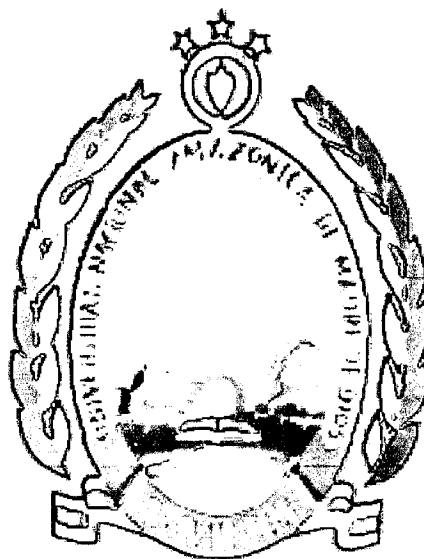


**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE
MADRE DE DIOS**

FACULTAD DE INGENIERIA

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA
AGROINDUSTRIAL**



**“EVALUACIÓN DEL ÍNDICE QUÍMICO DEL ACEITE DE CASTAÑA
(*Bertholletia excelsa* HBK) DESGOMADO CON AGUA Y ÁCIDO FOSFÓRICO”**

TESIS

PRESENTADO POR:

Bach. CARLOS MARCELINO ANDÍA BORJAS

Para optar el Título Profesional de INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Puerto Maldonado – Perú

2010

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE
DIOS**

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

**“EVALUACIÓN DEL ÍNDICE QUÍMICO DEL ACEITE DE CASTAÑA (*Bertholletia
excelsa* HBK) DESGOMADO CON AGUA Y ÁCIDO FOSFÓRICO”**

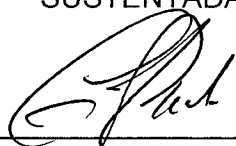
TESIS

PRESENTADO POR:

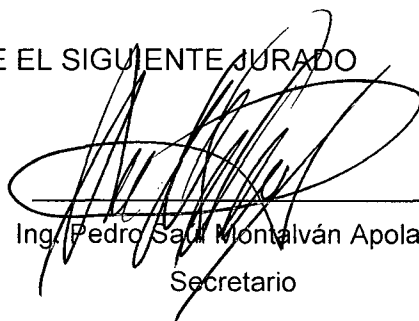
Bach. CARLOS MARCELINO ANDÍA BORJAS

Para optar el Título Profesional de INGENIERO AGROINDUSTRIAL

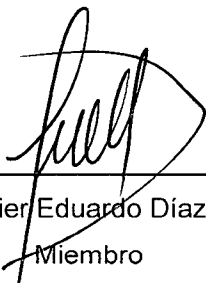
SUSTENTADA Y APROBADA ANTE EL SIGUIENTE JURADO



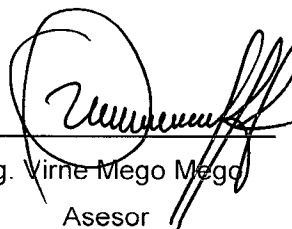
Ing. Julián Colquehuanca Vilca
Presidente




Ing. Pedro Saul Montalván Apolaya
Secretario



Ing. Javier Eduardo Díaz Viteri
Miembro



Ing. Virne Mego Mego
Asesor



Ing. Raúl Huamán Cruz

COASESOR

Puerto Maldonado – Perú

2010

DEDICATORIA

A mi madre que con su esfuerzo y constancia hizo posible la culminación de mi trabajo de tesis.

GRADECIMIENTO

Quisiera agradecer en primer lugar, al Ing. Virne Mego Mego por compartir sus opiniones y comentarios; y la confianza depositada en la presente investigación.

También quería manifestarle mi agradecimiento a Ing. Raúl Huamán Cruz por el tiempo brindado en compartir sus conocimientos y todo el apoyo dedicado en la elaboración de la presente investigación.

Del mismo modo, mi mención especial a los miembros del Jurado Calificador de la presente investigación, Ing. Julián Colquehuaca Vilca, Ing. Saúl Montalván Apolaya y Ing. Javier Eduardo Díaz Viteri y me proporcionaron importantes comentarios.

A mi familia y a todas las personas que me brindaron su ayuda desinteresada.

INDICE GENERAL

Contenido	Pag.
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	01
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	03
1.1. Importancia de las Grasas y Aceites en el Crecimiento	03
1.2. Composición de Aceites Alimenticios Brutos	04
1.3. Ácidos Grasos	05
1.4. Caracterización de las Grasas y Aceites	07
1.5. Composición de los Aceites y Grasas	08
1.6. Propiedades Químicas del Aceite	08
1.7. Propiedades Físicas del Aceite	11
1.8. Extracción de Aceites y Ácidos Grasos	12
1.9. Extracción por Solvente	13
1.10. Desmucilagínación o Desgomado	15
1.11. Refinado Químico	15
1.12. Características Generales de la Castaña	16
1.13. Propiedades del Aceite de Castaña	18
CAPITULO II: MATERIALES y METODOS	19
2.1 Materiales	19
2.2 Método Experimental.	19

2.3	Diseño Experimental	23
	CAPITULO III: RESULTADOS y DISCUSION.	25
3.1	Característica de la Materia Prima	25
3.2.	Evaluación de los Índices Químicos del Aceite de Castaña	26
3.3	Resultados del Análisis para Índice de Saponificación	36
IV	CONCLUSIONES	39
V.	RECOMENDACIONES	40
VI.	BIBLIOGRAFÍA	41
VII.	ANEXO	45

INDICE DE CUADROS

Contenido	Pag.
Cuadro 1. Fuentes de Ácidos Grasos. (% de Ácidos Grasos)	07
Cuadro 2. Características del Aceite de Castaña	17
Cuadro 3. Características Organolépticas del Aceite de Castaña	17
Cuadro 4. Información Nutricional del Aceite de Castaña	17
Cuadro 5. Composición Química de la Torta de Castaña	18
Cuadro 6. Características de los Equipos y Materiales	19
Cuadro 7. Diseño Factorial 2 ² (Concentración de Agua vs Temperatura)	24
Cuadro 8. Diseño Factorial 2 ² (Concentración de Ácido Fosfórico vs Temperatura)	24
Cuadro 9. Análisis Químico del Aceite de Castaña	25
Cuadro 10. Resultados Obtenidos Empleando Concentración de Agua vs Temperatura	27
Cuadro 11. Concentración de Ácido Fosfórico vs Temperatura	30
Cuadro 12. Análisis de la Muestra Testigo	33
Cuadro 13. Efectos y Coeficientes Estimados para Porcentaje de Ácido Oleico (Unidades Codificadas)	34
Cuadro 14. Análisis de Varianza del Índice de Acidez (% de Ácido Oleico) Según los Diferentes Tratamientos de Concentraciones de H ₂ O	34
Cuadro 15. Efectos y Coeficientes Estimados para el Índice de Acidez (% de Ácido Oleico) (Unidades Codificadas)	35
Cuadro 16. Análisis de Varianza del Índice de Acidez (% de Ácido Oleico) Según los Diferentes Tratamientos de Concentraciones de Ácido Fosfórico .	36
Cuadro 17. Efectos y Coeficientes Estimados para el Índice de Saponificación (Unidades codificadas)	36
Cuadro 18. Análisis de Varianza para Índice de Saponificación	37
Cuadro 19. Efectos y Coeficientes Estimados para Índice de Saponificación (Unidades Codificadas)	37
Cuadro 20. Análisis de Varianza del Índice de Saponificación Según los Diferentes Tratamientos de Concentraciones de Ácido Fosfórico	38

INDICE DE FIGURAS

Contenido	Pag.
Figura 1: Diseño Experimental Seguido Para la Evaluación del Índice Químico del Aceite de Castaña (<i>Bertholletia excelsa HBK</i>) Desgomado con Agua y Ácido Fosfórico	20
Figura 2. Diagrama de Flujo de Evaluación del Índice Químico del Aceite de Castaña (<i>Bertholletia excelsa HBK</i>) Desgomado con Agua y Ácido Fosfórico	21
Figura 3. Superficie de Respuesta de la Interrelación de los Factores de la Concentración de Agua y Temperatura Sobre el Índice de Saponificación de Aceite de Castaña	28
Figura 4. Superficie de Respuesta de la Interrelación de los Factores de Concentración de Agua y Temperatura Sobre el Grado de Acidez en Aceite de Castaña	28
Figura 5. Interrelación de los Factores de Concentración de Ácido Fosfórico y la Temperatura en Relación con el Índice de Acidez (% de Ácido Oleico) ...	31
Figura 6. Interrelación de los Factores de la Concentración de Ácido Fosfórico y la Temperatura en Relación con el Índice de Saponificación	32

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se realizaron varias pruebas de evaluación del índice químico del aceite de castaña (*Bertholletia excelsa HBK*) desgomado con agua y ácido fosfórico, procedente del fundo Cañete del distrito de Tambopata, provincia de Tambopata de la región de Madre de Dios.

En las evaluaciones realizadas al aceite de castaña desgomado con agua y ácido fosfórico se ha podido determinar que la temperatura no represente ningún factor perturbador. Las temperaturas de 80 °C. y 85 °C. no alteró el índice de acidez y ni índice saponificación las cuatros combinaciones realizadas.

El procedimiento seguido fue el siguiente: desgomado del aceite de castaña (con agua y ácido fosfórico) y análisis del índice químico. Realizados los análisis del aceite de castaña desgomado, se pudo determinar que es un punto crítico de control la refinación del aceite de castaña (*Bertholletia excelsa HBK*) además de un control estricto para no desnaturalizar al aceite, porque si eso ocurre perdería su alto valor comercial, debido principalmente a sus propiedades anti oxidantes. A la evaluación del índice químico del aceite de castaña (*Bertholletia excelsa HBK*) desgomado con agua y ácido fosfórico, se validó científicamente utilizando el diseño factorial 2^2 , además, para poder reducir el posible error a cometer en la investigación, se hicieron con tres replicas; obteniendo en un total 12 ensayos realizando con todas las combinaciones posibles según el factorial 2^2 . Los datos fueron analizados posteriormente a través de un análisis de varianza. En las pruebas de desgomado del aceite de castaña (*Bertholletia excelsa HBK*) con agua, se utilizaron dos concentraciones diferentes (4% y 5%); encontrándose que la concentración de 4% alcanza la mayor eficiencia del desgomado del aceite de castaña (*Bertholletia excelsa HBK*), a temperaturas de 80°C y 85°C respectivamente. También se analizó la influencia del desgomado del aceite de castaña con ácido fosfórico, en concentraciones de 0,12% y 0,13%; encontrándose que la concentración de ácido fosfórico que maximiza el rendimiento en el desgomado es de 0.13%, de concentración.

ABSTRACT

In the present investigation were several screening tests chemical index of nut oil (*Bertholletia excelsa HBK*) water degumming and phosphoric acid, from the estate Cañete District Tambopata Tambopata province of Madre de Dios region.

The evaluations degummed oil with water chestnut and phosphoric acid has been determined that the temperature does not represent a disturbing factor. Temperatures of 80 °C. and 85 °C. not alter the acid and saponification index or the four combinations made.

The procedure followed was as follows: chestnut degummed oil (with water and phosphoric acid) and chemical analysis of the index. Analyzes performed chestnut oil degumming, it was determined that a critical control point oil refining chestnut (*Bertholletia excelsa HBK*) and a strict control to avoid distorting the oil, because if that happens would lose its commercial value primarily due to their antioxidant properties.

A chemical index assessment nut oil (*Bertholletia excelsa HBK*) water degumming and phosphoric acid, scientifically validated using 2² factorial design also possible to reduce the error committed in the investigation, were made with three replicates, obtaining a total of 12 trials carried out with all possible combinations according to the factorial 2². The data were subsequently analyzed using a variance analysis.

In tests chestnut oil degumming (*Bertholletia excelsa HBK*) with water, we used two different concentrations (4% and 5%), it was found that the concentration of 4% reach the most efficient oil degumming chestnut (*Bertholletia excelsa HBK*) at temperatures of 80 ° C and 85 ° C respectively. We also analyzed the influence of chestnut degummed oil with phosphoric acid at concentrations of 0.12% and 0.13%, found that the concentration of phosphoric acid in maximizing performance degumming 0.13%, is concentration.

INTRODUCCIÓN

La industria aceitera en el Perú se ha convertido en una actividad de suma importancia desde el punto de vista agroindustrial, por su aprovechamiento industrial y consumo en la dieta humana. En la actualidad, para la producción de aceite se usa como materia prima: soya, maíz, palma, sachá inchi, girasol, canola, pescado, pepita de algodón y castaña (*Bertholletia excelsa* HBK).

La demandada de aceite en el país se incrementa considerablemente tanto para el consumo humano como para otras actividades industriales; sin embargo, ante la escasa producción de materias primas, se hace necesario desarrollar tecnologías que permitan obtener aceite de las especies nativas de alto contenido de aceite y cuya producción sea fácil y rentable. Dentro de esta gama se encuentra la castaña, que es motivo de este trabajo. Donde además Madre de Dios es la única región del Perú donde se encuentran cultivos de castaña (*Bertholletia excelsa* HBK).

El presente trabajo de investigación pretende mejorar y adecuar las tecnologías de manera que contribuyan al desarrollo de la agroindustria aceitera en Madre de Dios. Para ello se realizaron análisis que permitan determinar la calidad mediante análisis del índice químico del aceite de castaña (*Bertholletia excelsa* HBK) desgomado con agua (4% y 5%) y ácido fosfórico (0.12% y 0.13%), y se determinaron los índices químicos del aceite de castaña (*Bertholletia excelsa* HBK): índice de acidez e índice saponificación, observándose que en los diferentes niveles de índices químicos, existe variabilidad de la influencia del desgomado. Se puede afirmar que no existen estudios sobre el índice químico del aceite de castaña (*Bertholletia excelsa* HBK) que es el punto de inicio para futuras investigaciones.

La variación del índice químico del aceite de castaña (*Bertholletia excelsa* HBK) es un problema complejo, que puede ser causado por las inadecuadas condiciones de almacenamiento que permitan la contaminación por microorganismos. El

desgomado es una etapa en el proceso de refinación del aceite de la nuez de castaña. Este proceso se realizó con agua y ácido fosfórico, implicando que junto a la operación física de extracción de gomas ocurran reacciones químicas que pueden afectar la calidad del aceite de la nuez de castaña.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo General

Evaluar el Índice Químico del Aceite de Castaña (*Bertholletia excelsa* HBK) desgomado con agua y Ácido Fosfórico.

Objetivos Específico

Analizar el Aceite de Castaña (*Bertholletia excelsa*) desgomado con agua (4% y 5%) y ácido fosfórico (0.12% y 0.13%).

Determinar los índices Químicos del Aceite de Castaña (*Bertholletia excelsa* HBK): índice de acidez e índice saponificación.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. IMPÓRTANCIA DE LAS GRASAS Y ACEITES EN EL CRECIMIENTO

Uauy y Olivares (1993) en una de sus investigaciones sustentaron que durante los primeros seis meses de vida las grasas son la principal fuente de energía y proporcionan aproximadamente el 50% de la energía consumida, y son además fuentes de ácidos grasos esenciales indispensables para el buen crecimiento físico y para el desarrollo del sistema nervioso.

Durante el primer año de vida, el contenido de grasa del cuerpo del niño aumenta desde un 16% al momento de nacer hasta un 25% a los 12 meses. Esta grasa depositada en el tejido adiposo es necesaria como reserva energética y es utilizada durante periodos de disminución de la ingesta, ya sea por falta de alimento, por anorexia causada por enfermedad o en caso de otros problemas de salud (Suskind, 1981).

La grasa en la dieta infantil es fundamental para asegurar un buen aporte de energía en un volumen restringido, ya que proporciona en promedio 9 kcal/g en contraste con los carbohidratos que aportan 4 kcal/g. (Trevejo, 2003)

Durante los dos primeros años de vida, la grasa debe ser vista en su función estructural, pues provee de ácidos grasos y el colesterol necesario para formar membranas celulares en todos los órganos. Más aún, órganos importantes como son la retina de los ojos y el sistema nervioso central están constituidos predominantemente por grasas. Gran parte de las grasas necesarias para la formación de estos tejidos están constituidos por

ácidos grasos esenciales, que no pueden ser sintetizados por el organismo y debe ser aportados por la dieta (Tanner, 1989; Uauy y Hoffman, 1991)

En los niños mayores de dos años, la grasa continúa siendo de gran importancia en la adecuación del aporte de energía para permitir un buen nivel de actividad física. Si bien el crecimiento después de los doce meses disminuye notablemente, la actividad física es fundamental para el desarrollo mental y social del niño; por lo que el déficit de energía asociada a una dieta pobre en grasa puede limitar la actividad y por ende el desarrollo del niño. La grasa además es necesaria para completar el desarrollo del sistema nervioso que en esta etapa continúa mielinizándose, lo que requiere de ácidos grasos como el esteárico y el oleico (Scrimshaw y Schurch, 1990).

1.2. COMPOSICION DE ACEITES ALIMENTICIOS BRUTOS

Trevejo (2003). Afirma que los aceites alimenticios brutos, están constituidos principalmente por triglicéridos, fosfolípidos, compuestos minerales y agua que acompaña al aceite bruto después de su extracción.

Los triglicéridos son los ésteres de ácidos grasos y de glicerol y son los constituyentes esenciales de aceites y grasas ya sea de origen animal o vegetal. Estos tienen una importancia fundamental en la alimentación humana por su alto valor energético e igualmente por su rol de elemento estructural (protección extra e intracelular) y de regulación, Denise (1982) citado por Trevejo (2003)

1.3. ACIDOS GRASOS

En forma pura, todas las grasas y los aceites están constituidos exclusivamente por triacilglicéridos, los que a su vez son ésteres de ácidos grasos con glicerol. Originalmente, éstos ácidos se definieron como ácidos monocarboxílicos de cadena alifática con número par de átomos de carbono que podrían ser saturados o insaturados; sin embargo, en la actualidad se han identificado muchos otros como cíclicos, ramificados, hidroxilados, con un número de átomos de carbono (Badui, 2006).

Los ácidos grasos se producen industrialmente a partir de diversas fuentes de grasa y se utilizan en la elaboración de aditivos para la industria alimenticia. Los de 16 a 18 átomos de carbono, palmítico, oleico y esteárico, se emplean como emulsificantes en forma de sus respectivos ésteres. Además las sales de calcio y magnesio del palmítico y del esteárico se usan como antiaglomerantes en vegetales deshidratados y en otros productos secos porque son insolubles en agua y, al recubrir las partículas sólidas, repelen el agua y evitan la aglomeración. (Badui, 2006).

Existen al estado natural ya sea en cadena normal saturada y de cadena normal mono o poliinsaturada. Los ácidos grasos generalmente son designados por su nombre común antes que por su nombre sistemático. (Trevejo, 2003).

Las formas trans y las formas conjugadas se encuentran muy raras veces al estado natural, pueden aparecer en el proceso de oxidación o durante ciertas operaciones de refinado. (Trevejo, 2003).

Los ácidos grasos son responsables de la mayor parte de las propiedades químicas de los cuerpos grasos, sobre todo los mono o poliinsaturados, los

ácidos grasos pueden participar en numerosas reacciones químicas y en otros casos tales como la esterificación, la hidrólisis y la interesterificación (Trevejo, 2003).

Los ácidos grasos esenciales poliinsaturados (AGPI) han sido considerados como componentes importantes en el aporte de energía necesaria para el mantenimiento del metabolismo celular, la actividad física y el crecimiento. El hecho que algunos AGPI sean además ácidos grasos esenciales (AGE) y sean precursores de los eicosanoides ha aumentado el interés por su estudio. Los eicosanoides – prostaglandinas, prostaciclina, tromboxanos y leucotrienos que son hormonas producidas a partir de los AGE. Las primeras dos cumplen funciones muy importantes en la regulación de la presión arterial, de la función renal, de la función inmunitaria y de la concentración del útero. Otros tromboxanos, son responsables de la agregación de las plaquetas y por tanto son claves para la coagulación de la sangre. Finalmente, los leucotrienos son importantes en el proceso inflamatorio y en la respuesta alérgica. El rol de los AGPI como componentes estructurales de los fosfolípidos de las membranas es de mayor significado, ya que puede resultar afectado en el desarrollo de la visión y de la función cerebral, lo cual ha sido identificado en los últimos años (Treen y Hoffman, 1992)

El organismo tiene una gran habilidad para sintetizar muchos componentes; así, el exceso de proteínas y carbohidratos puede ser convertido en grasa. Sin embargo, Burr y Burr (1929) señalaron que las ratas alimentadas con una dieta sin grasa y con un aporte adecuado en el resto de los nutrientes dejaban de crecer, perdían peso y presentaban problemas en la piel, lesión renal y, eventualmente, llegaban a morir. Estas condiciones pueden ser prevenidas o corregidas si se añade a la dieta ácido linoléico (Ensminge *et al.*, 1995).

De estos últimos estudios surgió el concepto de ácido graso esencial: ácido graso que es necesario y no puede ser sintetizado en el cuerpo (Ensminge *et al.*, 1995 y Jones *et al.*, 2001).

Los mamíferos no poseen enzimas capaces de sintetizar dobles enlaces en las posiciones $n-3$ y $n-6$ del ácido graso; por ello, necesitan obtener con la dieta los ácidos grasos esenciales linoleico y alfa-linolénico (Ettinger, 2001; Jones *et al.*, 2001). Durante muchos años, los ácidos grasos poliinsaturados como el linoléico, linolénico y araquidónico fueron considerados esenciales; sin embargo, recientes investigaciones han mostrado que el ácido araquidónico puede ser sintetizado en el cuerpo a partir del linoléico y, por tanto, no tiene que ser necesariamente suministrado como tal en la dieta (Ensminge *et al.*, 1995), tal como se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Fuentes de Ácidos Grasos. (% de Ácidos Grasos)

Aceite	Palmítico 16:0	Esteárico 18:0	Oleico 18:1	Linoleico 18:2n-6	Alfa-linolénico 18:3n-3
Soya	10	4	25	54	7
Girasol	7	5	19	68	1
Maíz	11	4	24	54	1
Oliva	13	3	71	10	1
Palma	45	4	40	10	1

Fuente: Ensminge *et al.*, 1995

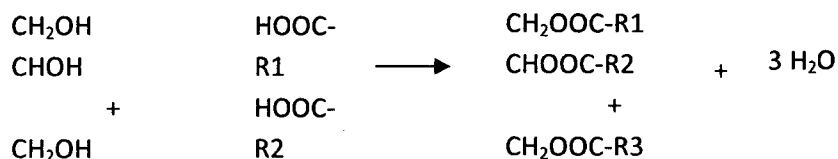
1.4. CARACTERIZACIÓN DE LAS GRASAS Y ACEITES.

Matissek *et al.*, (1,998), afirmaron respecto a la caracterización de las grasas y aceites alimentarias o de las fracciones grasas obtenidas de los alimentos mediante los métodos de extracción adecuados. Tiene por lo

general como objetivo la caracterización de estas sustancias. Es decir, permite extraer conclusiones acerca de su identidad, composición (pureza, autenticidad) y calidad (frescura, vida útil). Con este fin existe la posibilidad de emplear diferentes métodos químicos o físico-químicos y sensoriales.

1.5. COMPOSICIÓN DE LOS ACEITES Y GRASAS

Los aceites y grasas son sustancias hidrofóbicas de los reinos vegetales y animal, los cuales son predominantemente ésteres del glicerol, ácidos grasos comúnmente llamados triglicéridos. Estructuralmente un triglicérido es producto de la reacción del glicerol con tres moléculas de ácidos grasos para dar tres moléculas de agua y una molécula de triglicérido.



Bioquímicamente los triglicéridos son referidos como lípidos, los lípidos son insolubles en agua pero solubles en mucho solventes orgánicos, y todos ellos contienen una o más ácidos grasos en su estructura molecular (Shetty, 2006).

1.6. PROPIEDADES QUIMICAS DEL ACEITE

Para determinar el índice químico se realizan los análisis propuestos por Mataix y Carazo (1995), los cuales se detallan a continuación:

- a) **Índice de Acidez:** Es el más importante, el primero a tener en cuenta, se define como los mg. de KOH que se necesitan para neutralizar los ácidos grasos libres contenidos en 1 g. de aceite.

La significación de este parámetro es importante en todos los casos, pues una acidez incrementada puede ser indicador de algún defecto en la materia prima o en el proceso de extracción del aceite.

- b) **Porcentaje de Acidez Libre o de Ácidos Libres:** Este es un parámetro indicador de la cantidad de ácidos grasos libres presentes en un aceite y expresada en tanto por ciento de ácido oleico, porque es el ácido graso mayoritario en la mayoría de los aceites vegetales. Los ácidos grasos se encuentran unidos a otros componentes y sólo se liberan cuando se altera o deteriora durante los procesos de recolección transporte, por tanto un mayor grado de acidez significa un mayor deterioro del aceite.

Se define gramos de ácidos grasos libres expresados como ácido oleico que están en 100 g. de aceite. Se hace a través de una titulación ácido - base con un solvente donde sea soluble la grasa, se titula los ácidos libres con una base valorada y con fenolftaleína como indicador (viraje 8.3) si es aceite claro, la base generalmente usada es KOH.

$$\text{Grado de Acidez} = \frac{VMN}{10P} \% \text{ de Ácido Oleico} \dots\dots\dots \text{Fórmula 1}$$

Donde

V = Volumen en ml. de la solución etanólica KOH utilizada.

N = Normalidad exacta de la solución de KOH utilizada.

M = Peso molecular del ácido en que se expresa la acidez.

P = Peso en gramos de la muestra utilizada.

- c) **Índice de Saponificación:** son los mg de KOH necesario para saponificar 1 gramo de grasa o aceite. Es la hidrólisis total de los triglicéridos dando como resultado, la glicerina por un lado y las sales

de los ácidos grasos con el metal de base (jabones) por el otro. Se trabaja a ebullición, los metales son NaOK (solubles) nos da una idea del peso molecular medio de una grasa o aceite.

Es una medida de la alcalinidad requerida para saponificar un determinado peso de grasa, generalmente viene expresado como el número de miligramos de hidróxido de sodio por un gramo de grasa.

$$\text{Índice de Saponificación} = \frac{(Vg - Vm) * N * 56,1}{\text{Peso de la muestra}} \dots \dots \dots \text{Fórmula 2}$$

Donde

Vg = Volumen de HCl 0,5 N gastado para titular el blanco

Vm = Volumen de HCl 0,5 gastados para titular la muestra

- d) **Índice de Yodo:** Son los gramos de yodo que se fijan o absorben en los dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados por 100 gramos de lípido en condiciones estandarizadas. Se mide las insaturaciones por la proporción del yodo fijado, es un análisis cuantitativo, (reactivo de Wijss Cl_2I). Este índice mide el grado de insaturaciones de un lípido y permite diferenciar entre sí.

Una propiedad distintiva de los hidrocarburos no saturados es su capacidad de adicionar halógenos en los enlaces no saturados. El yodo es utilizado como agente de halogenación y los resultados se expresan en centigramos de yodo absorbido por gramos de grasa.

$$\text{Índice de Yodo} = \frac{(Vg - Vm) * N * 12,67}{\text{Peso de la muestra}} \dots \dots \dots \text{Fórmula 3}$$

Donde

Vg = Volumen en ml. de la solución tiosulfato de sodio 0,1 N utilizado para el ensayo en blanco.

Vm = Volumen en ml. de la solución tiosulfato de sodio 0,1 N utilizado para la materia grasa.

N = Normalidad de la solución tiosulfato de sodio utilizada.

- e). **Índice de Peróxido:** Indica el estado de oxidación inicial del aceite medido por la cantidad de peróxidos contenidos en 1 Kg. de grasa o aceite expresada como mili equivalente de Oxígeno, permitiéndonos detectar la oxidación antes de que se note organolépticamente. En este caso los peróxidos aparecen cuando la almendra no es tratada correctamente, el aceite queda expuesto a la luz y al calor o el envasado no adecuado sufriendo deterioro de componentes nutricionales como la vitamina E. luego a mayor índice de peróxidos, menor será la actividad antioxidante del aceite. El valor máximo permitido es de 20.

$$\text{Índice de Peroxido} = \frac{V * N * 1000}{\text{Peso de la muestra}} \dots\dots\dots \text{Fórmula 4}$$

Donde

V = Tiosulfato, en ml. consumidos en la valorización.

N = Normalidad de la solución de tiosulfato

1.7. PROPIEDADES FÍSICAS DEL ACEITE

Wolff (1968), afirma que los cuerpos grasos son líquidos o sólidos a la temperatura del medio ambiente siguiendo su composición química.

Los glicéridos constituyentes son más sólidos cuanto más saturados están y que su peso molecular es más elevado. Dentro de las características físicas de los aceites se puede mencionar:

- a) **Espectro Ultravioleta.** En la luz ultravioleta los ácidos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados con dobles enlaces, no presentan absorción característica entre 2000 y 4000 Å^º, al contrario, los ácidos poliinsaturados así como el aceite de pescado cuyos dobles enlaces

están conjugados, tienen espectros en ultravioleta perfectamente específicos.

- b) **Espectro en Infrarrojo.** Absorción característica de los grupos funcionales. Absorción de enlaces etilénicos de forma *trans* entre 10 μ y 10.5 μ (o por debajo de 1.5 μ).
- c) **Densidad.** Es la masa por unidad de volumen, expresado en gramos por cm² a una temperatura determinada. La densidad del aceite varía linealmente en función de la temperatura, aumenta con el índice de saponificación y con el índice de iodo.

$$\text{Densidad relativa del aceite} = \frac{\text{Masa del aceite} \times \text{Densidad del agua}}{\text{Masa del agua}} \dots \text{Fórmula 5}$$

- d) **Índice de Refracción.** El índice de refracción está ligado a la instauración y está influenciado por otros factores como acidez libre, oxidación, polimerización, existencia de funciones secundarias sobre las moléculas, presencia de dobles enlaces conjugados.
- e) **Punto de Fusión y Punto de Solidificación.** Permite apreciar el grado de pureza de un cuerpo graso.

1.8. EXTRACCIÓN DE ACEITES Y ÁCIDOS GRASOS

Penedo et al., (1997), estudiaron la posibilidad de extraer ácidos grasos libres de óleos vegetal con CO₂ supercrítico, llegando a separar ácidos grasos libres de aceite de soya y de castaña. Para ello realizó su investigación en dos etapas; inició investigando la posibilidad de extraer los ácidos grasos de los óleos en condiciones que varían de 50 - 140 bar y de 40 - 80°C durante 40 - 160 minutos. Concluyendo que existe la posibilidad

de realizar la desacidificación de óleos vegetales, con una eficiencia de extracción aproximadamente 30% a 140 bar y 80°C para ambos óleos. En la segunda etapa referido a la extracción de ácidos grasos, tuvieron una mayor eficiencia gracias al pre desgomado que realizaron, llegando a un 57% para el óleo de soja y 42% para la castaña totalmente desgomada. Por último se utilizó como solvente etanol a 1 - 5% del peso del óleo para la extracción, observándose un aumento en la eficiencia de aproximadamente 65% para el óleo de soja y 56% para el de castaña totalmente desgomada a 140 bar y 80°C por 40 - 160 minutos.

El proceso de extracción de aceites en la mayoría de los casos se realiza mediante el empleo de prensas continuas llamadas expeller (Bernardini, 1981), en la cual la semilla o la nuez entra a la parte interior del sinfín de presión, que la hace avanzar, por las espiras helicoidales de que esta provisto, a lo largo de la cesta, realizada con especial configuración. A medida que la semilla avanza encuentra un espacio, entre el sinfín y la cesta, cada vez mas reducido, lo que hace aumentar la presión de la masa. La cesta está constituida por muchos segmentos de acero especial, convenientemente espaciados de forma que permitan la salida del aceite. La masa de la semilla continúa su recorrido hasta el final del sinfín por donde ha de salir. En la parte final del sinfín existe un cono de acero que, moviéndose a lo largo del eje de la prensa, puede regular el espacio que queda entre la parte final del sinfín y el propio cono, lo cual permite regular fácilmente el espesor de la lámina de semilla prensada que sale de la prensa y, por consiguiente, el grado de presión a la que se somete la semilla (Trevejo 2003).

1.9. EXTRACCIÓN POR SOLVENTE

El proceso de extracción por solvente consiste en que el solvente ingrese en escamas de la nuez de castaña y se retire arrastrando consigo micro

gotas de aceite. Como generalmente se utiliza disolvente inflamable el cual esta clasificado como un ambiente inflamable y peligroso (Fereidoon, 2005).

En la campana, que es un dispositivo de flujo a contracorriente, se mueve el material sólido en una dirección opuesta a la miscela disolvente de aceite con una concentración de aceite en aumento. A medida que el material que se extrae entra en la unidad, entra en contacto con miscela en casi concentración de aceite completo. Después de este primer lavado, la miscela, que contiene alrededor de un 25 - 30% aceite, las hojas del extractor para la destilación y recuperación de solventes. Después de pasar por las diferentes etapas de lavado, siendo finalmente en contacto con solvente fresco y se deja para drenar por un breve período, el material extraído, comúnmente conocido como copos blancos, se quita de la campana y se transporta al proceso desolventizado. (Fereidoon, 2005).

Existen varios tipos de extractores disponibles en el mercado hoy en día, con marcadas diferencias. El extractor rotativo, opera en gran medida de una manera buena con un número de individuos, cestas con profundidades, escamas de 2 - 3 mm. que son bastante comunes. Las cestas son inicialmente llenas de los copos, que se apoyan en una pantalla de drenaje, lo que permite la miscela a pasar, pero conservando el material solidificarse. Las pantallas pueden ser giratorias o fijas, dependiendo de la configuración de la campana, al igual que las cestas y colectores de lavado. Como el extractor rotativo está en constante movimiento en una baja velocidad, una canasta vacía está presente en el mecanismo de llenado al igual que el anterior cesta se llena. (Fereidoon, 2005).

Otras ventajas incluyen la eliminación del agua del sistema de lavado, y una cómoda disposición de los medios para la borra. Si bien la miscela de refinación requiere típicamente una concentración de miscela de la mitad del aceite alrededor del 60%, con un resultado mayor de carga hidráulica a

través de la centrífuga, la diferencia en determinadas gravedad entre las dos fases es sustancial, lo que permite una capacidad muy alta a través de la centrífuga. Procesamiento de la miscela adicional se ha practicado, incluyendo miscela blanqueo y fraccionamiento (Fereidoon, 2005).

1.10. DESMUCILAGINACIÓN O DESGOMADO

Es la separación de sustancias proteicas, coloides o partículas pequeñas en emulsión, fosfolípidos, ceras mucilaginosas, gomas, sustancias resinoides, etc. que con el tiempo pueden polimerizar y precipitar. La eliminación de las gomas se puede dar por medio de ácidos (ácido sulfúrico a 66° Be y H_3PO_4 al 1%). (Mataix y Carazo, 1995).

1.11. REFINADO QUIMICO

El proceso convencional de la soda cáustica es el método más utilizado y conocido en el sistema de refinación. La adición de una solución alcalina a un poco de aceite crudo provoca numerosas reacciones químicas y físicas. El álcali se combina con los ácidos grasos libres presentes para formar jabones; los fosfátidos y las enzimas absorben álcali y se coagula a través de hidratación o la degradación, la mayor parte del colorante se degrada, absorbida por las enzimas, o son solubles en agua por el álcali, y la materia insoluble se arrastra con el material coagulable. La cantidad de calor y el tiempo, el exceso de soda cáustica también puede traer problemas en la saponificación de una parte del aceite neutro, por lo tanto, la selección de la cantidad de NaOH, tiempo de mezclado, la energía de mezclado y la temperatura tienen un papel importante en hacer que el proceso de refinado alcalino sea eficazmente y eficientemente para operar (O'Brien, 2009).

1.12. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA CASTAÑA

Cronquist (1987), clasifica taxonómicamente a la Castaña de la siguiente manera:

Reino : Plantae

Subreino : Tracheobionta

Filo : Magnoliophyta

Clase : Magnoliopsida

Orden : Ericales

Familia : Lecythidaceae

Subfamilia : Lecythidoideae

Género : Bertholletia

Especie : Excelsa

Nombre científico: *Bertholletia excelsa* HBK

Aceite de castaña (*Bertholletia excelsa* HBK) proviene del árbol de la castaña de Brasil se encuentra en la región de Madre de Dios, Acre en Brasil y Pando en Bolivia. Su fruta es altamente nutritiva, conteniendo aproximadamente 67% de óleo obtenido a través del prensado de la semilla. Mediante un filtrado posterior obtenemos el aceite extra virgen, extraído del primer prensado.

El aceite de castaña sustituye ventajosamente al aceite de oliva por su sabor suave y agradable, pudiendo ser usado en ensaladas y sofreídos.

Ampe (1986), define las características del aceite de castaña con los siguientes indicadores que se muestran en el cuadro 2; así mismo, reporta las características organolépticas mostradas en el cuadro 3 y los valores de contenido nutricional del aceite de castaña que se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 2. Características del Aceite de Castaña

Características	Valor
Índice de refracción a 40°C	1,471
Densidad relativa a 20°C	0,9120 g/ml
Volátiles a 105°C	0,02%.
Índice de Peróxido	7,5 mEq/1000g
Índice de Acidez (I.A0)	1,56 A.O.%

Fuente: Ampe (1986)

Cuadro 3. Características Organolépticas del Aceite de Castaña

Características del Aceite de Castaña	
Aspecto	líquido
Olor	característico de castaña
Sabor	característico
Color:	amarillo claro

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 4. Información Nutricional del Aceite de Castaña (*Bertholletia excelsa HBK*)

Componentes	Cantidad*
Valor Calórico (k cal)	90 ,0
Grasas Totales (g)	10.0
Grasas Saturadas (g)	1.0
Grasas Monoinsaturadas (g)	1.0
Omega 9 (g)	0.6
Grasas Poliinsaturadas (g)	4.0
Omega 6 (g)	3,3
Vitamina E (mg)	1,0
Tocoferoles (mg)	2,9

*Valores obtenidos en 10 g. de muestra

Fuente: Ampe (1986)

1.13. PROPIEDADES DEL ACEITE DE CASTAÑA

El óleo de castaña, además de ser comestible y ser parte de las dietas de los indios y mestizos del Amazonas, que consumen la almendra in natura, contiene "selenio". Esas materias primas se utilizan tradicionalmente como digestivo, cicatrizante; combate a la anemia, tuberculosis y beriberi.

Contiene gran porcentaje de ácidos grasos entre ellos los encontramos: oleico (C18:1) 30,36%; linoléico (C18:2) 44,55%; palmítico; los ácidos alfas de linolénico y en cantidades pequeñas los ácidos mirístico y esteárico y fitosteroles (Penedo *et al.*, 1997).

El aceite de castaña de Brasil tiene una excelente composición de ácidos grasos esenciales y brinda un considerable tenor de proteínas, lípidos y vitaminas que lo torna excelente fuente nutricional.

Cuadro 5. Composición Química de la Torta de Castaña

Componentes	Cantidad
Agua %	6.70
Ceniza %	5.00
Lípidos %	8.85
Proteínas %	25.13
Carbohidratos %	40.23
Fibras totales %	3.37
Fibras Insolubles %	15.72
Fibras Solubles %	12.67
Valor calorífico (Kcal)	3.04
Selenio (mg/kg)	7.13

Fuente: Penedo *et al.*, 1997.

CAPITULO II

MATERIALES Y METODOS

2.1 MATERIALES

2.1.1. Materia Prima - Insumos

El aceite de castaña a granel para estudio fue adquirido del “Fundo Cañete”, ubicado en la comunidad de Puerto Aurora, distrito y provincia de Tambopata; Departamento de Madre de Dios.

2.1.2. Materiales y Equipos:

Los materiales y equipos utilizados son como se detallan a continuación en el Cuadro 6, donde se describe sus características y ubicación.

Cuadro 6. Características de los Equipos y Materiales

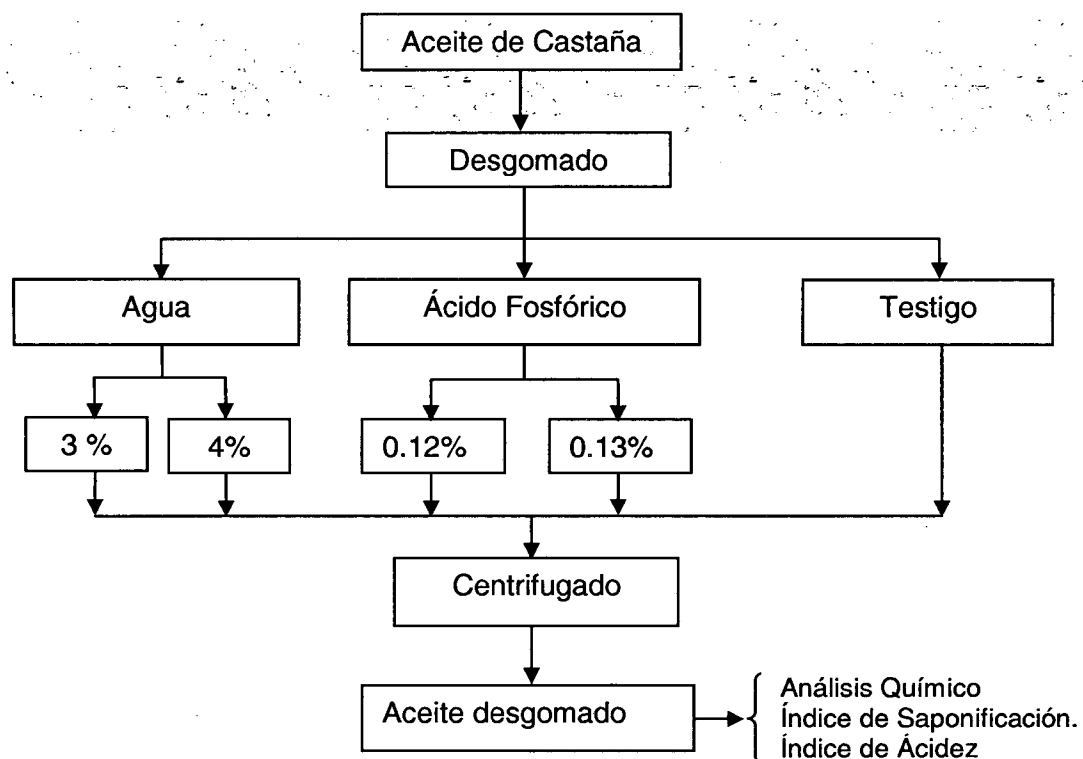
EQUIPOS Y MATERIALES	CARACTERÍSTICAS	UBICACIÓN
Potenciómetro	Digital y salida de PC	Lab. de Operaciones UNAMAD
Centrifuga	Centrifuga de 8000 rpm.	Lab. de Operaciones UNAMAD
Secador de bandejas	Sensor de temperatura.	Lab. de Operaciones UNAMAD
Balanza Analítica	Precisión de 4 decimales	Lab. de Operaciones UNAMAD
Cámara fotográfica digital.	7.2 mega píxeles	Lab. Asociación de productores de castaña
Prensa que tipo	100 kg./cm ²	Lab. Asociación de productores de castaña
Botellas de vidrio	De 500 ml.	Lab. Asociación de productores de castaña

Fuente: Elaboración Propia

2.2 MÉTODO EXPERIMENTAL.

2.2.1. Descripción del Proceso Tecnológico

Esta investigación se realizó siguiendo el flujo de operaciones que se muestra en la Figura 01¹.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 1. Diseño Experimental Seguido Para la Evaluación del Índice Químico del Aceite de Castaña (*Bertholletia excelsa* HBK) Desgomado con Agua y Acido Fosfórico¹

¹ Elaborado en base a PENEDO *et al.*, 1997.

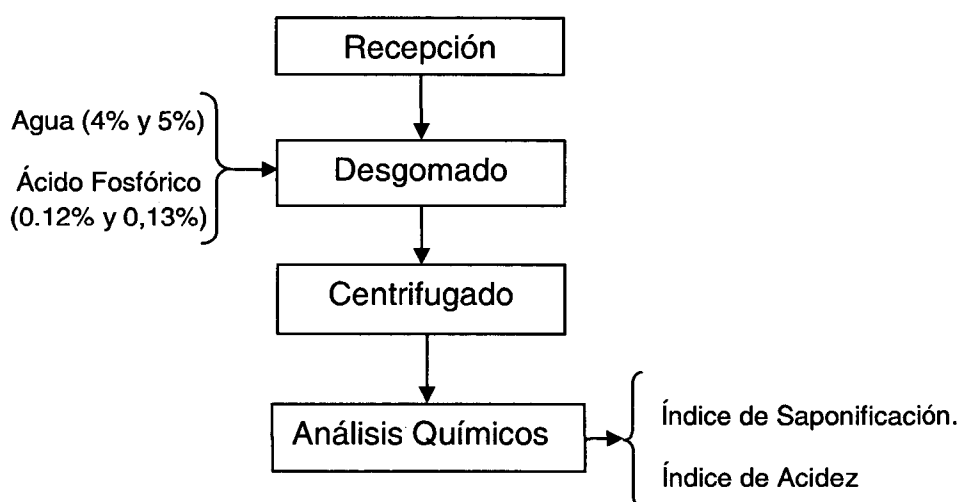
A continuación se describen las principales operaciones:

a) Recepción del Aceite de Castaña

El aceite de castaña fue recepcionado en botellas de vidrio de color oscuro, de medio litro de capacidad y fue medido su volumen.

b) Desgomado del Aceite de Castaña

En las operaciones unitarias que intervienen en el desgomado y posterior evaluación de los índices químicos del aceite de castaña (*Bertholletia excelsa HBK*), son las siguientes:



Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Diagrama de Flujo de Evaluación del Índice Químico del Aceite de Castaña (*Bertholletia excelsa HBK*) Desgomado con Agua y Ácido Fosfórico

- **Recepción del Aceite de castaña**

El aceite de castaña fue recepcionado en botellas de vidrio de color oscuro, de capacidad de medio litro.

- **Desgomado del Aceite de Castaña Con Agua**

Se procedió al desgomado del aceite de castaña con dos concentraciones de agua, para lo cual se contó con 500 g. de aceite de castaña (*Bertholletia excelsa HBK*) y se calentó hasta llegar a temperaturas de 80°C y 85 °C y una vez estabilizada las temperaturas se agregó (20 ml. y 25 ml. de) el agua (4% y 5% del peso del aceite respectivamente) realizando una agitación constante por 5 minutos, garantizando así la hidratación de fosfolípidos.

- **Desgomado del Aceite de Castaña con Ácido Fosfórico**

El aceite de castaña se desgomó con dos concentraciones de ácido fosfórico. Para tal efecto se contó con 500 g. de aceite de castaña que se calentó hasta llegar a una temperatura de 80 °C y 85 ° para poder así adicionar 0.60 ml. (0.12%) y 0,65 ml. (0,13%) el ácido fosfórico al 85% realizando una agitación constante durante 5 minutos.

- **Muestra Testigo**

La última fracción es la nuestra testigo la cual no se le hizo ningún tratamiento. Esta muestra es importante en el presente trabajo de investigación porque nos permite ver cuál es la variación de las propiedades químicas del aceite de castaña según las diferentes condiciones aplicadas de concentraciones de ácido fosfórico y agua en el desgomado del aceite de castaña.

c) Centrifugado

La centrifugación se realizó para separar los fosfolípidos hidratados del aceite de castaña; se introdujo en unos cuantos tubos de ensayo que a su vez fueron colocados en el rotor de la centrifugadora. El rotor se hace girar a gran velocidad, con lo que los componentes más pesados del aceite van al fondo del tubo mientras que el aceite desgomado quedó en la parte de la superficie listo para la realización del análisis de acidez.

d) Análisis Químico:

Índice de Acidez, se realizó con la finalidad de saber qué cantidad de ácidos grasos libres, se encuentran en el aceite de castaña, esta información tiene buenas consecuencias para todos los aspectos de desarrollo de productos, control, y la mercadotecnia.

Índice de Saponificación, se realizó para saber qué cantidad de NaOH se necesita para neutralizar el aceite de castaña. El valor de saponificación es una medida de los grupos reactivos alcalinos del aceite de castaña, el valor de saponificación es útil para el control de calidad.

2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

El Diseño Experimental utilizado en la presente investigación fue el Diseño Factorial $2^k=2^2$, para tal fin se utilizó dos rangos: un máximo y un mínimo; para luego encontrar el punto óptimo de operatividad. (Duglas, 2002).

En el Diseño Experimental 2^k , el 2 representa los dos niveles que existen en este diseño y K representa los factores a estudiar, en este caso está dado por la concentración de agua, la concentración del ácido fosfórico y la temperatura.

Para el procesamiento y análisis de los datos del experimento se utilizó el programa estadístico Statistic 5.0.

El Cuadro 6, muestra los límites de la temperatura (80°C y 85°C) y la concentración de agua (4 y 5 g/100g muestra), con los que se efectuaron todas las combinaciones posibles. Se consideran estos rangos de las variables, porque en investigaciones revisadas sobre fluidos súper críticos se tienen unos rangos mayores y en este caso se busca con esta investigación es optimizar los rangos y poner de conocimiento un dato exacto para trabajar.

Cuadro 7. Diseño Factorial 2² (Concentración de Agua vs Temperatura)

Variable	Unidades de medidas	Mínimo	Máximo
Temperatura	°C.	80	85
Concentración del Agua	g./100g muestra.	4	5

Fuente: Elaboración propia

El Cuadro 7, nos indica los límites de las variables de la temperatura (80°C y 85°C) y la concentración de ácido fosfórico (0.12% y 0.13%) que es objeto de esta investigación ver su interrelación que generan en el desgomado de aceite de castaña.

Cuadro 8. Diseño Factorial 2² (Concentración de Ácido Fosfórico vs Temperatura)

Variable	Unidades de medidas	Mínimo	Máximo
Temperatura	°C	80	85
Concentración de Ácido fosfórico (85%)	g/100g muestra.	0.12	0.13

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 CARACTERÍSTICA DE LA MATERIA PRIMA

3.1.1 Característica Física.-

El aceite de castaña (*Bertholletia excelsa HBK*), fue de nuez recolectada en el mes de diciembre de 2009. La composición química es la que define las características del aceite de castaña, la cual, a su vez, le confiere un gran potencial en la industrialización en diversos productos. En el primer análisis de las propiedades físicas tenemos la densidad obteniendo un valor de 0.93 g./ml. y según Ampe, (1986) la densidad del aceite de castaña es de 0,9120 g/ml a una temperatura de 20 °C. El color de aceite es amarillo claro dado por Penedo *et al.*,1997.

3.1.2 Análisis Físico Químico

En el cuadro 9 se presentan los datos obtenidos en el análisis químico del aceite de castaña.

Cuadro 9. Análisis químico del aceite de castaña

INDICADOR	VALOR
Porcentaje de acidez	1.56%
Índice de saponificación	190.9 mg

El grado de acidez encontrado fue de 1.561% expresado como ácido oleico del aceite de castaña, valor de grado de acidez obtenido para castaña es parecido al reportado por Trevejo (2003), para aceite de Ungurahui (*Jessenia batuaia*) cuyo valor reportado fue de 1.85%; del mismo modo el valor obtenido experimentalmente para aceite de castaña fue superior al

contenido de acidez del aceite de otro fruto amazónico como el aguaje (*Mauritia flexuosa* L.) que fue de 0.8% (Trevejo 2003).

La diferencia de valores del porcentaje de acidez obtenido en el aceite de castaña y el reportado por Trevejo (2003) para unguarahui puede deberse a las condiciones, tiempo y temperatura de almacenamiento, el tipo de aceite y la exposición del producto a la luz (Anwar *et al.*, 2006).

Respecto al índice de saponificación, el aceite de castaña alcanzó un valor de 190.9 mg de NaOH/g, valor que se aproxima a lo reportado por Trevejo (2003) para aceite de aguaje que fue 193 mg de NaOH/g y también mencionado por Chefftel (1980) que fue de 190.7 para aceite de castaña. Dichos valores se encuentran dentro de los rangos permitidos para aceites vegetales cuyos parámetros se encuentran entre los 180 a 200 mg de NaOH/g (O'Brien, 2009).

3.2 EVALUACIÓN DE LOS ÍNDICES QUÍMICOS DEL ACEITE DE CASTAÑA

3.2.1 Desgomado del Aceite de Castaña con Agua

En el desgomado del aceite de castaña con dos concentraciones de agua, se calentó hasta llegar a temperaturas de 80°C. y 85 °C., se agregó el agua (4% y 5% del peso del aceite respectivamente) realizando una agitación constante por 5 minutos, garantizando así la hidratación de fosfolípidos, según parámetros similares.

Los resultados obtenidos en el proceso de desgomado se presenta en el cuadro 9 que se presenta a continuación:

Cuadro 10. Resultados obtenidos empleando Concentración de Agua vs Temperatura

Tratamientos		Replicas					
Concentración de agua	Temp °C	1		2		3	
		IA A.O.%	IS mg. NaOH/g.	IA A.O.%	IS mg. NaOH/g	IA A.O.%	IS mg. NaOH/g
4%	80	1.543	186.8	1.552	186.3	1.558	187.4
	85	1.541	180.7	1.540	182.8	1.541	186.1
5%	80	1.579	191.8	1.578	191.5	1.579	192.1
	85	1.577	191.4	1.567	192.3	1.578	192.2

Fuente: Elaboración Propia

Donde

AI = Índice de Acidez

IS = Índice de Saponificación.

En el Cuadro 10, se puede observar que los valores más altos de índice de acidez se obtienen a concentraciones de agua de 5% y temperatura de 80°C, estos valores altos indican que a esas temperaturas se acelera el deterioro representado por la oxidación de los ácidos grasos no saturados y esto ocurre cuando un átomo cede un electrón a otro átomo distinto mediante el proceso de reducción (Badui 2006). Los bajos niveles de acidez entregan una razonable pero no absoluta indicación de que la fruta procesada tiene una buena condición al momento de ser recolectada (Troncoso *et al.*, 2006)

Respecto al Índice de saponificación también se encuentran los valores más altos a una concentración de agua de 5% y temperatura de 85°C que fue en promedio 192 mg. NaOH/g. es muy similar a los obtenidos para

aceite de aguaje que contiene un índice de saponificación de 193 mg. NaOH/g. y el unguirahui que presenta el mismo valor (Trevejo 2003).

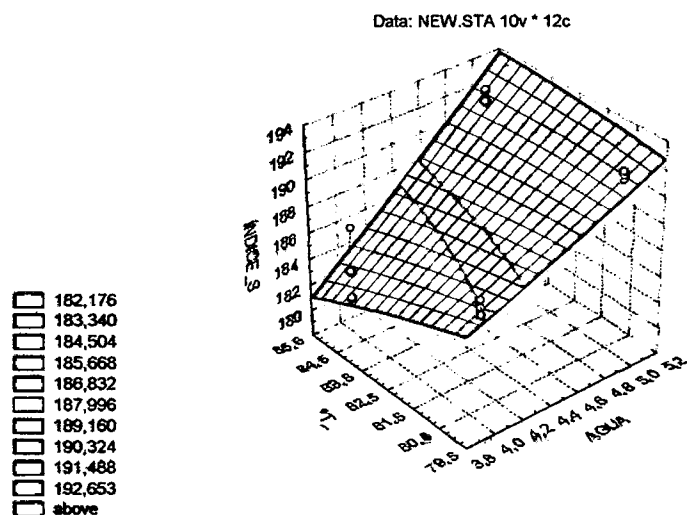


Figura 3. Superficie de Respuesta de la Interrelación de los Factores de la Concentración de Agua y Temperatura sobre el Índice de Saponificación de Aceite de Castaña.

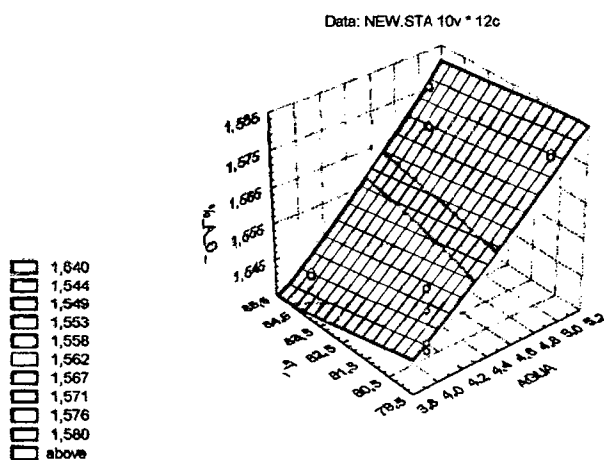


Figura 4. Superficie de Respuesta de la Interrelación de los Factores de Concentración de Agua y Temperatura sobre el Grado de Acidez en Aceite de Castaña

Figura 4. Superficie de Respuesta de la Interrelación de los Factores de Concentración de Agua y Temperatura sobre el Grado de Acidez en Aceite de Castaña

En las figuras 3 y 4, se puede mostrar claramente la influencia de la temperatura y la concentración del agua sobre el grado de acidez y el índice de saponificación para aceite de castaña. Los valores más altos se obtienen a 85°C y concentraciones de agua de 5%, ya que estos factores (temperatura y agua) contribuyen con el deterioro de los aceites comestibles (Vega, 2004)².

De la figura 4, se puede apreciar que el factor temperatura no afecta el índice de acidez, mientras que la concentración de agua sí altera la variación del índice de acidez (% de Ácido Oleico). A mayor concentración de agua (+) el índice de acidez es mayor, igualmente nos indica que la menor concentración de agua es la que se debe de utilizar.

Respecto al índice de saponificación los resultados obtenidos con aceite de castaña difieren de los reportados por Marambio (2012), para almendras y tiene un valor de 136 mg. NaOH/g debido a que dicho producto fue almacenado a temperaturas bajas y con bajo contenido de humedad

3.2.2 Desgomado del Aceite de Castaña con Ácido Fosfórico y Agua

El aceite de castaña se desgomó con ácido fosfórico al 85%, utilizando una concentración de 0,13% en relación al aceite de castaña, temperatura de 80 °C y realizando agitaciones constantes durante 5 minutos.

² Tomado de la "Guía para la elaboración de aceites comestibles, caracterización y procesamiento de nueces" Vega -2004. Convenio Andrés Bello. Bogotá, Colombia.

Cuadro 11. Concentración de Ácido Fosfórico vs Temperatura

Tratamientos		Replicas					
Concentración de Ac. Fosfrico	Temp. °C	1		2		3	
		IA	IS	IA	IS	IA	IS
		A.O.%	mg. NaOH/g.	A.O.%	mg. NaOH/g	A.O.%	mg. NaOH/g
12%	80	1.589	189.2	1.588	188.1	1.579	191.4
	85	1.582	182.8	1.581	182.9	1.587	187.7
13%	80	1.563	191.3	1.561	191.6	1.557	191.4
	85	1.541	193.1	1.549	192.9	1.546	193.2

Fuente: Elaboración propia

Donde

AI = Índice de Acidez

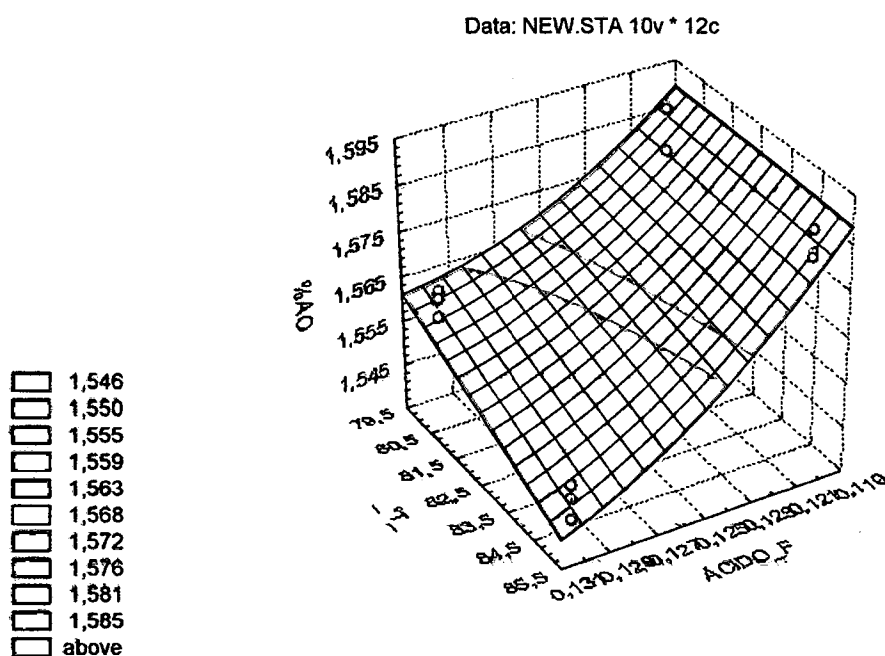
IS = Índice de Saponificación.

En el Cuadro 11, se puede observar que los mayores valores de Índice de acidez e Índice de saponificación se presentan a temperaturas de 80° C para los dos tipos de concentraciones ello se debe al uso de ácido fosfórico en la desgomación, la misma que permite la eliminación de los fosfátidos por hidratación, haciéndolos insolubles en el aceite. Generalmente se realiza con ácido fosfórico diluido (O'Brien, 2 009).

El ácido fosfórico provoca que la goma se separe con la adición de este ácido haciendo más eficiente el proceso de desgomado, el mismo que corresponde a los fosfolípidos hidratables eliminados y el aceite neutro que estos arrastran, del mismo modo el ácido fosfórico permite controlar la acidez y por tanto disminuye la velocidad de deterioro del aceite (Legua *et al.*, 2010).

El ácido fosfórico se utiliza para eliminar las gomas, resinas y proteínas para permitir la remoción por métodos gravitacionales. Si las gomas son hidratables, se remueven, como su nombre lo indica, con agua; seguidamente se adicionan tierras de blanqueo que adsorben sustancias colorantes; el proceso culmina con la desodorización, en donde se separan los ácidos grasos libres presentes en el aceite y las sustancias que ocasionan mal olor (Hernández *et al.*, 2007)

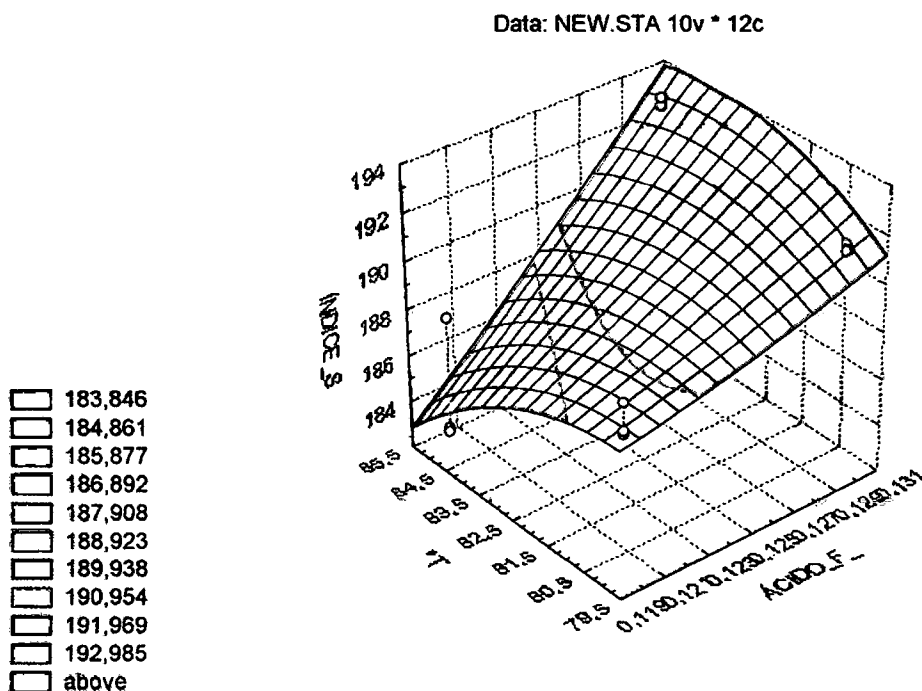
La capa acuosa que contiene los fosfatos hidrolizados, puede ser tratada posteriormente para obtener productos tan valiosos como la lecitina.



Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Interrelación de los Factores de Concentración de Ácido Fosfórico y la Temperatura en Relación con el Índice de Acidez (% de Ácido Oleico).

En el gráfico 02 se puede ver que el factor de la temperatura no afecta el índice de acidez. Igualmente se puede apreciar que la concentración de Ácido Fosfórico si altera la variación del índice de acidez. La mejor opción para trabajar es con el nivel más alto (+) del factor de concentración de ácido fosfórico por que nos arrojan valores de índices de acidez más bajos.



Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Interrelación de los Factores de la Concentración de Ácido Fosfórico y la Temperatura en Relación con el Índice de Saponificación.

En la figura 6 se puede ver que el factor de la temperatura no afecta el índice de Saponificación. Igualmente se puede apreciar que la concentración de Ácido Fosfórico si altera la variación del índice de acidez. La mejor opción para trabajar es con el nivel más bajo (-) del factor de concentración de ácido fosfórico por que nos arrojan valores de índices de acidez más bajos.

3.2.3 Análisis de la muestra testigo

En el cuadro 12 se presentan los valores obtenidos del análisis de muestra testigo.

Cuadro 12. Análisis de la Muestra Testigo

Temp. °C	Replicas					
	1		2		3	
	IA A.O.%	IS mg. NaOH/g.	IA A.O.%	IS mg. NaOH/g	IA A.O.%	IS mg. NaOH/g
80	1.591	195.2	1.590	195.1	1.591	195.2
85	1.591	195.3	1.59	195.1	1.591	195.2

Fuente: Elaboración propia

Donde

AI = Índice de Acidez

IS = Índice de Saponificación.

En el cuadro 12 se puede observar que la muestra testigo sometida sólo a temperaturas de 80 °C y 85°C muestra valores similares de Índice de Acidez e Índice de Saponificación porque la temperatura influye directamente sobre el deterioro de los aceites. Si comparamos los resultados con los tratamientos con concentración de agua y ácido fosfórico, la muestra testigo presenta valores más altos, ello se debe a que en la muestra testigo no se logra desarrollar eficientemente el desgomado y las partículas aceleran el deterioro del aceite (Quispe *et al.*, 2009).

3.2.4 Ajuste Factorial del Índice Acidez (% de Ácido Oleico) vs. Concentración de H₂O

Los resultados del análisis estadístico para medir el efecto de los tratamientos de muestran en el cuadro 13 que se presenta a continuación.

Cuadro 13. Efectos y Coeficientes Estimados para Porcentaje de Ácido Oleico (Unidades Codificadas)

Término	Efecto
Concentración de H ₂ O	0,03050
B	0,00750
Concentración de H ₂ O*B	0,00283

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro anterior se observa que el efecto de la concentración de H₂O tiene un valor de 0,03050 que es superior a los otros dos efectos. Este valor nos indica que el efecto de la concentración de H₂O se diferencia significativamente de los otros dos efectos.

3.2.5 Análisis de Varianza para el Porcentaje de Ácido Oleico (Unidades Codificadas)

En el cuadro 14 se presenta los resultados del análisis de varianza para el porcentaje de ácido oleico obtenido con los factores codificados.

Cuadro 14. Análisis de Varianza del Índice de Acidez (% de Ácido Oleico) Según las Diferentes Tratamientos Concentraciones de H₂O.

Fuente	GL	SC sec	MC ajust	F	Fr	Significancia
Efectos principales	2	0,0029595	0,00147975	62,52	8.65	si
2-Interacciones	1	0,00002408	0,00002408	1,02	11.26	no
Error puro	8	0,00018933	0,00002367			
Total	11	0,00317292				

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro de análisis de varianza, se observa que los efectos principales tiene un F observada de 62,52 que resulta siendo mayor al F requerida de 8.65, con lo que se puede concluir que existen diferencias altamente significativas en dichos efectos para un alpha de 0.01. Así mismo podemos decir que la variación de la concentración de H₂O en el desgomado del aceite de castaña influye significativamente en el índice de acidez.

3.2.6 Resultados del Ajuste Factorial: Índice de Acidez (% de Ácido Oleico) vs. Ácido Fosfórico

En el cuadro 15 se presentas los valores y coeficientes estimados para índice de acidez mostrado como % de acido oleico.

Cuadro 15. Efectos y Coeficientes Estimados para el Índice de Acidez (% de Ácido Oleico) (Unidades Codificadas)

Término	Efecto
Ácido Fosfórico	-0,03150
B	-0,00850
Ácido Fosfórico*B	-0,00650

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 15 se observa que el efecto de la concentración de ácido fosfórico tiene un valor numérico absoluto de 0,03150 que es superior a los otros dos efectos; esto nos indica que éste efecto (concentración de ácido fosfórico) se diferencia significativamente contra las otros dos efectos.

En el cuadro 16 se muestra los valores del análisis de varianza del acido oleico tratada con acido fosfórico.

Cuadro 16. Análisis de varianza del Índice de Acidez (% de Acido Oleico) Según los Diferentes Tratamientos de Concentraciones de Acido Fosfórico

Fuente	GL	SC sec	MC ajust	F	Fr	Significancia
Efectos principales	2	0,0031935	0,00159675	96,29	8.65	Si
2-Interacciones	1	0,0001267	0,00012675	7,64	11.26	No
Error puro	8	0,0001327	0,00001658			
Total	11	0,0034529				

Fuente: Elaboración propia.

Para el análisis de varianza se utilizó el diseño factorial 2^2 , en el cual se observa, que los efectos principales nos dan un valor de F observado de 96,29 que resulta siendo mayor al F requerido de la tabla de Fisher de 8.65, con lo que se puede concluir que existe diferencia en dichos efectos para alpha igual a 0.01. También podemos decir que la variación de la concentración del Ácido Fosfórico en el desgomado del aceite de castaña influye significativamente en el índice de acidez del aceite de castaña.

3.3 Resultados del Análisis para índice de saponificación.

En el cuadro 17 se presentan los valores de ajuste factorial y los efectos y coeficientes estimados para el índice de saponificación.

Cuadro 17. Efectos y Coeficientes Estimados para el Índice de Saponificación (Unidades codificadas)

Término	Efecto
Concentración de H ₂ O	6,867
B	-1,733
Concentración de H ₂ O*B	1,900

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro se observa que el efecto de la concentración de H₂O tiene un valor numérico de 6,867, que es superior a los otros dos efectos. Esto nos

indica que el efecto de la concentración de H₂O se diferencia significativamente con los otros dos efectos.

En el cuadro 18 se presenta los resultados del análisis de varianza para el índice de saponificación.

Cuadro 18. Análisis de Varianza para Índice de Saponificación (Unidades Codificadas)

Fuente	GL	SC sec	MC ajust	F	Fr	Significancia
Efectos principales	2	150,467	75,233	37,40	8.65	Si
2-Interacciones	1	10,83	10,83	5,38	11.26	No
Error puro	8	16,093	2,012			
Total	11	177,39				

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis de varianza se utilizó el diseño factorial 2². En este cuadro se observa que los efectos principales nos dan un F observado de 37,40 que es mayor al F requerida que es de 8.65, con lo que se puede concluir que existen diferencias significativas en dichos efectos para una alpha de 0.01. También podemos decir que la variación de la concentración de H₂O en el desgomado del aceite de castaña influye significativamente en el índice de saponificación.

En el cuadro 19 se presentan los valores de los coeficientes y efectos estimados para el índice de saponificación vs ácido fosfórico.

Cuadro 19. Efectos y Coeficientes Estimados para Índice de Saponificación (Unidades Codificadas)

Término	Efecto
Ácido Fosfórico	5,817
B	-1,150
Ácido Fosfórico*B	2,783

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro se observa que el efecto de la concentración Ácido Fosfórico tiene un valor numérico de 5.817 que es superior a los otros dos efectos. Esto nos indica que el efecto de la concentración de ácido fosfórico se diferencia significativamente de los otros dos efectos.

En el cuadro 20 se presenta los resultados del análisis de varianza para el índice de saponificación.

Cuadro 20. Análisis de Varianza del Índice de Saponificación Según los Diferentes Tratamientos de Concentraciones de Ácido Fosfórico

Fuente	GL	SC sec	MC ajust	F	Fr	Significancia
Efectos principales	2	105,468	52,734	25,17	8.65	si
2-Interacciones	1	23,241	23,241	11,09	11.26	no
Error puro	8	16,760	2,095			
Total	11	145,469				

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis de varianza se utilizó el Diseño Factorial 2². En este cuadro se observa que el valor de los efectos principales tiene un F observado de 25.17 que resulta siendo mayor al F requerido que es de 8.65, con lo que se puede concluir que existen diferencias en dichos efectos para un alpha igual a 0.01. También podemos afirmar que la variación de la concentración de H₂O en el desgomado del aceite de castaña influye significativamente en el índice de saponificación.

IV CONCLUSIONES

1. El aceite de castaña es propenso a sufrir reacciones oxidativas que bajen la calidad de su composición química y su aspecto físico. Por eso es necesario para su conservación debe ser protegido mediante la eliminación de las gomas naturales del aceite los cuales fueron conjuntamente extraídas de la castaña en el proceso de prensado.
2. En la evaluación del rendimiento del desgomado se observó que el mayor rendimiento obtenido fue utilizando ácido fosfórico (85%) a una concentración de 0,13% en relación con el aceite de castaña y el comportamiento para la temperatura para ambos casos permaneció constante, por consiguiente la temperatura no afecta el proceso de desgomado.
3. Los resultados obtenidos muestran que la experimentación en los laboratorios puede reproducir resultados experimentales, por lo tanto, puede ser utilizada para optimizar el proceso de desgomado de aceites castaña, donde se determinó que los índices químicos del aceite de castaña (*Bertholletia excelsa HBK*) son los siguientes: índice de ácidos (1,565 %) e índice de saponificación (188,9 mgNaOH/g de aceite de castaña).

V. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda aprovechar la torta de castaña para la obtención de productos fortificados para la alimentación humana.
2. Se debe de hacer investigación de convertir la harina a partir de la torta de castaña.
3. Se sugiere elaborar pasta de ají a partir de la torta de castaña.
4. Se sugiere hacer investigación en la elaboración de fideos de la torta de castaña.
5. Se sugiere la elaboración de panes a partir de la torta de castaña.
6. Se sugiere hacer investigaciones en elaboración de mayonesa utilizando aceite de castaña
7. Se sugiere realizar estudios de evaluación de los índices químicos en aceite de castaña envasada.
8. Se sugiere el comportamiento del aceite contenida en la torta de castaña que se puede derivar para la elaboración de alimento balanceado.

VI. BIBLIOGRAFÍA

1. Ampe, C., et al(1986), "La sucesión ácida de amino de las proteínas de rick de azufre 2S de semillas de nuez de Brasil (de Bertholletia H.B.K.) excelsa." *Eur. J. Biochem.* 159 : 597-604
2. Anwar. F., Shahil, S.A. y Hussain. A.I. (2006). Assessment of oxidative determination of soybean oil at ambient and sunlight storage. *Grasas y aceites.* 58(4)
3. Baudi S. (2006), *Química de Alimentos.* Editorial Alhambra, Mexico. P 430pp
4. Bernardini E., (1981). *Tecnología de Grasas y Aceites.* 1ra-Ed. Española. Ed. Alambra S.A. Madrid España P 498
5. Burr GO, Burr MM. (1929), A new deficiency disease produced by the rigid exclusion of fat from the diet. *J Biol Chem*; 82: 345-346.
6. Chefftel J. C. (1980) *Introducción a la Bioquímica De Los Alimentos.* Editorial Acribia vol. 2.; P 420
7. Cronquist, Samuel Fones (1987), *Sistema de Clasificación de las Clases, subclase, ordenes y familias de las angiospermas,* Ediciones Urmo, S.A. Edición 3ra, España. P. 1185-1189.
8. Denise J.(1982). *Le Raffinage des Corps Gras,* P 240
9. Down, M. K. (1998), Gas chromatographic characterization of soapstocks from vegetable oil refining. *J. Chromatography,* 816, 185-193.
10. Duglas C. Montgomery (2002), *Diseño y Análisis de Experimental,* Ediciones Limusa S.A., Edición 2da, Mexico. P. 303-362
11. Duque, J. UN., (1986), *La guía de Plantas Medicinales, indias y del noreste.* Las Publicaciones de Quarterman, MA.
12. Ensminger AH, Ensminger ME, Konlande JE, Robson JRK. (1995), *The Concise Encyclopedia of Foods & Nutrition.* Boca Ratón-Londres: CRC Press; 297-305pp.

13. Ettinger S. (2001), Macronutrientes: carbohidratos, proteínas y lípidos. En: Mahan LK, Escott-Stump S, eds. Nutrición y Dietoterapia de Krause. México: McGraw-Hill Interamericana; 46-59pp.
14. Fereidoon Shahidi. (2005), Bailey's industrial oil & fats products Ediciones by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
15. Hernández, Carlos. Mieres Alberto, Niño Zulay, Pérez Sergio (2007). Información Tecnológica, Información Tecnológica, Efecto de la Refinación Física Sobre el Aceite de la Almendra del Corozo (*Acrocomia aculeata*). Valencia-Venezuela
16. Instituto Tecnológico Pesquero (ITP)(1998). Labs. Determinación de los grasos por cromatografía de gases del aceite vegetal. Labs – FQ – 002. Rev. 4. Lima, Perú.
17. ITINTEC.203.070. (1997) NORMAS TECNICAS PERUANAS. Productos elaborados a partir de frutas y otros vegetales (Determinación de Acidez).1-5.
18. Jones PJH, Papamandjaris AA. (2001), Lipids: Cellular metabolism. En: Bowman BA, Russell RM, eds. Present knowledge in Nutrition. Washington DC: ILSI Press; 104-114pp.
19. Legua Cárdenas, José (2010). Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG Vol. 13, N.º 25, Interesterificación química de aceite para la obtención de una grasa base sin ácidos grasos trans.
20. Marambio, Oscar g (2012). / UTEM, Química Orgánica, Práctico Índice de Saponificación de Grasas y Aceites.
21. Mataix J, Carazo E. (1995), Nutrición para educadores. Madrid: Díaz de Santos ed.
22. Matissek, Schnepel F. Steiner G. (1998). Análisis de Alimentos, Editorial Acribia 2da ed. España.
23. O'Brien, Richard D. (2009), Fat and oils: formulating and processing for applications, Taylor & Francis Group, Edición 3ra P 88-100.

24. PENEDO L. M. Pedro, COELHO L. V.Gerson. (1997), Purificación De Aceites Vegetales Por Extracción Con Co₂ Supercrítico. Ciencia e Tecnología de Alimentos. v. 17 n. 4 Campinas.
25. Potter N. (1973), La Ciencia de los Alimentos. Editorial Edutex S.A. Primera edición Mexico.
26. Quispe Jacobo, Fredy , Ayala Rojas, Mauro, Ingunza Reyes, Gerardo, Landeo Pino, Ever, Pascual Chagman, Gloria (2009). Caracterización de Aceites, Tortas y Harinás de Frutos de Ungurahui (*Jessenia polycarpa*) y Aguaje (*Mauritia flexuosa* .L) de la Amazonía Peruana; Rev Soc Quim Peru. 75 (2).
27. Reinhard Matissek, Frank-M. Schnepel, Gabriele Steiner. (1998), Análisis de los Alimentos, Acribia S.A. Edición 2da.
28. Schultes, R., Raffauf, R., (1990), El Bosque Curativo, la Prensa de Dioscorides.
29. Scrimshaw, N.S. y Schurch, B. eds. (1990). Activity, energy expenditure and energy requirements of infants and children. Ginebra, IDECG.
30. Shetty kalidas, Paliyath Gopinadha, Pometto Anthony, Levin Robert E.(2006), Food Biotechnology; Editorial Taylor & Francis Group; Boca Raton London New York.
31. Smith, Nigel, William, J., Plucknett, Donald y Talbot, Jennifer. (1992), Los Bosques tropicales y sus Cosechas. Publicar de Comstock, NY
32. Suskind, P.M., ed. (1981). Textbook of pédiatrie nutrition. Nueva York, Raven Press.
33. Tanner, J.M. (1989). Physical growth from conception to maturity. En Foetus into man. Ware, Reino Unido, Castlemead Publications, segunda edición.
34. Treen, M., Uauy, R.D., Jameson, D., Thomas, V. y Huffman, D.R. (1992). Effect of docosahexaenoic acid on membrane fluidity and function in intact cultured Y-79 retinoblastoma cells. Arch. Biochem. Biophysiol., 294:564-570

35. Trevejo Chávez, Elmer (2003), Avances de la investigación en Frutos Oleaginosos de la Amazonía Peruana. Edición bajo los auspicios de, CONCTEC, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana-UNAP.
36. Troncoso-Rojas, R., Corral A.Y., Sánchez-Estrada, A; García E.R., Aguilar-Valenzuela, A., Ojeda-Contreras, AJ; Tiznado-Hernández, ME. 2006. Postharvest treatment of isothiocyanates to control *Alternaria* rot in netted melon. *Phytoparasitica*..
37. Uauy Dagach Ricardo y S. Olivares (1993), FAO/OMS. Importancia de las grasas y aceites para el crecimiento y desarrollo de los niños
38. Uauy, R. y Hoffman, D.R. (1991). Essential fatty acid requirements for normal eye and brain development, *Semin. Perinatol.*, 15: 449-455.
39. Vega (2004), "Guía para la elaboración de aceites comestibles, caracterización y procesamiento de nueces". Convenio Andrés Bello. Bogotá, Colombia
40. Woerfel, J.B. (1981), Processing and utilization of by - products from soy oil processing. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 58, 188-191.
41. Woerfel, J.B. (1995), Soybean oil processing byproducts and their utilization en: *Practical Handbook of Soybean Processing and Utilization*. D.R. Erickson (Ed). AOCS Press, Champaign.
42. Wolff JP. (1968). *Manuel d'analyse des corps gras*. Azoulay ed. Paris,

VII. ANEXO

NORMA DEL CODEX PARA ACEITES VEGETALES ESPECIFICADOS

CODEX STAN 210-1999

El Apéndice de esta norma tiene como finalidad la aplicación voluntaria por los socios comerciales y no por los gobiernos.

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

La presente Norma se aplica a los aceites vegetales comestibles que se indican en la Sección 2.1, presentados en forma idónea para el consumo humano.

2. DESCRIPCIÓN

2.1 Definición del producto

(Nota: los sinónimos se indican entre paréntesis, inmediatamente después del nombre del aceite).

2.1.1 **El aceite de maní** (aceite de cacahuete) se obtiene del maní (semillas de *Arachis hypogaea* L.).

2.1.2 **El aceite de babasú** se obtiene de la nuez del fruto de diversas variedades de la palma (*Orbignya spp*).

2.1.3 **El aceite de coco** se obtiene de la nuez del coco (*Cocos nucifera* L.).

2.1.4 **El aceite de semilla de algodón** se obtiene de las semillas de diversas especies cultivadas de *Gossypium spp*.

2.1.5 **El aceite de pepitas** de uva se obtiene de las pepitas de uva (*Vitis vinifera* L.).

2.1.6 **El aceite de maíz** se obtiene del germen de maíz (embriones de *Zea mays* L.).

2.1.7 **El aceite de semilla de mostaza** se obtiene de las semillas de mostaza blanca (*Sinapis alba* L. o

Brassica hirta Moench), de mostaza parda y amarilla (*Brassica juncea* (L.) Czernajew y Cossen) y de mostaza negra (*Brassica nigra* (L.) Koch).

2.1.8 **El aceite de almendra de palma** se obtiene de la almendra del fruto de la palma de aceite (*Elaeis guineensis*).

2.1.9 **La oleína de almendra de palma** es la fracción líquida derivada de la fraccionación del aceite de almendra de palma (descrita anteriormente).

2.1.10 **La estearina de almendra de palma** es la fracción sólida derivada de la fraccionación del aceite de almendra de palma (descrita anteriormente).

2.1.11 **El aceite de palma** se obtiene del mesocarpio carnoso del fruto de la palma de aceite (*Elaeis guineensis*).

2.1.12 **La oleína de palma** es la fracción líquida obtenida del fraccionamiento del aceite de palma (descrito anteriormente).

2.1.13 **La estearina de palma** es la fracción con punto de fusión elevado obtenida del fraccionamiento del aceite de palma (descrito anteriormente).

2.1.14 **La Super-oleína de palma** es la fracción líquida obtenida del fraccionamiento del aceite de palma (descrito anteriormente) producido por un proceso de cristalización controlado específicamente para obtener un índice de yodo de 60 o más.

2.1.15 **El aceite de colza** (aceite de semilla de colza, aceite de semilla de nabina o navilla) se obtiene de las semillas de las especies *Brassica napus* L., *Brassica campestris* L., *Brassica juncea* L. y *Brassica tournefortii* Gouan.

2.1.16 **El aceite de colza de bajo contenido de ácido erúxico** (aceite de nabina o de navilla y aceite desemillas de colza de bajo contenido de ácido erúxico; aceite canola se obtiene de variedades de semillas oleaginosas de bajo contenido de ácido erúxico de las especies *Brassica napus* L., *Brassica campestris* L., y *Brassica juncea* L.

2.1.17 **El aceite de salvado de arroz** (aceite de arroz) es derivado del salvado de arroz (*Oryza sativa* L).

2.1.18 **El aceite de cártamo** (aceite de alazor, aceite de semillas de cártamo,) se obtiene de las semillas de cártamo (semillas de *Carthamus tinctorius L.*)

2.1.19 **El aceite de cártamo de alto contenido de ácido oleico** (aceite de alazor, aceite de semillas de cártamo) se obtiene de las semillas de variedades de cártamo con un alto contenido de ácido oleico (semillas de *Carthamus tinctorius L.*).

2.1.20 **El aceite de sésamo** (aceite de semillas de sésamo, aceite de *ajonjolí*) se obtiene de las semillas de sésamo (semillas de *Sesamum indicum L.*).

2.1.21 **El aceite de soja** (aceite de semilla de soja) se obtiene de las semillas de soja (semillas de *Glycine max (L.) Merr.*)

2.1.22 **El aceite de girasol** (aceite de semillas de girasol) se obtiene de las semillas de girasol (semillas de *Helianthus annuus L.*).

2.1.23 **El aceite de girasol de alto contenido de ácido oleico** (aceite de semillas de girasol) se obtiene de las semillas de variedades de girasol con un alto contenido de ácido oleico (semillas de *Helianthus annuus L.*).

2.1.24 **El aceite de girasol de contenido medio de ácido oleico** (aceite de semillas de girasol) se obtiene de las semillas de girasol con un contenido medio de ácido oleico (semillas de *Helianthus annuus L.*).

2.2 Otras definiciones

2.2.1 **Los 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.

2.2.2 **Los 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.

2.2.3 **Los 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 únicamente.

3. COMPOSICIÓN ESENCIAL Y FACTORES DE CALIDAD

3.1 Gamas de composición de ácidos grasos determinadas mediante CGL (expresados como porcentajes)

Las muestras que quedan fuera de las gamas especificadas en el Cuadro 1 no se ajustan a esta norma. Podrán utilizarse criterios complementarios, por ejemplo, variaciones geográficas nacionales y/o variaciones climáticas, si se consideran necesarios para confirmar que una muestra se ajusta a la norma.

3.1.1 El aceite de colza de bajo contenido de ácido erúcido no deberá contener más del 2 por ciento de ácido erúcido (como porcentaje del contenido total de ácidos grasos).

3.1.2 El aceite de cártamo de alto contenido de ácido oleico deberá contener no menos de 70 por ciento de ácido oleico (como porcentaje del contenido total de ácidos grasos).

3.1.3 El aceite de girasol de alto contenido de ácido oleico deberá contener no menos de 75 por ciento de ácido oleico (como porcentaje del contenido total de ácidos grasos).

3.2 Punto de deslizamiento

Oleína de almendra de palma	de 21 a 26°C
Estearina de almendra de palma	de 31 a 34°C
Oleína de palma	no más de 24°C
Estearina de palma	no menos de 44°C
Super-oleína de palma	no más de 19.5°C

4. ADITIVOS ALIMENTARIOS

4.1 No se permiten aditivos alimentarios en los aceites vírgenes o en los aceites prensados en frío

4.2 Aromas

Podrán utilizarse aromas naturales y sus equivalentes sintéticos idénticos, y otros aromas sintéticos, salvo aquellos de los cuales se sabe que entrañan riesgos de toxicidad.

4.3 Antioxidantes

INS No	Aditivo	Dosis máxima
304	Palmitato de ascorbilo	500 mg/kg
305	Estearato de ascorbilo	(solos o mezclados)
307 ^a	Tocoferol, d-alfa-	300 mg/kg
307 ^b	Concentrado de tocoferoles mezclados	(solos o mezclados)
307 ^c	Tocoferol, dl-alfa	
310	Galato de propil	100 mg/kg
319	Terbutilhidroquinona (TBHQ)	120 mg/kg
320	Butilhidroxianisol (BHA)	175 mg/kg
321	Butilhidroxitolueno (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
389	Tiodipropionato de dilaurilo	200 mg/kg

4.4 Sinérgicos de antioxidantes

INS No.	Aditivo	Dosis máxima
330	Ácido cítrico	BPF
331(i)	Citratos de sodio	BPF
331(iii)	Trisodium citrate	BPF
384	Isopropil-citratos	100 mg/kg solos o
472c	Citrato monoglicérico	mezclados

4.5 Antiespumantes (para aceites y grasas para freír a altas temperaturas)

INS No.	Additive	Dosis maxima
900a	Polydimethylsiloxane	10 mg/kg

5. CONTAMINANTES

5.1 "Los productos a los que se aplican las disposiciones de la presente Norma deberán cumplir con los niveles máximos de la Norma General del Codex para los Contaminantes y las Toxinas presentes en los Alimentos (CODEX STAN 193-1995)."

5.2 Los productos a los que se aplican las disposiciones de la presente norma deberán ajustarse a los niveles máximos de residuos establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius para dichos productos.

6. HIGIENE

6.1 Se recomienda que los productos regulados por las disposiciones de la presente norma se preparen y manipulen de conformidad con las secciones pertinentes del Código Internacional Recomendado de Prácticas de Higiene -

Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969) y otros textos del Codex, tales como los Códigos de prácticas y los códigos de prácticas de higiene.

6.2 Los productos deberán ajustarse a los criterios microbiológicos establecidos de conformidad con los Principios para el establecimiento y la aplicación de criterios microbiológicos para los alimentos (CAC/GL 21-1997).

7. ETIQUETADO

7.1 Nombre del alimento

El producto se etiquetará con arreglo a la Norma General del Codex para el Etiquetado de Alimentos Preenvasados (CODEX STAN 1-1985). El nombre del aceite deberá ajustarse a las descripciones que figuran en la Sección 2 de la presente Norma.

Cuando un producto aparece con más de un nombre en la Sección 2.1, la etiqueta de ese producto debe incluir uno de esos nombres que sea aceptable en el país de uso.

7.2 Etiquetado de envases no destinados a la venta al por menor

La información relativa a los citados requisitos de etiquetado deberá figurar en el envase o en los documentos que lo acompañan, pero el nombre del alimento, la identificación del lote y el nombre y la dirección del fabricante o envasador deberán aparecer en el envase.

No obstante, la identificación del lote y el nombre y la dirección del fabricante o envasador podrán sustituirse por una señal de identificación, siempre y cuando dicha señal sea claramente identificable en los documentos que acompañan al envase.

8. MÉTODOS DE ANÁLISIS Y MUESTREO

8.1 Determinación de las gamas de composición de ácidos grasos mediante CGL

De conformidad con el Método de ISO 5508: 1990 y 5509: 2000; o AOCS Ce 2-66 (97) y Ce 1e-91 (01) o Ce 1f-96 (02).

8.2 Determinación del punto de Deslizamiento

De conformidad con ISO 6321: 2002 para todos los aceites; AOCS Cc 3b-92 (02) para todos los aceites salvo los aceites de palma; AOCS Cc 3-25 (97) únicamente para aceites de palma.

8.3 Determinación del contenido de arsénico

De conformidad con AOAC 952.13; AOAC 942.17; o AOAC 986.15.

8.4 Determinación del contenido de plomo

De conformidad con AOAC 994.02 o ISO 12193:2004 o AOCS Ca 18c-91(03).

Cuadro 1: Gamas de composición de ácidos grasos de aceites vegetales crudos determinados mediante CGL de muestras auténticas1 (expresadas en porcentaje del contenido total de ácidos grasos) (véase Sección 3.1 de la Norma)

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 almendra de palma	Oleína de palma ²	Oleína de almendra de palma ²	Estearina de almendra de palma ²
C6:0	ND	ND	ND-0.7	ND	ND	ND	ND	ND	ND-0.8	ND	ND-0.7	ND-0.2
C8:0	ND	2.6-7.3	4.6-10.0	ND	ND	ND	ND	ND	2.4-6.2	ND	2.9-6.3	1.3-3.0
C10:0	ND	1.2-7.6	5.0-8.0	ND	ND	ND	ND	ND	2.6-5.0	ND	2.7-4.5	2.4-3.3
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	39.7-47.0	52.0-59.7
C14:0	ND-0.1	11.0-27.0	16.8-21.0	0.6-1.0	ND-0.3	ND-0.3	ND-1.0	0.5-2.0	14.0-18.0	0.5-1.5	11.5-15.5	20.0-25.0
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	6.2-10.6	6.7-10.0
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	ND-0.1	ND
C17:0	ND-0.1	ND	ND	ND-0.1	ND-0.2	ND-0.1	ND	ND-0.2	ND	ND-0.2	ND	ND
C17:1	ND-0.1	ND	ND	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.1	ND	ND	ND	ND-0.1	ND	ND
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	3.5-5.0	1.7-3.0	1.0-3.0
C18:1	35.0-69	9.0-20.0	5.0-10.0	14.7-21.7	12.0-28.0	20.0-42.2	8.0-23.0	36.0-44.0	12.0-19.0	39.8-46.0	14.4-24.6	4.1-8.0
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	2.4-4.3	0.5-1.5
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	ND-0.3	ND-0.1
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	ND-0.5	ND-0.5
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	ND-0.2	ND-0.1
C20:2	ND	ND	ND	ND-0.1	ND	ND-0.1	ND-0.1	ND	ND	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	ND	ND
C22:1	ND-0.3	ND	ND	ND-0.3	ND-0.3	ND-0.3	22.0-50.0	ND	ND	ND	ND	ND
C22:2	ND	ND	ND	ND-0.1	ND	ND	ND-0.1	ND	ND	ND	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	ND	ND
C24:1	ND-0.3	ND	ND	ND	ND	ND	0.5-2.5	ND	ND	ND	ND	ND

D - no detectable, definido como 0.05%

1 Datos de las especies incluidas en la Sección 2.

2 Productos obtenidos por el fraccionamiento del aceite de palma.

Cuadro 1: Gamas de composición de ácidos grasos de aceites vegetales crudos determinados mediante CGL de muestras auténticas¹ (expresadas en porcentaje del contenido total de ácidos grasos) (véase Sección 3.1 de la Norma)

Ácidos grasos	Esteari-na de palma ²	Super-oleína de palma ²	Aceite de colza	Aceite de colza (bajo contenido de ácido erúcido)	Aceite de salvado de arroz (aceite de arroz)	Aceite de cártamo	Aceite de cártamo (ácido oleico alto)	Aceite de sésamo	Aceite de soya	Aceite de girasol	Aceite de girasol (ácido oleico alto)	Aceite de girasol de contenido medio de ácido oleico
C6:0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C8:0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C10:0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C12:0	0.1-0.5	0.1-0.5	ND	ND	ND-0.2	ND	ND-0.2	ND	ND-0.1	ND-0.1	ND	ND
C14:0	1.0-2.0	0.5-1.5	ND-0.2	ND-0.2	0.1-0.7	ND-0.2	ND-0.2	ND-0.1	ND-0.2	ND-0.2	ND-0.1	ND-0.1
C16:0	48.0-74.0	30.0-39.0	1.5-6.0	2.5-7.0	14-23	5.3-8.0	3.6-6.0	7.9-12.0	8.0-13.5	5.0-7.6	2.6-5.0	4.0-5.5
C16:1	ND-0.2	ND-0.5	ND-3.0	ND-0.6	ND-0.5	ND-0.2	ND-0.2	ND-0.2	ND-0.2	ND-0.3	ND-0.1	ND-0.05
C17:0	ND-0.2	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.3	ND	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.2	ND-0.1	ND-0.2	ND-0.1	ND-0.05
C17:1	ND-0.1	ND	ND-0.1	ND-0.3	ND	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.06
C18:0	3.9-6.0	2.8-4.5	0.5-3.1	0.8-3.0	0.9-4.0	1.9-2.9	1.5-2.4	4.5-6.7	2.0-5.4	2.7-6.5	2.9-6.2	2.1-5.0
C18:1	15.5-36.0	43.0-49.5	8.0-60.0	51.0-70.0	38-48	8.4-21.3	70.0-83.7	34.4-45.5	17-30	14.0-39.4	75-90.7	43.1-71.8
C18:2	3.0-10.0	10.5-15.0	11.0-23.0	15.0-30.0	29-40	67.8-83.2	9.0-19.9	36.9-47.9	48.0 -59.0	48.3-74.0	2.1-17	18.7-45.3
C18:3	ND-0.5	0.2-1.0	5.0-13.0	5.0-14.0	0.1-2.9	ND-0.1	ND-1.2	0.2-1.0	4.5-11.0	ND-0.3	ND-0.3	ND-0.5
C20:0	ND-1.0	ND-0.4	ND-3.0	0.2-1.2	ND-0.9	0.2- 0.4	0.3-0.6	0.3-0.7	0.1-0.6	0.1-0.5	0.2-0.5	0.2-0.4
C20:1	ND-0.4	ND-0.2	3.0-15.0	0.1-4.3	ND-0.8	0.1- 0.3	0.1-0.5	ND-0.3	ND-0.5	ND-0.3	0.1-0.5	0.2-0.3
C20:2	ND	ND	ND-1.0	ND-1.0	ND	ND	ND	ND	ND-1.0	ND	ND	ND
C22:0	ND-0.2	ND-0.2	ND-0.2	ND-0.6	ND-0.5	ND-1.0	ND-0.4	NN-1.1	ND-0.7	0.3-1.5	0.5-1.6	0.6-1.1
C22:1	ND	ND	> 2.0-60.0	ND-2.0	ND	ND-1.8	ND-0.3	ND	ND-0.3	ND-0.3	ND-0.3	ND
C22:2	ND	ND	ND-2.0	ND-0.1	ND	ND	ND	ND	ND	ND-0.3	ND	ND-0.09
C24:0	ND	ND	ND-2.0	ND-0.3	ND-0.6	ND-0.2	ND-0.3	ND-0.3	ND-0.5	ND-0.5	ND-0.5	0.3-0.4
C24:1	ND	ND	ND-3.0	ND-0.4	ND	ND-0.2	ND-0.3	ND	ND	ND	ND	ND

ND - no detectable, definido como 0.05%

¹ Datos de las especies incluidas en la Sección 2.

² Productos obtenidos por el fraccionamiento del aceite de palma.

OTROS FACTORES DE CALIDAD Y COMPOSICIÓN

El presente texto está destinado a su aplicación voluntaria por los socios comerciales y no por los gobiernos.

1. CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD

1.1 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.

	Dosis máxima
1.2 Materia volátil a 105°C	0,2% m/m
1.3 Impurezas insolubles	0,05% m/m
1.4 Contenido de jabón	0,005% m/m
1.5 Hierro (Fe):	
Aceites refinados	1,5 mg/kg
Aceites vírgenes	5,0 mg/kg
Oleína de almendra de palma cruda	5,0 mg/kg
Estearina de almendra de palma cruda	7,0 mg/kg
1.6 Cobre (Cu):	
Aceites refinados	0,1 mg/kg
Aceites vírgenes	0,4 mg/kg
1.7 Índice de ácido:	
Aceites refinados	0,6 mg de KOH/g de aceite
Aceites prensados en frío y vírgenes	4,0 mg de KOH/g de aceite
Aceites de palma vírgenes	10,0 mg de KOH/g de aceite
1.8 Índice de peróxido:	
Aceites refinados	hasta 10 miliequivalente de oxígeno activo/kg de aceite
Aceites prensados en frío y vírgenes	hasta 15 miliequivalentes de oxígeno activo/kg de aceite

2. CARACTERÍSTICAS DE COMPOSICIÓN

2.1 El contenido de **ácido araquídico y ácidos grasos** de cadena más larga del aceite de maní no deberá ser superior a 48 g/kg.

2.2 Los **índices de Reichert** para los aceites de coco, almendra de palma y babasú deberán mantenerse en las gamas de 6-8,5, 4-7 y 4,5-6,5, respectivamente.

2.3 Los **índices de Polenske** para los aceites de coco, almendra de palma y babasú deberán mantenerse en las gamas de 13-18, 8-12 y 8-10, respectivamente.

2.4 La **reacción de Halphen** para el aceite de semilla de algodón deberá ser positiva.

2.5 El **contenido de eritrodioleína** del aceite de pepitas de uva deberá ser superior al 2 por ciento del total de esteroides.

2.6 El contenido **total de carotenoides** (como beta-caroteno) para el aceite de palma no blanqueado, la oleína de palma no blanqueada y la estearina de palma no blanqueada deberá mantenerse en las gamas de 500-2000, 550-2500 y 300-1500 mg/kg, respectivamente.

2.7 El **índice de Crismer** para el aceite de colza de bajo contenido de ácido erúcido deberá mantenerse en la gama de 67-70.

2.8 La **concentración de brassicasterol** en el aceite de colza de bajo contenido de ácido erúcido deberá superar en un 5 por ciento el contenido total de esteroides.

2.9 La **prueba de Baudouin** para el aceite de sésamo deberá ser positiva.

2.10 Los **gamma orizanoles** del aceite crudo de salvado de arroz serán del orden del 0,9-2,1%.

3. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y FÍSICAS

Las características químicas y físicas figuran en el Cuadro 2.

4. CARACTERÍSTICAS DE IDENTIDAD

4.1 Los **niveles de desmetilesteroides** en los aceites vegetales como porcentaje del contenido total de esteroides figuran en el Cuadro 3.

4.2 Los **niveles de tocoferoles y tocotrienoles** en los aceites vegetales figuran en el Cuadro 4.

5. MÉTODOS DE ANÁLISIS Y MUESTREO

5.1 Determinación de la materia volátil a 105°C.

De conformidad con ISO 662:1998.

5.2 Determinación de las impurezas insolubles.

De conformidad con ISO 663:2000.

5.3 Determinación del contenido de jabón.

De conformidad con BS 684 Sección 2.5; o AOCS Cc 17-95 (97).

5.4 Determinación del contenido de cobre y de hierro

De conformidad con ISO 8294: 1994, o AOAC 990.05; o AOCS Ca 18b-91 (03).

5.5 Determinación de la densidad relativa

De conformidad con: UIQPA 2.101, con el factor de conversión apropiado.

5.6 Determinación de la densidad aparente

De conformidad con ISO 6883: 2000, con el factor de conversión adecuado o AOCS Cc 10c-95 (02).

5.7 Determinación del índice de refracción

De conformidad con ISO 6320:2000 o AOCS Cc 7-25 (02).

5.8 Determinación del índice de saponificación (IS).

De conformidad con ISO 3657: 2002; o AOCS Cd 3-25 (02).

5.9 Determinación del índice de yodo (IY)

Wijs de conformidad con ISO 3961:1996; o AOAC 993.20; o AOCS Cd 1d-1992 (97); o NMKL 39(2003).

En la norma se establece el método que debe aplicarse para aceites vegetales especificados.

5.10 Determinación de la materia insaponificable

De conformidad con ISO 3596:2000; o ISO 18609: 2000; o AOCS Ca 6b-53 (01).

5.11 Determinación del índice de peróxido (IP)

De conformidad con AOCS Cd 8b-90 (03); o ISO 3960: 2001.

5.12 Determinación del contenido total de carotenoides

De conformidad con BS 684 Sección 2.20.

5.13 Determinación de la acidez

De conformidad con ISO 660:1996 enmendada en 2003; o AOCS Cd 3d-63 (03).

5.14 Determinación del contenido de esteroides

De conformidad con ISO 12228: 1999; o AOCS Ch 6-91 (97).

5.15 Determinación del contenido de tocoferoles

De conformidad con ISO 9936: 1997; o AOCS Ce 8-89 (97).

5.16 Ensayo de Halphen

De conformidad con AOCS Cb 1-25 (97).

5.17 Índice de Crismer

De conformidad con AOCS Cb 4-35 (97) y AOCS Ca 5a-40 (97).

5.18 Ensayo de Baudouin (Ensayo de Villavecchia modificado o ensayo del aceite de sésamo).

De conformidad con AOCS Cb 2-40 (97).

5.19 Índice de Reichert e índice de Polenske

De conformidad con AOCS Cd 5-40 (97).

5.20 Método de análisis para gamma orizanoles**Definición**

Este método se utiliza para determinar el contenido de gamma orizanoles (%) en aceites por medición de la absorción por espectrofotometría con una máxima absorción de 315nm longitud de onda

Ámbito de aplicación**Aplicable al aceite de salvado de arroz****Aparato**

- Espectrofotómetro – a fines de determinar la extinción en el ultravioleta entre 310 y 320 nm.
- Cubetas de quartz rectangulares Rectangular - con un camino óptico de luz de de 1 cm.
- Matraz cónico - 25mL.
- Filtro de carta - Whatman no.2, o equivalente.

Reactivos

- n-Heptano – puro (determinado por espectrofotometría)

Procedimiento

(i) Antes de su utilización, se debe ajustar el espectrofotómetro a una lectura de 0 llenando la cubeta del muestreo y la cubeta de referencia con n-heptano

(ii) Filtrar el aceite en la filtro de carta a temperatura ambiente.

(iii) Pesar precisamente aproximadamente 0.02g de la muestra así preparada en un matraz volumétrico de 25mL, llenar hasta la marca con n-heptano.

(iv) Llenar una cubeta con la solución obtenida y medir la extinción a la longitud de onda de absorción máxima cerca de 315nm, utilizando el mismo solvente como referencia.

(v) Los valores de extinción registradas deben situarse dentro de la gama 0.3-0.6. En caso contrario, se deben repetir las mediciones utilizando soluciones más concentradas o más diluidas según proceda.

Calculo

Calcular el contenido de gamma orizanoles como se describe a continuación:

Contenido de gamma orizanol, % = $25 \times (1 / W) \times A \times (1 / E)$

donde W = peso de la muestra, g

A = extinción (absorbancia) de la solución

E = extinción específica E1%1cm = 359

Cuadro 2: Características químicas y físicas de aceites vegetales crudos (véase el apéndice de la Norma)

	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	Oleína de almendra de palma ²	Estearina de almendra de palma ²
Densidad relativa (x° C la agua a 20°C)	0.912-0.920 x=20°C	0.914-0.917 x=25°C	0.908-0.921 x=40°C	0.918-0.926 x=20°C	0.920-0.926 x=20°C	0.917-0.925 x=20°C	0.910-0.921 x=20°C	0.891-0.899 x=50°C	0.899-0.914 x=40°C	0.906-0.909 x=40°C	0.902-0.908 x=40°C
Densidad aparente (g/ml)								0.889-0.895 (50°C)		0.904-0.907	0.904-0.906
Índice de refracción (ND 40°C)	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 50°C	1.448-1.452	1.451-1.453	1.449-1.451
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	231-244	244-255
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	20-28	4-8.5
Materia insaponificable (g/kg)	≤10	≤12	≤15	≤15	≤20	≤28	≤15	≤12	≤10	<15	<15
Relación de isótopo de carbono estable*						-13.71 to -16.36					

*Véanse las siguientes publicaciones:

-Woodbury SP, Evershed RP and Rossell JB (1998). Purity assessments of major vegetable oils based on gamma 13C values of individual fatty acids. *JAOCS*, 75 (3), 371-379.

-Woodbury SP, Evershed RP and Rossell JB (1998). Gamma 13C analysis of vegetable oil, fatty acid components, determined by gas chromatographycombustion-isotope ratio mass spectrometry, after saponification or regiospecific hydrolysis. *Journal of Chromatography A*, 805, 249-257.

-Woodbury SP, Evershed RP, Rossell JB, Griffith R and Farnell P (1995). Detection of vegetable oil adulteration using gas chromatography combustion / isotope ratio mass spectrometry. *Analytical Chemistry* 67 (15), 2685-2690. Ministry of Agriculture, --Fisheries and Food (1996). Authenticity of single seed vegetable oils. Working Party on Food Authenticity, MAFF, UK.

²

Productos obtenidos por el fraccionamiento del aceite de palma.

Cuadro 2: Características químicas y físicas de aceites vegetales crudos (véase el Apéndice de la Norma) (continuación)

	Oleína de palma ²	Estearina de palma ²	Superoleína de palma ²	Aceite de colza	Aceite de colza de bajo contenido de ácido erúcido	Aceite de salvado de arroz	Aceite de cártamo	Aceite de cártamo (aceite oleico alto)	Aceite de sésamo	Aceite de soja	Aceite de girasol
Densidad relativa (x° C/agua a 20°C)	0.899-0.920 x=40°C	0.881-0.891 x=60°C	0.900-0.925 x=40°C	0.910-0.920 x=20°C	0.914-0.920 x=20°C	0.910-0.929	0.922-0.927 x=20°C	0.913-0.919 x=20°C; 0.910-0.916 x=25°C	0.915-0.924 x=20°C	0.919-0.925 x=20°C	0.918-0.923 x=20°C
Densidad aparente (g/ml)	0.896-0.898 at 40°C	0.881-0.885 at 60°C	0.897-0.920					0.912-0.914 at 20°C			
Índice de refracción (ND 40°)	1.458-1.460	1.447-1.452 at 60°C	1.463-1.465	1.465-1.469	1.465-1.467	1.460-1.473	1.467-1.470	1.460-1.464 at 40°C; 1.466-1.470 at 25°C	1.465-1.469	1.466-1.470	1.461-1.468
Índice de saponificación (mg KOH/g de aceite)	194-202	193-205	180-205	168-181	182-193	180-199	186-198	186-194	186-195	189-195	188-194
Índice de yodo	≥56	≤48	≥60	94-120	105-126	90-115	136-148	80-100	104-120	124-139	118-141
Materia insaponificable (g/kg)	≤13	≤9	≤13	≤20	≤20	≤65	≤15	≤10	≤20	≤15	≤15

² Productos obtenidos por el fraccionamiento del aceite de palma.

Cuadro 2: Características químicas y físicas de aceites vegetales crudos (véase el Apéndice de la Norma) (continuación)

	Aceite de girasol (aceite oleico alto)	Aceite de girasol de contenido medio de ácido oleico
Densidad relativa (x° C/agua a 20°C)	0.909-0.915 x=25°C	0.914-0.916 x=20°C
Densidad aparente (g/ml)		
Índice de refracción (ND 40°)	1.467-1.471 at 25°C	1.461-1.471 at 25°C
Índice de saponificación (mg KOH/g de aceite)	182-194	190-191
Índice de yodo	78-90	94-122
Materia insaponificable (g/kg)	≤15	≤15

Cuadro 3: Niveles de desmetilesteroles en los aceites vegetales crudos derivados de ejemplos auténticos¹ como porcentaje del contenido total de esteroles

	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	Oleína de almendra de palma ²	Estearina de almendra de palma ²
Cholesterol	ND-3.8	1.2-1.7	ND-3.0	0.7-2.3	ND-0.5	0.2-0.6	2.6-6.7	2.6-7.0	0.6-3.7	1.5-1.9	1.4-1.7
Brassicasterol	ND-0.2	ND-0.3	ND-0.3	0.1- 0.3	ND-0.2	ND-0.2	ND	ND	ND-0.8	ND-0.2	ND-2.2
Campesterol	12.0-19.8	17.7-18.7	6.0-11.2	6.4-14.5	7.5-14.0	16.0-24.1	18.7-27.5	12.5-39.0	8.4-12.7	7.9-9.1	8.2-9.7
Stigmasterol	5.4-13.2	8.7-9.2	11.4-15.6	2.1-6.8	7.5-12.0	4.3-8.0	8.5-13.9	7.0-18.9	12.0-16.6	13.4-14.7	14.1-15.0
Beta-sitosterol	47.4-69.0	48.2-53.9	32.6-50.7	76.0-87.1	64.0-70.0	54.8-66.6	50.2-62.1	45.0-71.0	62.6-73.1	67.1-69.2	67.0-70.0
Delta-5-avenasterol	5.0-18.8	16.9-20.4	20.0-40.7	1.8-7.3	1.0-3.5	1.5-8.2	ND-2.8	ND-3.0	1.4-9.0	3.3-4.6	3.3-4.1
Delta-7-stigmastenol	ND-5.1	ND	ND-3.0	ND-1.4	0.5-3.5	0.2-4.2	0.2-2.4	ND-3.0	ND-2.1	ND-0.6	ND-0.3
Delta-7-avenasterol	ND-5.5	0.4-1.0	ND-3.0	0.8-3.3	0.5-1.5	0.3-2.7	ND-5.1	ND-6.0	ND-1.4	ND-0.5	ND-0.3
Others	ND-1.4	ND	ND-3.6	ND-1.5	ND-5.1	ND-2.4	ND	ND-10.4	ND-2.7	2.9-3.7	1.0-3.0
Total sterols (mg/kg)	900-2900	500-800	400-1200	2700-6400	2000-7000	7000-22100	300-700	270-800	700-1400	816-1339	775-1086

	Oleína de palma ²	Estearina de palma ²	Super-oleína de palma ²	Aceite de colza	Aceite de colza de bajo contenido de ácido erúxico	Aceite de salvado de arroz	Aceite de cártamo	Aceite de cártamo (aceite oleico alto)	Aceite de sésamo	Aceite de girasol (aceite oleico alto)	Aceite de girasol de contenido medio de ácido oleico
Cholesterol	2.5-5.0	2.0-3.5	ND-1.3	ND - 0.5	ND- 0.7	ND-0.5	0.1-0.5	0.2-1.4	ND-0.7	ND-0.5	0.1-0.2
Brassicasterol	ND	ND	5.0-13.0	ND	ND-0.4	ND-2.2	0.1-0.2	ND ₂ 0.3	ND-0.2	ND-0.3	ND-0.1
Campesterol	15.0-26.0	22.0-26.0	24.7-38.6	11.0-35.0	9.2-13.3	8.9-19.9	10.1-20.0	15.8-24.2	6.5-13.0	5.0-13.0	9.1-9.6
Stigmasterol	9.0-15.0	18.2-20.0	0.2-1.0	6.0-40.0	4.5-9.6	2.9-8.9	3.4-12.0	14.9-19.1	6.0-13.0	4.5-13.0	9.0-9.3
Beta-sitosterol	50.0-60.0	55.0-70.0	45.1-57.9	25.0-67.0	40.2-50.6	40.1-66.9	57.7-61.9	47.0-60	50-70	42.0-70	56-58
Delta-5-avenasterol	ND-3.0	0-1.0	2.5-6.6	ND - 9.9	0.8-4.8	0.2-8.9	6.2-7.8	1.5-3.7	ND-6.9	1.5- 6.9	4.8-5.3
Delta-7-stigmastenol	ND-3.0	0-0.3	ND-1.3	ND - 14.1	13.7-24.6	3.4-16.4	0.5-7.6	1.4-5.2	6.5-24.0	6.5-24.0	7.7-7.9
Delta-7-avenasterol	ND-3.0	0-0.3	ND-0.8	ND - 4.4	2.2-6.3	ND-8.3	1.2-5.6	1.0-4.6	3.0-7.5	ND-9.0	4.3-4.4
Others	ND-5.0	0-2.0	ND-4.2	ND	0.5-6.4	4.4-11.9	0.7-9.2	ND-1.8	ND-5.3	3.5-9.5	5.4-5.8
Total sterols (mg/kg)	250-500	100	4500-11300	10500-31000	2100-4600	2000-4100	4500-19000	1800-4500	2400-5000	1700-5200	

ND - No-detectable, definido como $\leq 0.05\%$

¹ Datos de las especies incluidas en la Sección 2.

² Productos obtenidos por el fraccionamiento del aceite de palma.

Cuadro 4: Niveles de tocoferoles y tocotrienoles en los aceites vegetales crudos como porcentaje del contenido total de esteroides (véase el Apéndice de la Norma)¹(mg/kg)

	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	Oleína de almendra de palma ²	Estearina de almendra de palma ²
Alfa-tocoferol	49-373	ND	ND-17	136-674	16-38	23-573	4-193	30-280	ND-44	ND-11	ND-10
Beta-tocoferol	ND-41	ND	ND-11	ND-29	ND-89	ND-356	ND-234	ND-250	ND-248	ND-6	ND-2
Gamma-tocoferol	88-389	ND	ND-14	138-746	ND-73	268-2468	ND-526	ND-100	ND-257	ND-3	ND-1
Delta-tocoferol	ND-22	ND	ND	ND-21	ND-4	23-75	ND-123	ND-100	ND	ND-4	ND
Alfa-tocotrienol	ND	25-46	ND-44	ND	18-107	ND-239	4-336	50-500	ND	ND-70	ND-73
Gamma-tocotrienol	ND	32-80	ND-1	ND	115-205	ND-450	14-710	20-700	ND-60	1-10	ND-8
Delta-tocotrienol	ND	9-10	ND	ND	ND-3.2	ND-20	ND-377	40-120	ND	ND-2	ND-1
Total (mg/kg)	170-1300	60-130	ND-50	380-1200	240-410	330-3720	150-1500	300-1800	ND-260	ND-90	ND-89

	Oleína de palma ²	Estearina de palma ²	Super-oleína de palma ²	Aceite de colza	Aceite de colza de bajo contenido de ácido erúxico	Aceite de salvado de arroz	Aceite de cártamo	Aceite de cártamo (aceite oleico alto)	Aceite de sésamo	Aceite de girasol (aceite oleico alto)	Aceite de Girasol de contenido medio de ácido oleico
Alfa-tocoferol	ND-100	130-240	100-386	49-583	234-660	234-660	ND-3.3	9-352	403-935	400-1090	488-668
Beta-tocoferol	ND-50	ND-40	ND-140	ND - 47	ND-17	ND-13	ND	ND-36	ND-45	10-35	19-52
Gamma-tocoferol	ND-50	ND-40	189-753	ND - 212	ND-12	ND-44	521-983	89-2307	ND-34	3-30	2.3-19.0
Delta-tocoferol	ND-50	ND-30	ND-22	ND-31	ND	ND-6	4-21	154-932	ND-7.0	ND-17	ND-1.6
Alfa-tocotrienol	20-150	170-300	ND	ND - 627	ND	ND	ND	ND-69	ND	ND	ND
Gamma-tocotrienol	10-500	230-420	ND	142 - 790	ND-12	ND-10	ND-20	ND-103	ND	ND	ND
Delta-tocotrienol	5-150	60-120	ND	ND - 59	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Total (mg/kg)	100-700	400-1400	430-2680	191 - 2349	240-670	250-700	330-1010	600-3370	440-1520	450-1120	509-741

ND - No detectable.

Nota: Aceite de maíz contiene también ND-52 mg/kg beta tocotrienol.

¹ Datos de las especies incluídas en la Sección 2.

² Productos obtenidos por el fraccionamiento del aceite de palma.