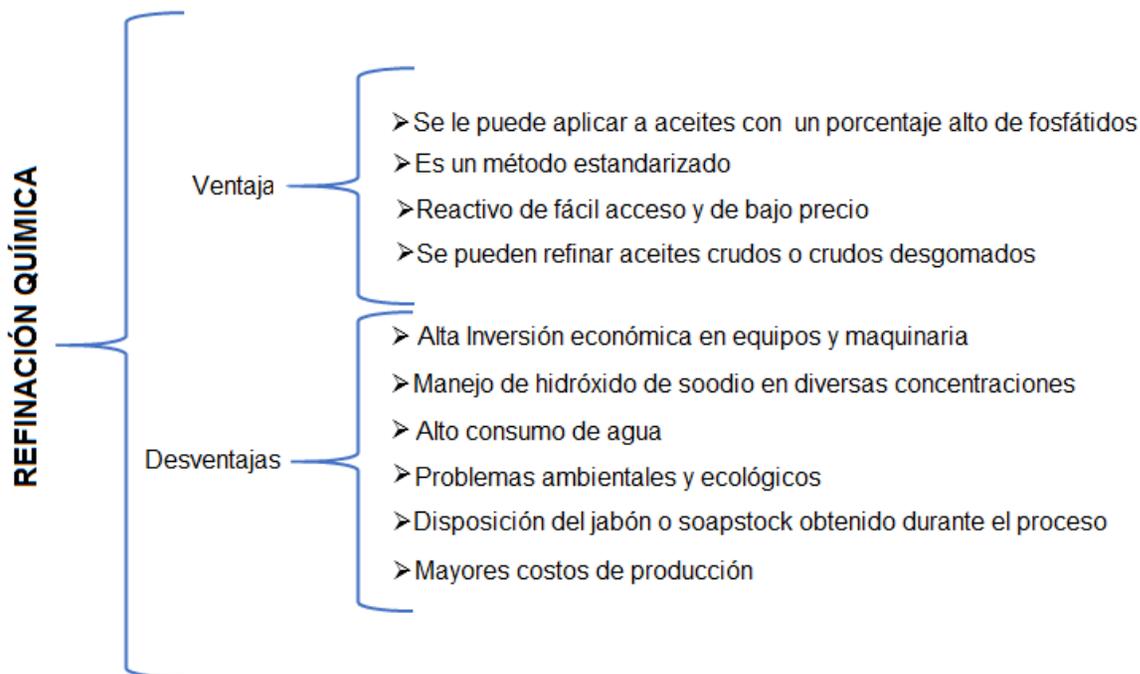
2.1.20. Métodos de refinación de aceites.

2.1.20.1. Refinación química

La neutralización o refinación química, utilizando hidróxido de sodio (NaOH), ha sido el método más común para eliminar las impurezas no deseadas que afectan el sabor, olor, apariencia y estabilidad de los productos finales en los aceites y las grasas.

Las pérdidas asociadas al proceso de refinación química se dan en la etapa de la neutralización, durante la reacción de los ácidos grasos libres (AGL) presentes en los aceites con la sosa cáustica, generando así, la formación de jabón (soapstock). Las principales ventajas y desventajas de este método se muestran en la ilustración 3:

Ilustración 3 Ventajas y desventajas de la refinación química



Fuente: Propia

Con el objeto de disminuir estos problemas derivados de la refinación química con sosa cáustica, se han descubierto otras nuevas alternativas, como por ejemplo la refinación física (Engormix, 2009).

2.1.20.2. Refinación Física

Este proceso de refinación, se basa en la destilación de los ácidos grasos de un aceite desgomado con un contenido mínimo de fosfátidos y otros "contaminantes" químicos presentes en el aceite. Por lo general, este proceso se aplica en aceites con un alto contenidos de ácidos grasos libres (AGL) y que no contengan impurezas excesivas como fosfátidos.

Paralelamente, existen otros procesos alternativos para llevar a cabo la neutralización o refinación de un aceite, sustituyendo al hidróxido de sodio por otros agentes químicos, con el fin de evitar las pérdidas, disminuir los costos y reducir en forma considerable algunos problemas de contaminación ambiental, los cuales son:

2.1.20.3. Refinación con potasa cáustica o hidróxido de potasio (KOH)

En la neutralización con hidróxido de sodio, los efluentes del proceso de acidulación son muy contaminantes ya que tienen un alto grado de DBO, un pH muy bajo y alto contenido de aceite y grasa residuales, así como otras sustancias orgánicas e inorgánicas sujetas a disposiciones legales y de control ambiental.

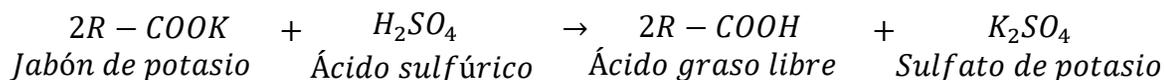
Por ello, el principal objetivo del proceso de refinación con hidróxido de potasio es eliminar los problemas de contaminación ambiental ocasionados por la disposición del *soapstock* cuando éste se acidula para obtener ácidos grasos.

Este tipo de refinación se subdivide en tres pasos:

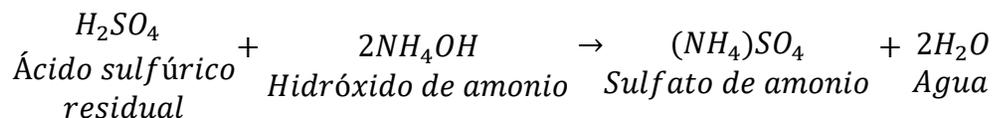
a) Reacción de neutralización.



b) Acidulación.

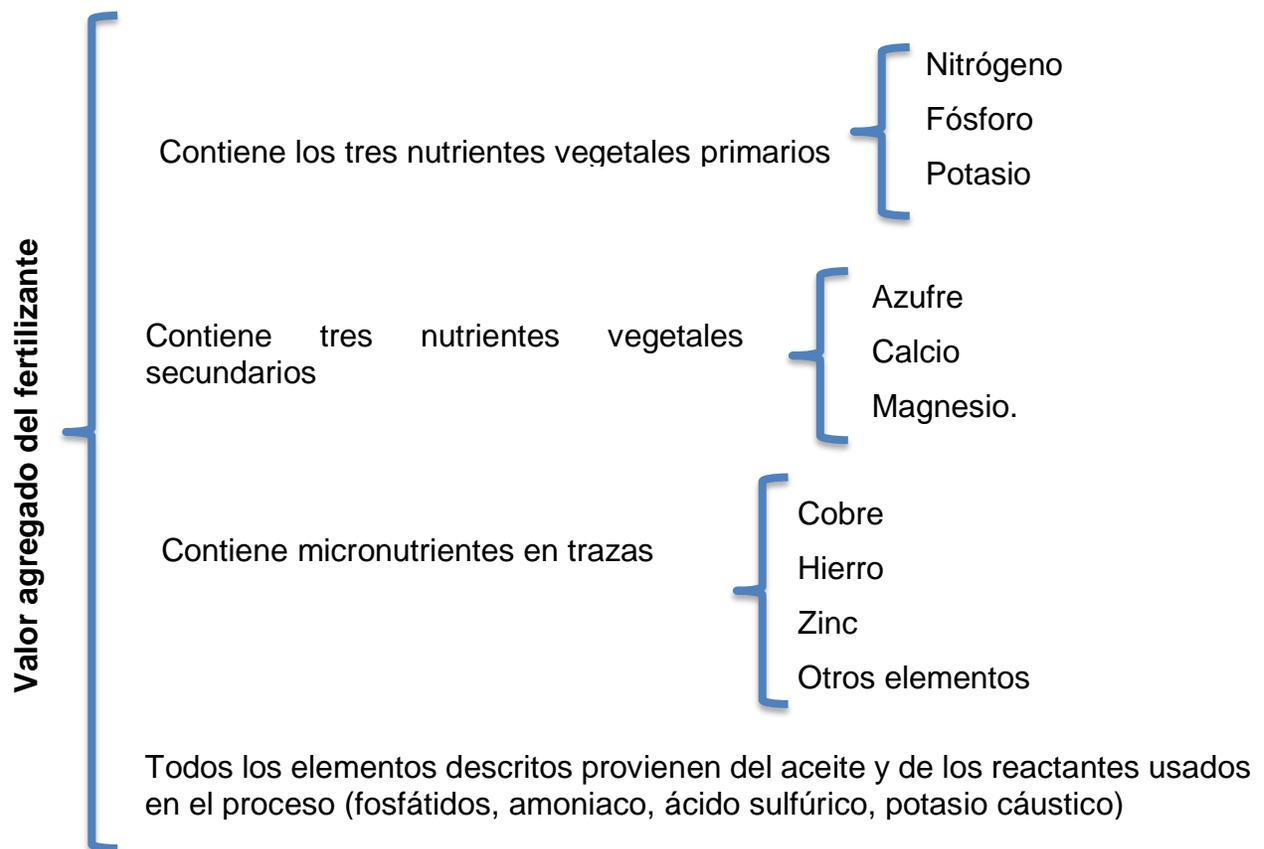


c) Neutralización de efluente ácido:



Al neutralizar el ácido sulfúrico residual con potasa cáustica en las aguas ácidas procedentes del proceso de acidulación, se forma sulfato de amonio que junto con las sales de potasio y otros nutrientes forman un excelente fertilizante con valor agregado que se muestran en la ilustración 4.

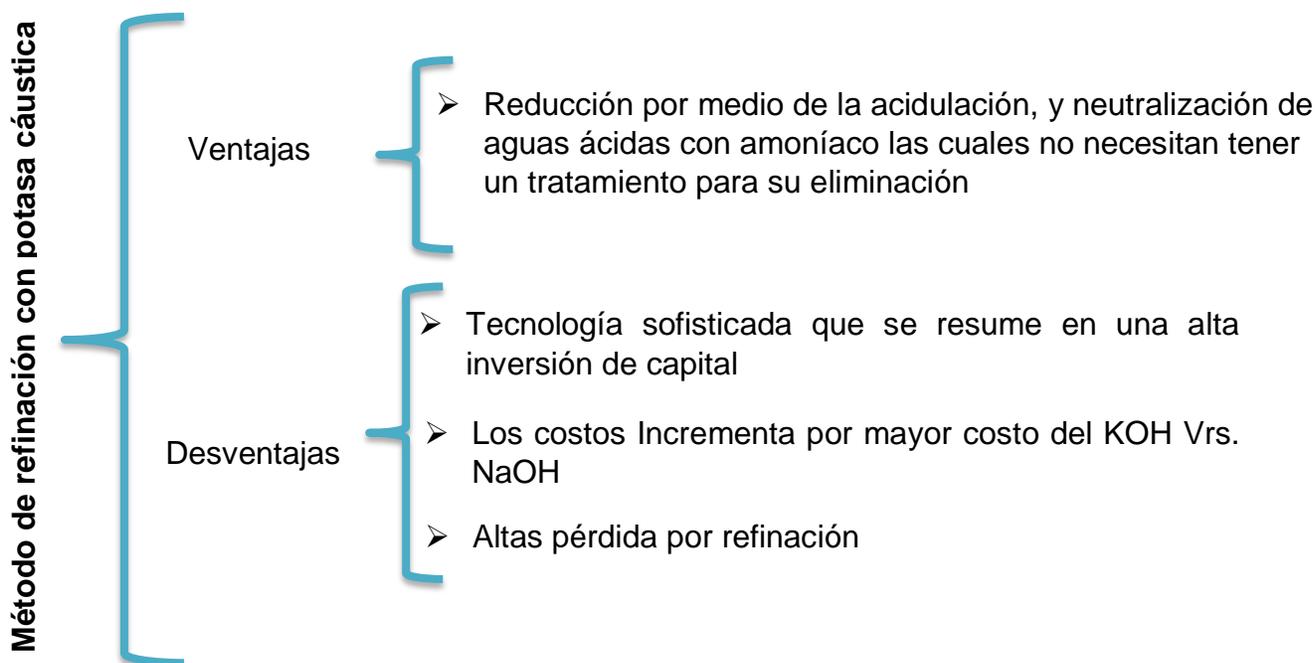
Ilustración 4 Valor agregado de fertilizante



Fuente: Propia.

En la ilustración 5 se muestran las Ventajas y desventajas que presenta el proceso de refinación de aceites vegetales con potasa cáustica

Ilustración 5 Ventajas y desventajas de la refinación con potasa cáustica



Fuente: Propia

2.1.20.4. Refinación con silicato de sodio

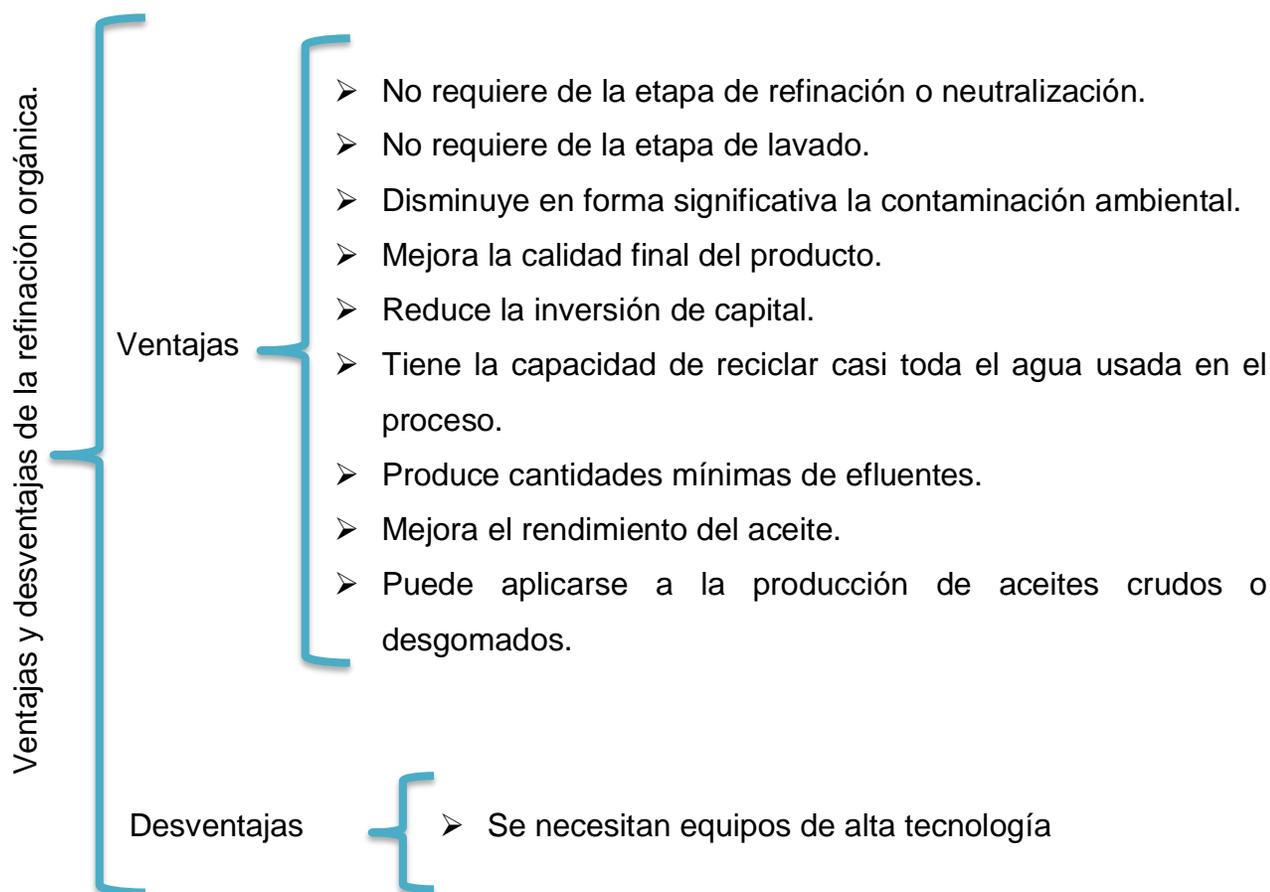
En este proceso se utiliza un silicato de sodio líquido para la neutralización de los ácidos grasos que forman jabones de sodio precipitables y filtrables. Hasta la fecha se conocen muy pocos detalles acerca de este proceso.

2.1.20.5. Refinación orgánica

Este proceso fue anunciado por primera ocasión en Cancún en la conferencia mundial de la AOCS sobre procesamiento en el mes de noviembre del 2000. Este proceso está basado en el uso de un ácido orgánico como agente *reactante* como es el ácido cítrico al 3%.

Las ventajas y desventajas de este método se muestran en la ilustración 6

Ilustración 6 Ventajas y desventajas con el método orgánico



Fuente: Propia

Para obtener un proceso de calidad después del tratado con un ácido orgánico se lleva a cabo un proceso de centrifugación para separar del ácido orgánico con impurezas del aceite vegetal.

2.1.21. Aceite de maní.

Es un aceite vegetal que se extrae de la semilla cruda del arbusto leguminoso *Arachis hypogaea L.*, de los cacahuetes, mediante la cocción al vapor de las semillas y posterior

prensado. Su color es amarillo muy claro a causa del aclarado que se le práctica, y se puede optar por aceites de cacahuete refinados o no.

Se caracteriza por ser uno de los aceites vegetales que más alto tiene el punto de humo (mayor si es refinado), es decir, soporta las altas temperaturas de la fritura, el refinado se puede comparar en esta característica con el aceite de oliva virgen. El aceite de cacahuete es el más utilizado en las frituras y salteados de la cocina oriental.

2.1.22. Análisis sensorial en aceites.

En el análisis sensorial el consumidor evalúa la calidad de los aceites y de los alimentos mediante el gusto y el olfato y, con base a esto los acepta o los rechaza (Dergal, 2013). A nivel industrial se llevan a cabo por personal altamente calificado y certificado, siendo capaces de detectar bajas concentraciones de aldehídos y cetonas, generados en la autoxidación y característicos de la rancidez; sin embargo, los resultados son poco precisos y muy subjetivos, aun cuando dan una idea inmediata del grado de deterioro.

Según (Dergal, 2013) las primeras etapas de la rancidez no se perciben olfativamente ya que se forman peróxidos inodoros, cuando se identifica el olor a rancio, y dependiendo del umbral de detección del catador, la reacción generalmente ya se encuentra avanzada.

2.1.23. Análisis físico-químico de aceites.

Además del análisis sensorial que se les realiza a los aceites, se debe de asegurar su calidad mediante una serie en ensayos físico-químico que nos permite tener una visión más amplia de las propiedades del aceite.

Existe un gran número de análisis para evaluar las características físicas y químicas de los aceites, algunos tradicionales de rutina en la industria y otros que exigen equipos más costosos. Los resultados ofrecen información sobre la naturaleza, el origen y el posible comportamiento de los aceites en diferentes condiciones de almacenamiento y procesamiento (Dergal,2006).

2.1.23.1. Índice de acidez

El Índice de acidez, es uno de los análisis químicos más comunes que se realiza para medir la cantidad de ácidos grasos libres de un aceite como resultado de un hidrolisis de los triacilglicéridos (Dergal, 2013). mg de KOH necesarios para saponificar los ácidos grasos libres; se expresa como un % de los ácidos calculados en términos del oleico (Dergal, 2006). Se calcula en base al oleico porque es el componente más abundante en el aceite de maní.

Todos los aceites y las grasas tienen ácidos grasos libres y algunos los tienen en grandes cantidades. La causa de la existencia de ácidos grasos libres es la actividad enzimática de las lipasas. Todas las semillas y los frutos oleaginosos tienen presentes algunas de estas enzimas lipolíticas que se encuentran tanto en el embrión como en el mesocarpio del fruto (Zumbado, 2004).

Los aceites extraídos de semillas descompuestas tienen más presencia de acidez, al igual que los aceites almacenados durante mucho tiempo, por esta razón se recomienda que una vez extraído el aceite crudo se le agrega un antioxidante y de igual forma en su proceso de refinación.

Según Zumbado (2014) el comportamiento del Índice de Acidez (expresado como % de Ácido Oleico) durante el almacenamiento en los aceites y grasas comestibles evidencia un incremento de la acidez como resultado de la actividad enzimática de las lipasas, hasta alcanzar un valor máximo, a partir del cual comienza a disminuir. Esta disminución se debe a que los ácidos grasos libres hayan comenzado a oxidarse a compuestos oxigenados, como por ejemplo los hidroperóxidos, por la acción de agentes químicos como el oxígeno y trazas metálicas, o por agentes bioquímicos como microorganismos y enzimas lipoxidasas.

Para determinar la calidad de los aceites se deben realizar, múltiples ensayos químicos no solo el de acidez, estos análisis son: índices de peróxidos, de yodo, saponificación, rancidez, humedad y materia volátil, etc

2.1.23.2. Índice de saponificación

Índice de saponificación: mg de KOH para saponificar 1 g de grasa; es inversamente proporcional al peso molecular promedio de los ácidos grasos (Dergal, 2006). El Índice de Saponificación, es el número de miligramos de hidróxido de potasio necesarios para saponificar por completo 1g de aceite o grasa (Zumbado, 2004). Este valor da la medida del peso molecular promedio de los glicéridos mixtos que constituyen una grasa o aceite dado, si estos contienen ácidos grasos de bajo peso molecular, el número de moléculas presentes en 1g de muestra será mayor que si los ácidos grasos son de alto peso molecular.

El aceite con bajo peso molecular presentará un alto valor en su índice de saponificación. El Índice de Saponificación es, al igual que el Índice de Yodo una propiedad química característica de los aceites y grasas (Zumbado,2004).

2.1.23.3. Índice de Yodo

El Índice de Yodo es el número de gramos de yodo absorbido por 100 g de aceite o grasa y es una de las medidas más útiles para conocer el grado de saturación de estos, además, es una propiedad química característica de los aceites y grasas y su determinación puede ser utilizada como una medida de identificación y calidad (Zumbado, 2004).

El Índice de Yodo refleja el grado de instauración; a mayor valor, mayor instauración, aun cuando no informa acerca de la distribución ni localización de las dobles ligaduras (Dergal,2013). Durante el almacenamiento, en tanto un aceite sufre procesos de oxidación, el Índice de Yodo muestra una tendencia decreciente por cuanto estos procesos oxidativos tienen lugar precisamente sobre los dobles enlaces, saturando la molécula y provocando por consiguiente una disminución de este índice.

2.1.23.4. Índice de Peróxidos

El Índice de Peróxidos se expresa como los miliequivalentes de peróxidos presentes en 1 Kg de aceite o grasa, y brinda información sobre el grado de oxidación de un aceite.

La causa de la alteración de los aceites y las grasas puede ser el resultado de una reacción tanto química como bioquímica, pero la oxidación de las grasas es más frecuente por efecto de reacciones químicas.

Al analizar el comportamiento del índice de peróxidos con el tiempo de almacenamiento, se observan dos zonas que manifiestan tendencias opuestas: una primera etapa caracterizada por el incremento de los peróxidos hasta un valor máximo, como consecuencia de la oxidación lipídica por acción de agentes químicos y/o bioquímicos; y un segundo momento en que comienza a disminuir este índice, lo que indica un grado de oxidación más avanzado puesto que este decremento pudiera ser resultado de la oxidación de los peróxidos a otros compuestos como aldehídos y cetonas, responsables fundamentales del olor y sabor característicos de la rancidez (Zumbado, 2004).

En este sentido, al igual que en el caso del índice de acidez, la información que brinda el índice de peróxidos requiere para su interpretación del complemento de otros análisis como la determinación de los índices de yodo y saponificación (Zumbado, 2004).

La siguiente tabla muestra los contenidos de Índices más comunes en el aceite de Arachis Hypogaea L., (aceite de cacahuete).

Tabla 4

Índices en el aceite de maní

Índices	Valores
Acidez	0,00 - 3 %
Índice de Saponificación	186 - 196
Índice de Yodo	84 - 100
Índice de peróxidos	87 - 98

Fuente: (Zumbado, 2004).

2.2. Antecedentes

La problemática relacionada a la calidad del aceite para exportación, se debe considerar de prioridad, y es importante aumentar los volúmenes de exportación, pero con mayor valor agregado, en concordancia a lo anterior, se plantea el estudio de la refinación química orgánica, tomando en consideración estudios relacionados a esta temática que a continuación se resumen:

En el 2006 estudio realizado por Richard Copelan y Maurice Blecher, en España, con el objeto de “patentar un procedimiento para la purificación de aceite vegetal”, concluyeron que el procedimiento de refinado con ácido orgánico produce aceite vegetal refinado que presenta un olor, sabor y estabilidad de almacenamiento mejorados, y caracterizado por un contenido reducido de ácidos grasos libres, fosfátidos y otras impurezas (metales).

En el mismo año, Claudia Cecilia Contreras, en El Salvador, realizó un estudio que se titula “propuesta de un método para la neutralización química del aceite de soya crudo desgomado utilizando solución de silicato de sodio”, en el cual explica, que el proceso de refinación orgánica (tratamiento químico orgánico) fue anunciado por primera ocasión en Cancún en la conferencia mundial de la AOCS sobre procesamiento en el mes de noviembre del 2000, añadiendo, que en dicho proceso, se utiliza un ácido orgánico como agente reactante que es el ácido cítrico al 3%.

En el 2009, una publicación realizada por Enrique Díaz, en Fort Worth, Texas, Estados Unidos, con el título “Procesos Alternos para la Refinación Química de Aceites Vegetales”, concluye que la refinación orgánica: está basado en el uso de un ácido orgánico como agente reactante, cuyo proceso incluye algunas ventajas como: El proceso no requiere de etapa de lavado, Disminuye en forma significativa la contaminación ambiental, mejora la calidad final del producto, reduce la inversión de capital, produce cantidades mínimas de efluentes y mejora el rendimiento del aceite.

2.3. Preguntas directrices

1. ¿Es el tratamiento químico orgánico un método alternativo eficaz para la refinación del aceite de Arachis Hypogaea L., variedad Georgia 06-G?
2. ¿Al aplicar la refinación química orgánica se obtiene un producto con parámetros Físico-Químicos de calidad que le aportan un valor agregado en la calidad del producto?

Capítulo III



3.1. Diseño Metodológico

3.1.1. Descripción del ámbito de estudio.

El estudio se ha realizado en el departamento de química de la UNAN-Managua. Esta investigación está orientada al área académica procesos industriales, en relación a la línea de investigación agroindustria, específicamente sobre el tema de interés, producción y refinación de aceites esenciales a partir de plantas ornamentales, vegetales y semillas sin valor agregado en Nicaragua.

Esta investigación se ha elaborado consultando los antecedentes, la bibliografía planteada en este trabajo y estudios relacionados a la refinación de aceites vegetales.

3.1.2. Tipo de estudio.

Esta investigación tiene un enfoque cualitativo con un diseño de investigación explicativo y descriptivo basado en una metodología de trabajo de investigación acción con corte transversal, puesto que se presenta un análisis sobre el proceso de refinación de aceites vegetales mediante el tratamiento químico orgánico, análisis de las condiciones operacionales y estudio sobre el control de calidad al que debe ser sometido un aceite refinado para que cumpla con criterios de aceptación a nivel nacional e internacional.

3.1.3. Población y muestra.

3.1.3.1. Población

La población está constituida por aceite crudo de Arachis Hypogaea L, (maní), extraído mediante el proceso de prensado en una empresa nicaragüense exportadora de aceite crudo de Arachis Hypogaea L.

3.1.3.2. Muestra

Se tomará como muestra 12 L de aceite de maní, recolectados de un tanque de acero inoxidable con capacidad de 8 toneladas métricas. El tanque se encuentra localizado en el área de almacenamiento de materias primas de la Industria aceitera.

Se deposita 3 muestras en recipientes de plástico, con capacidad de cuatro litros cada uno libras. Cuidando que los recipientes queden completamente llenos para evitar la oxidación del aceite.

Del aceite refinado se toma una muestra de 1000 ml para su respectivo análisis fisicoquímicos.

3.1.3.2.1. Criterios de inclusión.

- ✓ Investigaciones relacionadas a la refinación orgánica de aceites vegetales.

3.1.3.2.2. Criterio de exclusión.

- ✓ Investigaciones referentes a refinación química u otros procesos diferentes a la refinación orgánica.

3.2. Identificación de Variables

3.2.1. Variables Independientes.

- ✓ Temperatura.
- ✓ Concentración de ácido orgánico.
- ✓ Tiempo de agitación.
- ✓ Presión.

3.2.2. Variables Dependientes.

- ✓ Índice de acidez.
- ✓ Índice de yodo.
- ✓ Índice de saponificación.
- ✓ Índice de peróxidos.
- ✓ Densidad aparente.
- ✓ Densidad relativa.
- ✓ Humedad y materia volátil.
- ✓ Rancidez.

3.3. Materiales y métodos

3.3.1. Materiales para recolectar información.

Para el desarrollo de este seminario se utilizó publicaciones de revistas científicas, patentes de procesos industriales, normas de control de calidad de aceites vegetales, métodos oficiales de análisis, libros, tesis, etc.

Cada una de estas publicaciones y/o trabajos, han sido de mucha ayuda para estructurar este documento, de estos, se han recopilado aquellas partes más relevantes en relación al tema y sin duda alguna han sido citados en esta investigación.

3.3.2. Materiales para procesar la información.

Para el procesamiento de la información, han sido indispensables, el uso de los siguientes materiales:

- Computadora.
- Figuras.
- Diagramas.
- Gráficos.
- Tablas.
- Software.

3.3.3. Método.

Para tal efecto se aplica el método inductivo que parte del razonamiento en que las verdades de las premisas apoyan la conclusión, además se ha partido de casos particulares descritos en las fuentes bibliográficas para poder proponer un proceso de refinación de aceite de maní mediante el tratamiento químico orgánico.

3.3.3.1. Proceso de refinación propuesto.

- ✓ *En un tanque de agitación se agregan 500 ml de aceite crudo de maní más 100 ml de H₂O a una temperatura de 80 °C.*
- ✓ *Paralelamente se prepara una solución de ácido cítrico al 3 %, precalentado a 70 °C.*
- ✓ *Después se agrega la solución de ácido cítrico al tanque que contiene el aceite, y se adecua a los 80 °C, posteriormente se procede a la agitación y mezcla utilizando en agitador que permita mantener revoluciones de 120 rpm durante 30 segundos.*
- ✓ *Luego se bajan las revoluciones a 60 rpm durante un periodo 16 minutos la temperatura de todo el proceso debe permanecer a los 90 °C.*
- ✓ *Después que el ácido cítrico ha reaccionado con los ácido grasos libres se procede a un proceso de separación del aceite con el precipitado formado, esto se lleva a cabo en una centrifuga a 1500 rpm durante 15 minutos, luego el aceite se decanta y se separa del subproducto.*
- ✓ *Por último, el aceite se calienta a 80 °C con una presión de 0,4atm de presión.*

3.3.3.2. Métodos de ensayo

Para los métodos de ensayos fisicoquímico se recomiendan los detallados en la tabla 5.

Tabla 5

Métodos de ensayos fisicoquímico.

Método	Definición	Año de publicación
AOAC 981.11	Preparación de la muestra	2002 (17 ^{va} Edición)
AOCS Ca 5a40	Ácidos grasos libres (AGL)	1997
AOAC 940.28	Ácidos grasos libres (AGL)	2002 (17 ^{va} Edición)
AOAC 940.28	Índice de acidez	2002 (17 ^{va} Edición)
AOAC 920.160	Índice de saponificable	2002 (17 ^{va} Edición)
AOAC 936.16	Estandarización de la solución de NaOH	2002 (17 ^{va} Edición)
AOCS-AOAC 965.33	Índice de peróxido	2002 (17 ^{va} Edición)
AOAC 933.20 (IUPAC-AOCS)	Índice de yodo	2002 (17 ^{va} Edición)
INEN 39 1973-08 (ISO 662:1998)	Humedad y materia volátil	1973
INEN 45 1973-08	Rancidez	1973
NTE INEN 0035:2012	Densidad relativa	2012 (Primera revisión)
Delgado, S.	Densidad aparente	2012

Capítulo IV

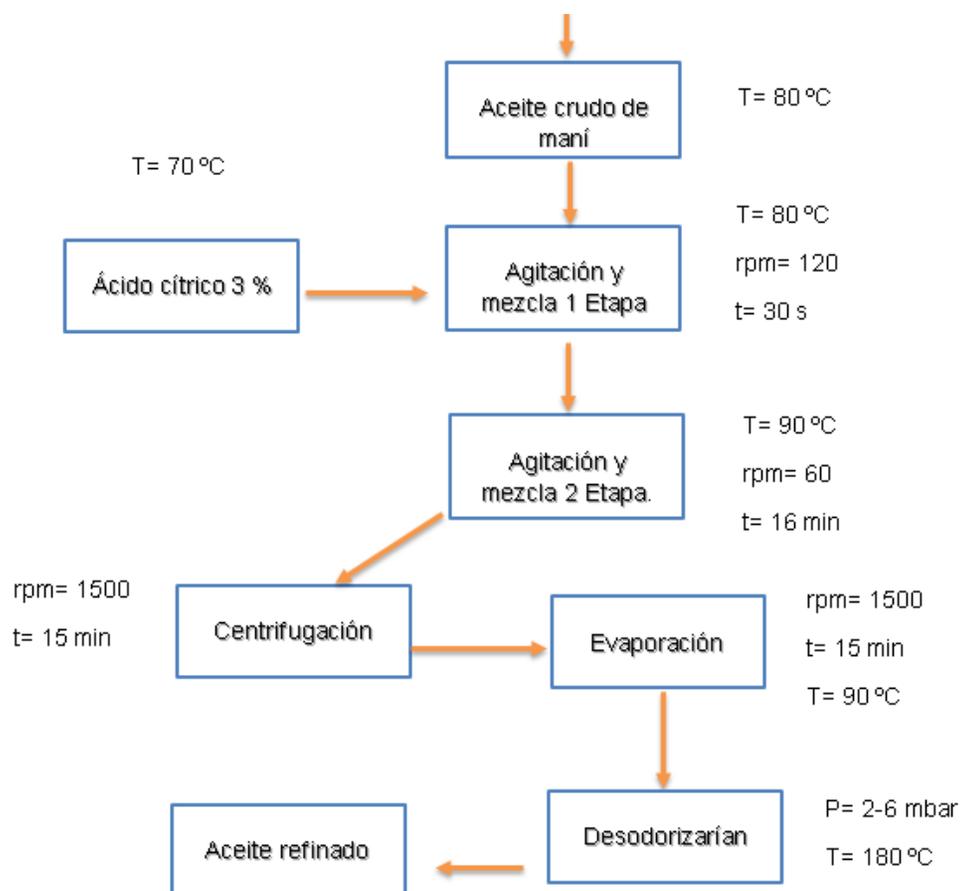


4.1. Análisis de resultados

4.1.1. Análisis del proceso.

En la ilustración 7 se detalla el diagrama de bloque para la refinación orgánica de aceites vegetales.

Ilustración 7 Diagrama de bloque del proceso de refinación orgánica



Fuente: Propia

Según un análisis de la AOCS (2000) y ERGOMIX (2009), el proceso de refinado orgánico puede considerarse como una variante del proceso de desgomado con agua, ya que utiliza un gran exceso de ácido cítrico que se recupera después de la separación y se recicla. Como se describe el proceso en la figura 4.1, este proceso implica dos etapas de agitación mezcla y es ahí la calve para el éxito de este proceso que implica una mezcla de alto cizallamiento entre el aceite y la solución de ácido cítrico como en el refinado ácido.

Como se puede observar, solo se requiere una centrífuga para eliminar la fase pesada compuesta por la capa inferior de ácido cítrico, que se separa por decantación y luego se recicla, este proceso se aplica a los aceites crudos y la eficiencia del proceso también se basa en el gran exceso de ácido cítrico utilizado combinado con fosfáticos hidratables (HP) arrastrados en la capa de ácido cítrico. Por otra parte, se procede a un calentamiento final del aceite para eliminar humedad aldehídos y cetonas, por último, se propone la desodorización del aceite por destilación al vacío, pero también se puede utilizar una operación alterna de adsorción con carbón activado.

4.1.2. Análisis de las condiciones operacionales.

Siguiendo el diagrama de bloque se analiza cada una de las condiciones operacionales, en primera etapa se precalienta el aceite crudo de maní a 80 °C, para que cuando se combine con el ácido no exista un elevado desequilibrio térmico y se ajuste la temperatura en el menor tiempo posible. En la primera etapa de agitación y mezcla se observa que las revoluciones son de 120 rpm a 30 s, esto para dispersar rápidamente la solución del ácido cítrico en el aceite y se logren generar las reacciones químicas en toda la fase del tanque de agitación.

En la segunda fase se baja el nivel de rpm, y se extiende el tiempo, esto con el fin de evitar la formación de una emulsión que complique las siguientes operaciones unitarias. En la evaporación se nota que se utilizan presiones de vacío y temperaturas de 90 °C, esto se realiza para eliminar el contenido de agua que favorecen el hidrolisis y por consecuencia el enrancia miento de los aceites, también se eliminan los aldehído y

cetonas que potencia el olor característico del aceite, por otra parte, la temperatura tiende a ser baja para evitar la degradación química del aceite.

4.1.3. Principales ensayos físico químico de los aceites refinados.

Un parámetro de calidad que es clave para la exportación es el porcentaje de acidez que indica la presencia de ácidos grasos libres contenidos en el aceite, estos son los que favorecen la fotoxidación de los aceites, si este parámetro se extiende por encima de 0,05 % se considera no apto para consumo, lo que indica un mal proceso de refinado y un riesgo a la economía de la empresa, por lo cual se debe tomar en cuenta a la hora de los ensayos químicos.

Según Zumbado (2004) solo con el porcentaje de acides, no es suficiente para determinar la calidad del aceite por lo cual se deben realizar otras pruebas de ensayos que se detallan a la tabla 6.

Tabla 6

Descripción de los análisis fisicoquímico

Parámetro	Valores permitidos	Indicaciones
% AGL	$\leq 2,010$	$\% \left(\frac{m}{m} \right)$
Índice de acidez	$\leq 4,0$	$\frac{mgKOH}{g \text{ muestra}}$
Índice de yodo	84-100	$\frac{cg}{g}$
Índice de peróxidos	[0 – 15]	$\frac{meq O_2}{Kg \text{ de muestra}}$
Índice de saponificación	[187 – 196]	$\frac{mgKOH}{g \text{ de aceite}}$
Densidad relativa	[0,912 – 0,920]	1

Densidad Aparente	[0,80 – 0,99]	$\frac{g}{mL}$
Humedad y materia volátil	$\leq 0,1$	% $\left(\frac{m}{m}\right)$
Rancidez	[No]	Si – No

Como puede observarse en la tabla 6 existen más de cinco parámetros que garantizan la calidad del aceite para que sea apto para el consumo humano y deben ser de rutina en los procesos productivos. También existen otros análisis de control como el color y olor del aceite.

Capítulo V



5.1. Conclusiones

1. Basado en la conferencia mundial de la AOCS sobre procesamiento en el mes de noviembre del 2000, se concluye que es posible refinar el aceite de maní utilizando el ácido cítrico como agente reactante al 3%, además, además, según Díaz(2009) la refinación orgánica: no requiere de etapa de lavado, disminuye en forma significativa la contaminación ambiental, mejora la calidad final del producto, reduce la inversión de capital, produce cantidades mínimas de efluentes y mejora el rendimiento del aceite.
2. Las condiciones operacionales se establecen utilizando las bibliografías planteadas y en base al análisis crítico de los autores según la experiencia y estudio en el campo, tomando en cuenta que son propuestas con un orden lógico y coherente dese el punto de vista técnico.
3. Para determinar la calidad del aceite no basta con un solo parámetro si no que es un conjunto de ensayos que determinan la calidad del producto final, entre ellos el índice de saponificación, de rancidez, humedad y materia volátil, índice de yodo, acidez, etc.

5.2. Recomendaciones

1. Adecuar el proceso a las tecnologías con que cuenten los futuros investigadores.
2. Si en una futura investigación no se cuenta con las tecnologías de la desodorización, se recomienda implementar la operación unitaria de adsorción, utilizando como sólido adsorbente el carbón activado.
3. Una vez que el aceite es refinado se recomienda el uso del terbutil hidro quinona (TBHQ), y utilizar los datos del código alimentarios para calcular la cantidad de anti oxidante por litro de aceite.
4. Determinar la presencia de elementos metálicos como el plomo, el hierro ect, que podrían afectar la calidad del producto.
5. Utilizar los materiales del CODEX STAN 210-1999 y la NTON 03 075-07 /RTCA 67.04.40:07. Para evaluar la calidad del aceite refinado.

5.3. Bibliografía

Norma del CODEX para aceites vegetales especificados. (1999).

Alfonzo Valenzuela, N. M. (2005). *LAS GRASAS Y ACEITES EN LA NUTRICIÓN HUMANA* (Segunda ed.). Santiago, Chile: ISSN.

Ana Casanova, R. G. (Leon-Nicaragua 2014). *Efecto de seis densidades de siembra en el cultivo de maní (Arachis hypogaea L.) variedad Georgia 06-G con manejo agroecológico, en el Municipio de Telica, departamento de León, período agosto-diciembre 2013*. Obtenido de riul.unanleon.edu.ni:8080/.../225905.pdf

BCN. (Mayo de 2016). CONTEXTO INTERNACIONAL Y MERCADOS DE FUTUROS.

BCN. (2016). Exportaciones fob por principales socios comerciales.

Christian, G. D. (2009). *Química analítica* (Sexta ed.). Washington, USA: MC Graw Hill.

Cisneros S, H. W. (15 de mayo de 2014 Leon-Nicaragua). *Evaluación de seis densidades de siembra en el cultivo de maní (Arachis hypogaea) con manejo convencional, variedad Georgia 06-G en la CUKRA municipio de Telica, período agosto-diciembre 2013*. Obtenido de riul.unanleon.edu.ni:8080/.../227868.pdf

Contreras B, J. C. (Ecuador 2014). *Comportamiento agronómico de tres variedades de maní (Arachis hypogaea L.) en el Canton Quinsaloma*. Obtenido de <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1278/1/T-UTEQ-0026.pdf>

Dergal, S. B. (2012). *La ciencia de los alimentos en la práctica* (Primera ed.). México, D.F., México: Pearson educación.

Dergal, S. B. (2013). *Química de los Alimentos* (Quinta ed.). México, D.F., México: PEARSON Educación.

Elizabeth, C. A. (México 16 de Abril de 2007). EXTRACCIÓN DE ACEITE DE CACAHUATE.

- Zumbado, H. (2004). *Análisis Químico de los Alimentos Métodos Clásicos*. Habana, Cuba.
- Fogler, H. S. (s.f.). *Elementos de Ingeniería de las Reacciones Químicas* (Tercera ed.). Prentice Hall.
- García, S. V. (Trujillo-Perú 2014). *Efecto del rango punto de ebullición del éter de petróleo en las características fisicoquímicas del aceite extraído del grano del maní (arachis hypogaea L)*. Obtenido de http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/820/1/FLORI%C3%81N_SANDRA_PUNTO_EBULLICI%C3%93N_%C3%89TER.pdf
- Harris, D. C. (2010). *Análisis Químico Cuantitativo* (Sexta ed.). Barcelona: Reverte.
- INIFAP. (Junio de 2013). Características físicas y químicas del aceite de cacahuete de diferentes variedades cultivadas en Chiapas.
- López, J. P. (2008). *Metodología de la investigación* (Sexta ed.). Managua, Nicaragua: Xerox.
- MIFIC. (2008). Ficha Producto "Maní".
- Moreiras. (2013). *Tablas de Composición de Alimentos*. Obtenido de http://www.mapama.gob.es/ministerio/servicios/informacion/cacahuete_tcm7-315328.pdf
- Murphy, R. M. (2007). *Introducción a los procesos químicos* (Primera ed.). México, D.F., México: McGraw-Hill.
- NTON/RTCA. (12 de Febrero de 2011). ALIMENTOS Y BEBIDAS PROCESADOS. GRASAS Y ACEITES. ESPECIFICACIONES.
- Pedelini, R. (2012). Maní Guía Práctica Para su Cultivo. *Segunda*.
- Roberto Hernandez Sampieri, Carlos Fernandez Collado, Pilar Baptista Lucio. (2006). *Metodología de la Investigación* (Cuarta ed.). Iztapalapa, México: McGrawHill.
- RTCA. (2005). Alimentos y bebidas procesados. Grasas y aceites. Especificaciones .

Sarah. (2012). Aceite de maní o cacahuete. *Oleonativas*.

Southgate, H. G. (2003). *Datos de Composición de los Alimentos*. Segunda.

Turizo, A. V. (Bogotá 2004). Guía para la elaboración de aceites comestibles, caracterización y procesamiento de nueces.

Valladares, C. A. (Honduras 2010). *Taxonomía y Botánica de los Cultivos de Grano*.

Obtenido de

http://institutorubino.edu.uy/materiales/Federico_Franco/6toBot/unidad-ii-taxonomia-botanica-y-fisiologia-de-los-cultivos-de-grano-agosto-2010.pdf

5.4. Anexos

Tabla 5. Aporte de lípidos a la alimentación humana.

Contribución de los lípidos en tres atributos de los alimentos

Calidad:

Textura: dan consistencia y estructura a muchos productos.

Lubricación y saciedad al consumirlos.

Color, debido a los carotenoides.

Sabor, gracias a las cetonas, aldehídos y derivados carbonilos.

Nutrición:

Fuente de energía importante mediante la β -oxidación.

Vehículo de vitaminas liposoluble.

Ácidos grasos indispensables, Omega 3 y 6.

Promueven la síntesis de micelas y bilis.

Facilitan la absorción de las vitaminas liposolubles.

Biológico:

Fuente de vitamina A, D, E y k.

El colesterol es precursor de la vitamina D3, de corticosteroides y acidos biliares.

El ácido linoleico es componente de las acilglucoceramidas de la piel.

El inositol favorece la transmisión de señales nerviosas.

El ácido araquidónico es precursor de de eicosanoides y lipoxinas.

El ácido docosahexaenoico forma parte de las membranas celulares.

Los ácidos poliinsaturados son moduladores en la síntesis de eicosanoides.

Los fosfolípidos acetilicos ayudan a la agregación de las plaquetas.

Fuente: Dergal, 2013.