

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA**



**COMPROBACION DE PUREZA DE LOS ACEITES COMESTIBLES DE**  
**DIFERENTES MARCAS COMERCIALES EN EL AREA**  
**METROPOLITANA**

**Trabajo de Graduación Presentado por:**

**GUILLERMO ARRIOLA GOMEZ**  
**MIGUEL HERNAN MONJARAS BLANCO**

**Para optar al grado de:**

**Licenciado en Química y Farmacia**

**Septiembre de 2003**

**SAN SALVADOR, ELSALVADOR, CENTRO AMERICA**



**©2004, DERECHOS RESERVADOS**

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento,  
sin la autorización escrita de la Universidad de El Salvador

<http://virtual.ues.edu.sv/>

**SISTEMA BIBLIOTECARIO, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

Rectora:

Dra. MARIA ISABEL RODRIGUEZ

Secretaria General:

LIDIA MARGARITA MUÑOZ VELA

Facultad de Química y Farmacia

Decana:

Lic. MARIA ISABEL RAMOS DE RODAS

Secretaria:

ANA ARELY CACERES MAGAÑA

Coordinadora General de trabajos de graduación:

Lic. ODETTE RAUDA ACEVEDO

Coordinadora de Area Industria Farmacéutica, Cosmética y Veterinarios:

Lic. MERCEDES ROSSANA BRITO DE GAMEZ

Docente Directora:

Lic. MARTA ALICIA DE PORTILLO

Docente Directora:

Lic. ODETTE RAUDA ACEVEDO

## **AGRADECIMIENTOS:**

**A DIOS NUESTRO SEÑOR:** Que siempre ha estado con nosotros a lo largo de nuestra vida , durante el desarrollo de nuestro estudio y trabajo de graduación, por habernos dado fuerza y sabiduría tanto en los momentos buenos como en los malos y por guiarnos por el buen camino y permitirnos finalizar nuestra carrera profesional.

**A NUESTRAS ASESORAS: Lic. ODETTE RAUDA ACEVEDO**

**Lic. MARTA ALICIA DE PORTILLO**

Por darnos todo su apoyo desinteresadamente , compartir sus conocimientos , guiarnos durante la elaboración de nuestro trabajo de graduación, y por ser excelentes docentes en la carrera de Química y Farmacia.

**A NUESTRAS COORDINADORAS DE ÁREA:**

**Lic. MERCEDES BRITO DE GAMEZ**

**Ing. RINA LAVINIA HIDALGO DE**

**MEDRANO**

Por su disposición, comprensión y dedicación durante la revisión de nuestro trabajo.

**A LAS LICENCIADAS: MILAGRO DE FLORES**

**ENA EDITH HERRERA SALAZAR**

**AL SEÑOR: JOSE VICTOR SANCHEZ**

Por brindarnos su apoyo incondicional durante la realización de nuestro trabajo de graduación.

## **DEDICATORIA :**

**A DIOS TODOPODEROSO:** por haber sido mi guía, protector y compañero durante toda mi vida y durante mis años de estudio, por estar conmigo en los momentos más duros y haberme dado aliento para levantarme en los momentos en que me sentí derrotado, por permitirme finalizar mi carrera y por todas las bendiciones derramadas sobre mi persona.

**A MI PADRE GUILLERMO:** Por ser mi mejor amigo y apoyo durante toda mi vida, por haber estado a mi lado durante toda mi carrera y siempre confiar mi, y por ser un excelente padre, transmitiéndome todo lo bueno que hay en él, enseñándome la honestidad y el amor al trabajo.

**A MI MADRE REYNA:** Que siempre ha estado conmigo protegiéndome , y dándome fuerzas para seguir adelante.

**A PATY:** Por haber sido Como una madre, cuidarme, apoyarme y corregirme durante toda mi vida y ser la gran hermana que es.

**A INESITA:** Por haberse preocupado por mi y ser pieza fundamental en el desarrollo de mi carrera, y parte de mi vida.

A **KEVIN y ALEJANDRA**: Por haber sido fuente de inspiración para finalizar mi carrera..

A **CARMEN ELENA**: Por haberme dado su apoyo incondicional durante todo el desarrollo de mi carrera, y estar en los momentos de dificultad dándome ánimos para seguir adelante.

A **MIGUEL**: Por confiar en mi y trabajar siempre con optimismo y alegría, y ser un gran compañero y amigo.

**GUILLERMO**

## **DEDICATORIA**

**A DIOS TODOPODEROSO:** Ya que siempre estuvo conmigo, dándome su fuerza, motivándome a seguir adelante en los momentos malos de mi carrera, enseñándome que todo lo bueno necesita sacrificio, gracias por ser el amigo sincero y espiritual que todos necesitamos en nuestra vida.

### **A MIS PADRES:**

**Sra. EVA ROMILIA BLANCO**

**Sr. MIGUEL ABRAHAM MONJARAS**

Que siempre me apoyaron humildemente teniendo una gran esperanza en mi persona, por no dudar nunca de mi capacidad, por ser los seres más bellos que tengo a mi lado ya que a ellos les dedico mi éxito profesional.

### **A MI ABUELA:**

**Sra. FLOR DE MARIA BLANCO**

Al estar toda mi vida siempre cuidándome, alimentándome y velando por mi salud, ya que a ella también le dedico mi éxito.



**A MI COMPAÑERO DE TESIS:**

**GUILLERMO ARRIOLA**

Por haber trabajado a mi lado, haber puesto toda su confianza, apoyándome en los momentos malos y buenos, y por ser una persona con una gran capacidad, y excelente amigo.

**A VANESSA** : por ser una persona muy especial para mi y brindarme todo su apoyo esperando que siempre este a mi lado.

MIGUEL.

## ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCION .....	i
II. OBJETIVO .....	3
III. MARCO TEORICO	
3.0 Generalidades sobre los aceites .....	4
IV. DISEÑO METODOLOGICO	
4.0 Investigación bibliografica .....	18
4.1 Investigación de campo .....	18
4.1.1 Universo .....	19
4.1.2 Diseño y tamaño de muestra .....	20
4.1.3 Parte experimental .....	23
V RESULTADOS .....	28
VI DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	57
VII CONCLUSIONES .....	68
VIII RECOMENDACIONES .....	71
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pagina
CUADRO 1 Marcas de aceites más comercializadas y su origen .....	22
CUADRO 2 Cuadro resultados del origen declarado en la etiqueta de las diferentes marcas de aceites .....	28
CUADRO 3 Cuadro resultados de titulaciones y calculo de índice de acidez .....	30
CUADRO 4 Cuadro resultados de índice de refracción .....	36
CUADRO 5 Cuadro resultados de titulaciones y calculo de índice de saponificación .....	42
CUADRO 6 Cuadro resultados de titulaciones y calculo de índice de yodo.....	49
CUADRO 7 Cuadro comparativo de resultados obtenidos en parte experimental y Norma FAO .....	55
CUADRO 8 Comparación de valores obtenidos de índice de refracción con valores establecidos por la norma FAO .....	58
CUADRO 9 Comparación de valores obtenidos de índice de acidez con valores establecidos por la norma FAO .....	61
CUADRO 10 Comparación de valores obtenidos de índice de saponificación con valores establecidos por la norma FAO .....	63
CUADRO 11 Comparación de valores obtenidos de índice de yodo con valores establecidos por la norma FAO .....	66

## **INTRODUCCIÓN : (7)**

Los aceites vegetales se extraen generalmente de las semillas de algodón, girasol, linaza, ajonjolí y soya; así como de la pulpa de frutas del olivo, coco y de los gérmenes de las semillas de cereales como el maíz.

Los aceites vegetales son inestables y se vuelven ácidos o rancios por fenómenos naturales, estos aceites se componen de glicerol, ácidos grasos y materias no saponificables.

Para identificar y establecer la pureza de los aceites vegetales debe determinarse uno o más de sus características fisicoquímicas como por ejemplo:

- ✓ Índice de refracción
- ✓ Índice de saponificación
- ✓ Índice de acidez
- ✓ Índice de yodo

El índice de refracción es un factor que se emplea para determinar la calidad del aceite , ya que una variación de este índice indica una adulteración del aceite, por lo que se cuenta con valores de índice de refracción establecidos por las normas internacionales para las diferentes clases de aceites vegetales. (4)

El índice de acidez nos da la cantidad de hidróxido de potasio (KOH) necesarios para neutralizar los ácidos grasos libres; un índice de acidez alto indica la presencia de una cantidad elevada de ácidos libres y estos son los causantes del enranciamiento del aceite.

El índice de saponificación es la cantidad de hidróxido de potasio (KOH) necesarios para la neutralización de los ácidos grasos contenidos en un gramo de grasa. Por este parámetro se evalúa la pureza del aceite, ya que un índice de saponificación alto indica una alta pureza del aceite vegetal.

El índice de yodo es el número de gramos de yodo que son fijados por 100 gramos de la sustancia grasa.

En el presente trabajo se determinaran estos cuatro parámetros para establecer la calidad de los aceites de origen vegetal (oliva, girasol, maíz, algodón, canola y soya), de diferentes marcas comercializadas en el área metropolitana. ( 3 )

## II OBJETIVOS

### 1.0 Objetivo general:

Comprobar la pureza de aceites vegetales comestibles de diferentes marcas comercializadas en el área metropolitana.

### 2.0 Objetivos específicos:

- 2.1. Verificar si las marcas de aceites investigadas declaran en su etiqueta la materia prima de origen.
- 2.2. Determinar los índices de refracción, saponificación, acidez y yodo de los aceites vegetales seleccionados mediante la utilización de técnicas establecidas.
- 2.3. Comparar los resultados del análisis de los aceites con las normas internacionales, para establecer la calidad de estos.
- 2.4. Comprobar que no se comercialicen mezclas de aceites como aceites de un solo origen vegetal.

# CAPITULO III

## Marco Teórico

### **3.0 MARCO TEORICO.**

#### **3.1 GENERALIDADES SOBRE LOS ACEITES. ( 2 )**

Las grasas o triglicéridos son compuestos orgánicos carentes de nitrógeno, que se forman en el metabolismo vegetal y animal y que poseen desde un punto de vista fisiológico un elevado poder calorífico. Son los nutrientes con mayor poder energético ( 1 gramo de grasa produce 9.3 Kcal al organismo ). Las grasas, por lo general , se encuentran asociadas con numerosas sustancias acompañantes, estrechamente relacionadas biogenéticamente unas con otras. Las grasas y sus sustancias acompañantes que en conjunto se denominan también lípidos , se diferencian entre sí básicamente por su estructura química, aunque presentan en su totalidad propiedades químico-físicas similares, como por ejemplo la solubilidad en disolventes orgánicos.

Las grasas de acuerdo a su consistencia pueden ser clasificadas de la siguiente manera:

Aceite: que se aplica a la forma líquida

Grasa: producto pastoso o semisólido

Sebos: al producto sólido.



Aceites comestibles de origen vegetal son los obtenidos de los siguientes frutos o sus partes o de semillas oleaginosas: algodón, cártamo, girasol o maravilla, germen de maíz, maní o cacahuate, oliva, pepa de uva, canola o colza, sésamo o ajonjolí, soja o soya, avellana chilena, arroz, pepa de tomate, germen de trigo, linaza, mosqueta y otros , los que deberán ser de consistencia fluida a la temperatura de 15°C.

#### **Aceite de oliva : ( 4 )**

El aceite de oliva se obtiene de la fruta del árbol Olea europae, que se cultiva extensamente en los países que bordean al Mar Mediterráneo, particularmente España, Italia y Grecia. El contenido de aceite de la fruta es de 25-60%, dependiendo de la variedad , madurez y condiciones climáticas.

El aceite se usa principalmente como aceite para ensaladas y para cocinar , al igual que , en cierta escala, para enlatado y propósitos medicinales. Los grados no comestibles se usan principalmente en las industrias del jabón y del cosmético.

#### **Aceite de Girasol: ( 9 )**

El girasol (*Helianthus annuus L.*) es una especie originaria de América del Norte introducida en Europa como planta ornamental en el siglo XVI, que recién adquirió importancia como oleaginosa a comienzos del siglo XVIII. Ingresó a la Argentina desde Rusia, en el siglo XIX.

El aceite de girasol de alto contenido en ácidos graso oleico (mono insaturado) y menores niveles en saturado. Se obtiene de la siembra de híbridos específicos y el manipuleo aislado de la producción hasta su transformación final en aceite mediante la tecnología de preservación de identidad que implementan algunos productores.

Este aceite se caracteriza por no necesitar de procesos de hidrogenación ya que posee naturalmente una estabilidad oxidativa igual o superior a los obtenidos por el proceso industrial mencionado.

Posee muy bajo contenido de ácidos grasos saturados , no deseados en la alimentación humana por ser precursores del LDL , lipoproteína de baja densidad (mal colesterol) y sus consecuencias directas en enfermedades del tipo cardiovascular.

Por ser rico en monoinsaturados es líquido a temperatura ambiente facilitando su manipulación. Contiene uno de los niveles más altos en alpha tocoferoles dentro de aceites para alimentación humana convirtiéndolo en fuente de vitamina E.

Es saludable sin conferir fuerte sabor. Es un aceite natural desde el punto de vista que el cultivo del que proviene no ha sufrido ningún tipo de modificación o manipuleo genético. Sus usos y aplicaciones se asocian principalmente a la industria de preparados alimenticios (mayonesas y salsas para ensaladas, chocolatería, panificables, conservas enlatadas, alimentos especiales para bebés y

sustitutos lecheros en adultos), cosmética (aditivo en cremas y lociones para la piel, lápices labiales y cosméticos en general) e industria farmacéutica (aditivos en preparados medicinales).

#### Aceite de Maíz: (4)

El aceite de maíz se obtiene de los gérmenes de la planta de maíz Zea mays, que crece extensamente en los Estados Unidos, Argentina, Brasil y Centro América. La pulpa de maíz contiene solamente 3-7% de aceite, pero el contenido de aceite del germen es de alrededor del 50%.

El aceite se extrae generalmente en prensas de tornillo o por extracción con solventes. Si se va usar para propósitos comestibles, el aceite es refinado con alcalí; blanqueado y desodorizado. El grueso de los aceites es usado en la manufactura de productos comestibles. Se consumen cantidades menores en las industrias del jabón y la pintura.

#### Aceite de algodón: (4)

El aceite de algodón se obtiene de las semillas de varias clases de la planta de algodón Gossypium. La planta crece silvestre en los trópicos y es cultivada en gran escala, en los Estados Unidos, América Latina, Egipto y otros países. Los capullos cultivados de algodón ordinariamente contienen de 4 a 5 bellotas de pluma ya

alrededor de 40-45 semillas . La semilla de algodón sin descortezar contiene de un 15 a un 25 % de aceite. El contenido de aceite de las almendras es de 30 a 40%.

Si el aceite se va usar para propósitos comestibles , el aceite conlleva un proceso de refinación, blanqueado y desodorizado y frecuentemente invernizado. Si se usa para mantecas, el aceite también se hidrogena.

#### Aceite de canola: (9)

Aceite de Canola (Semilla de colza de bajo ácido erucico-low erucic acid Rapeseed/LEAR)

La calidad del aceite de Canola proviene de la familia *Brassica campestris* o planta común de la mostaza. Es un tipo de semilla de colza criada originariamente en Canadá, de ahí el nombre aceite de Canadá (Canada Oil) o Canola, abreviadamente. El contenido de ácido erúxico se ha disminuido. Para ser clasificado como aceite LEAR, el contenido ácido de erúxico tiene que ser inferior al 2% de la grasa total. En la mayoría de los casos, es inferior al 0,5 % de la grasa total.

#### Aceite de Soya: (4)

La soya es una semilla de la planta leguminosa Glycine max (soja max), natural del oriente. La planta crece en una gran variedad de condiciones climatológicas, pero prefiere veranos con un clima caliente y húmedo. La planta cultivada puede alcanzar una altura de más de 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> metro. Las vainas se encuentran en racimos de tres a cinco, que están sujetos a una gran variación en relación a su color y tamaño. El contenido de aceite de los frijoles varía de 13 a 26%, basado en un promedio libre de humedad.

El aceite de soya se usa en cocina para preparación de alimentos, para la elaboración de margarinas .

Los aceites y grasas son los triglicéridos de ácidos grasos comercialmente puros, obtenidos de materias primas sanas y limpias, libres de productos nocivos derivados de su cultivo o manejo, o de los procesos de elaboración.

No se consideran aptos para el consumo los alimentos grasos que estén rancios, alterados química y/o microbiológicamente, que contengan materias extrañas, restos de tejidos vegetales o animales, restos de solventes, aceites de origen mineral y aditivos no autorizados.

Debido a que los aceites comestibles de primera calidad tienen un alto valor en el mercado, puede existir la tentación de adulterar los aceites caros con material menos costoso o de vender aceites de calidad inferior como si fueran de mejor

calidad. La infracción de las normas y etiquetas de los alimentos constituye un engaño a los consumidores y puede crear trastornos en el mercado.

Con el fin de proteger a los consumidores y al comercio, los aceites auténticos están definidos por leyes y normas descritos en una base de datos. Para la mayor parte de los aceites, los parámetros correspondientes a una norma alimentaria se refieren al contenido en humedad, impurezas y ácidos grasos libres, así como a su valor en peróxido de hidrógeno. Los límites indican si el aceite está sin refinar, o total o parcialmente refinado, y se tiene en cuenta también la concentración de oligoelementos y metales pesados. Existe una descripción de los criterios de pureza para los aceites fabricados a partir de la soya, el maní, la semilla de algodón, el girasol, el maíz y la oliva. Los aceites de oliva sin refinar se valoran por su sabor, aroma y se distinguen de los aceites refinados que son insípidos. Los índices de calidad para otros aceites vegetales pueden ayudar a determinar si el aceite de oliva está adulterado. A medida que se desarrolla la tecnología, se dispone de un mayor número de métodos y equipos que ayudan a determinar la calidad y debido a esto las normas evolucionan. Las normas de la Comisión del Codex Alimentarius establecen una línea básica para la calidad de los productos que cuenta con el consenso internacional, lo cual permite dirimir los conflictos y contribuye a la protección del comprador. Las normas del Codex Alimentarius con respecto a las grasas y aceites han evolucionado gradualmente y están destinadas en parte a ser cada vez más útiles para abordar los problemas de la autenticidad.

La identidad y composición de un aceite esta determinada por la pureza , autenticidad y calidad , refiriéndose a frescura y vida útil de una grasa o aceite empleando diferentes métodos químicos , fisicoquímicos y sensoriales. Entre los químicos denominados también índices, destacan el de saponificación, yodo, acidez, y de peróxidos, y entre los físicos tenemos: el índice de refracción, punto de fusión, gravedad especifica, color, cenizas, etc.

## **METODOS DE ANÁLISIS DE LOS ACEITES COMESTIBLES**

Una forma en que se pueden clasificar los métodos de análisis químico, es de acuerdo con el tipo de información que suministran. Los métodos cuantitativos de análisis indican que cantidad se encuentra en la muestra de la sustancia química específica que se analiza. Los métodos de análisis cualitativo indican que sustancias hay en la muestra. Con el análisis estructural se determina la estructura química de la sustancia analizada.

También se clasifican los métodos de análisis químicos, como vía húmeda o instrumentales.

Los de vía húmeda se basan en reacciones químicas; se dividen en métodos analíticos, volumétricos, gravimétricos y cualitativos. Los métodos volumétricos son técnicas cuantitativas en las que se mide el volumen de una solución, por ejemplo, en una titulación.

Como las propiedades de un aceite y grasa, varían dentro de ciertos límites relativamente pequeños, han sido llamadas constantes, números, valores e índices. En la nomenclatura del trabajo se utilizara este último término.



Entre las constantes analíticas más importantes se encuentran:

De orden físico:

- Índice de refracción
- Gravedad específica
- Punto de ebullición
- Color

De orden químico:

- Índice de acidez
- Índice de saponificación
- Índice de yodo
- Índice de hidroxilo y aceto
- Residuo insaponificable

Índice de refracción (  $n$  ): ( 7 )

El índice de refracción representa el grado de desviación que sufre un rayo de luz cuando pasa de un medio transparente a otro de diferente densidad. El índice de refracción es una constante que se debe determinar a 25 °C para los aceites y 40 °C para las grasas, debiendo mantenerse la temperatura tres minutos antes de hacer la lectura.

El instrumento de aplicación más generalizado es el refractómetro universal Abbe, pues su escala abarca una zona de refracción muy amplia ( $n= 1.3 - 1.7$ ). En el se lee índice de refracción verdadero en una escala que permite expresarlo con tres decimales.

El método se fundamenta en la utilización de un instrumento que tiene una serie de vidrios de colores estandarizados y por combinación de ellos comparar con la muestra hasta obtener el color semejante.

El índice de refracción nos permiten evaluar la pureza de los aceites lo cual es muy importante para detectar posibles adulteraciones.

Los valores obtenidos experimentalmente se corrigen para una temperatura de 25°C

Por medio de la siguiente formula:

$$n_{\text{real}} = n_{\text{práctico}} + \Delta T \times (4 \times 10^{-4})$$

Índice de acidez : ( 7 )

Es el número de miligramos de hidróxido de potasio necesarios para neutralizar los ácidos grasos libres de un gramo de aceite o grasa

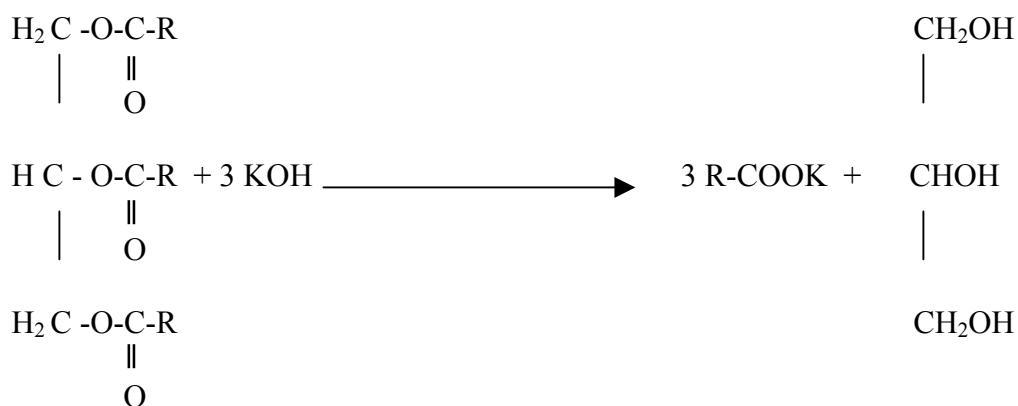
Se fundamenta en la titulación en medio alcohólico de los ácidos grasos libres de una sustancia grasa, por medio de solución valorada de hidróxido de potasio o de sodio, en presencia de un indicador apropiado.

Índice de Saponificación: (7)

El es número de miligramos de hidróxido de potasio necesarios para saponificar completamente un gramo de grasa.

La saponificación se fundamenta esencialmente en una hidrólisis alcalina de los esteres glicéricos de ácidos grasos presentes en una sustancia grasa, con la consecuente formación de un jabón. La reacción anterior en la practica se cumple mediante la acción en caliente del hidróxido de potasio alcohólico, aproximadamente 0.5 N, en cantidad suficiente como para lograr la saponificación completa. El exceso de álcali no combinado se determina por acidimetría en presencia de un indicador adecuado, simultáneamente se realiza un blanco para los efectos de calculo.

Reacción de saponificación:



Índice de yodo: (7)

El índice de yodo se basa en que los ácidos grasos no saturados, así como también sus glicéridos, fijan halógenos para formar compuestos de adición. Así, el ácido oleico fija dos átomos de yodo y forma el compuesto de adición, el ácido diyodo-oleico.

El índice de yodo es el número de gramos de yodo que son fijados por 100 gramos de la sustancia grasa, o una medida del grado de insaturación de los componentes de una grasa. Este será tanto mayor cuanto mayor sea el número de dobles enlaces por unidad de grasa, utilizándose por ello para comprobar la pureza y la identidad de las grasas. A la vez que los dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados se determinan, también se determinan sustancias acompañantes insaturadas, por ejemplo, los esteroides.

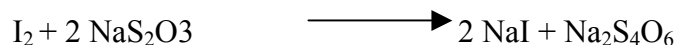
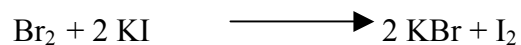
El yodo por sí mismo no reacciona con los dobles enlaces. En su lugar se utilizan bromo o halogenados mixtos como ICl ó IBr. El método recibe distintos nombres dependiendo del reactivo empleado. La adición de halógenos a los dobles enlaces depende de la constitución y configuración de los compuestos insaturados, del tipo de halógeno y del solvente, así como de las condiciones externas.

Uno de los métodos utilizados para esta determinación es el método de Winkler en el cual:

Sobre determinada cantidad de aceite, disuelta en tetracloruro de carbono, se hace reaccionar un exceso de solución de bromuro-bromato en medio ácido. El exceso de halógeno es determinado agregando yoduro de potasio y titulando el yodo liberado con solución valorada de tiosulfato de sodio.

Por diferencia con un ensayo en blanco, efectuado en las mismas condiciones, se deduce el índice de yodo.

Reacción:



# CAPITULO IV

## Diseño Metodológico

## **4.0 DISEÑO METODOLOGICO**

### **4.1 Investigación bibliografica:**

La investigación bibliografica se realizó por medio de visitas a bibliotecas de las universidades más importantes de San Salvador, entre las cuales tenemos: Central, Química y Farmacia e Ingeniería agronómica de la Universidad de El Salvador.

Universidad Alberto Masferrer (USAM).

Universidad Centroamericana José Simeón Cañas (UCA)

En dichas bibliotecas se consultó libros relacionados con el análisis de alimentos, trabajos de graduación relacionados con el tema y revistas informativas.

Complementando nuestra investigación por medio de la utilización del Internet, visitando diferentes paginas WEB, relacionadas con el análisis de alimentos y aceites directamente.

### **4.2 Investigación de campo:**

La investigación de campo se llevó a cabo por medio de un estudio sobre el origen y las marcas de aceites más utilizadas por la población del área metropolitana y a la vez más comercializadas en los diferentes supermercados del área metropolitana, efectuando visitas a supermercados localizados en

diferentes puntos de San Salvador para elaborar una lista de las marcas más populares y por medio de ésta realizar un muestreo a partir del cual se determinarían: las marcas, la cantidad de muestras a analizar y los supermercados destinados para obtener las muestras.

Las partes que conforman la investigación de campo son las siguientes:

#### 4.1.1 Universo:

El universo de el trabajo de investigación lo constituyen las diferentes marcas de aceites vegetales comercializados en el área metropolitana de San Salvador.

(Cuadro #1)

Para obtener el universo de la investigación se visitaron los siguientes supermercados:

- a. Hiper Europa
- b. Despensa de Don Juan San Benito
- c. Despensa de don Juan La Cima
- d. Despensa de Don Juan 75Av.
- e. Super Selectos Autopista Sur
- f. Super Selectos Mejicanos
- g. Super Selectos Plaza San Luis



De las visitas realizadas a estos supermercados se obtuvo el listado de las diferentes marcas de aceite, constituyendo nuestro universo 16 marcas principalmente. Ver (cuadro #1)

#### 4.1.2 Diseño y tamaño de muestra.

Para obtener el número de muestras a analizar, se realizó un muestreo aleatorio simple

El universo lo constituyen las 16 marcas de aceites comestibles de consumo generalizado en los diferentes supermercados.

El tamaño de la muestra se calculò por medio de la siguiente formula, que corresponde al muestreo aleatorio simple:( 1 )

$$n = P\sqrt{N} \ ;$$

Donde:

$n$  = Número de muestras de cada marca

$N$  = Universo ( El cual lo constituyen las 16 marcas de aceites)

$P$  = probabilidad (Para la investigación será 0.5)

Determinándose la cantidad de muestras para el estudio de la siguiente forma:

$$n = 0.5 \sqrt{N} = 0.5\sqrt{16} = 2 \text{ muestras por cada marca.}$$

De esta forma se obtuvo el valor mínimo de muestras a seleccionar de los estantes de los supermercados, los cuales presentan entre una a cien muestras por marca.

El análisis de las muestras se realizó por duplicado, para obtener datos más ciertos sobre los diferentes índices a determinar.

Cuadro #1 (Marcas de aceites más comercializadas y su origen)

ORIGEN	MARCA
MAIZ	WESSON ARCOR MAZOLA
OLIVA	SASSO GOYA BORGES
SOYA	WESSON *SUMESA
GIRASOL	LA PATRONA ORISOL IDEAL
CANOLA	WESSON MAZOLA
ALGODON	EL DORADO SANTA CLARA ORISOL

\*Aceite Sumesa es mezcla de aceites: Soya y oleina de palma

#### 4.1.3 Parte experimental:

El desarrollo de la parte experimental se llevo a cabo en los laboratorios de la Facultad de Química y Farmacia, realizando determinaciones químicas y físicas a las muestras seleccionadas.

Métodos Físicos:

Índice de refracción:

Esta constante física de los aceites se realizó en el Refractómetro Abbe:

- Tomar 1 a 2 gotas de muestra con la ayuda de un gotero
- Colocarlas en el prisma inferior del Refractómetro Abbe
- Cerrar el prisma
- Medir la temperatura
- Leer el índice de refracción
- Limpiar los prismas con tolueno

Los valores obtenidos de la determinación del índice de refracción a diferentes temperaturas se corrigieron para obtener el índice de refracción a 25°C ya que a esta temperatura fueron encontrados los diferentes aceites en las referencias y se obtuvieron los valores por la aplicación de la siguiente formula:

$$n^{25|C} = n \text{ práctico} + \Delta T^{\circ} \times (4 \times 10^{-4})$$

$$n^{25^{\circ}C} = n \text{ Práctico} + (T^{\circ} \text{ laboratorio} - T^{\circ} \text{ teórica}) \times (4 \times 10^{-4})$$

$T^{\circ} \text{ teórica} = 25^{\circ} \text{ C}$  para aceites

Métodos Químicos:

Índice de Acidez: ( 7 )

El índice de acidez nos permite determinar los ácidos grasos libres presentes en los aceites, los cuales nos permitirán determinar la rancidez de los aceites, analizándose este índice de la siguiente forma:

- Pesar en un erlenmeyer de 125mL, 2g de muestra
- Medir 5 mL de alcohol al 95% y añadir una gota de fenolftaleina como indicador del pH
- Neutralizar el alcohol mediante hidróxido de potasio 0.1 N hasta que la solución tome un color rosáceo
- Agregar los 5 mL de alcohol neutralizado a la muestra de aceite contenida en el erlenmeyer
- Calentar la mezcla hasta ebullición
- Después de preparada la muestra proceder a la titulación con solución de hidróxido de potasio 0.1 N ( el color rosado obtenido como punto final de la titulación debe permanecer durante un minuto )
- Calcular el índice de acidez por medio de la siguiente formula: ( 7 )

$$IA = \frac{A \times B \times C}{D}$$

Donde:

IA= Índice de acidez

A= Cantidad en mililitros de álcali de hidróxido de potasio usados  
para neutralizar

B= Normalidad del álcali

C= Peso equivalente del hidróxido de potasio que es igual a 56.1

D= peso de la muestra en gramos

Índice de Saponificación: (7)

- Pesar un gramo de aceite en un erlenmeyer de 250 mL
- Agregar con una pipeta, 5mL de una solución de hidróxido de sodio 50% y 7mL de alcohol al 95%
- Conectar un condensador, calentando hasta completa saponificación por 30 minutos en baño María
- Enfriar y titular con una solución de HCl 0.5N usando fenolftaleína como indicador
- Se observa un viraje en el color de la muestra
- Determinar blanco (usando solo 50mL de solución de hidróxido de potasio al 50% alcohólico y titular)

- El valor del índice de saponificación se determina por medio de la siguiente formula:

$$\text{Índice de saponificación} = \frac{(A - B) (C \times D)}{E}$$

Donde:

A= mililitros de HCl gastados en blanco

B= mililitros de de HCl gastados en muestra

C= normalidad del HCl ( 0.5 N )

D= peso equivalente del KOH (56.1)

E= peso de la muestra en gramos ( 5.0 g )

Índice de yodo: ( 7 )

- Pesar en un beaker de 10mL una cantidad de la muestra entre 0.10 y 0.5 g de muestra y transferir a un erlenmeyer de 125 mL con la ayuda de 2mL de tetracloruro de carbono (  $\text{CCl}_4$  )
- Agregar 10 mL de bromato de potasio 0.1N y luego 0.2g de bromuro de potasio sólido, agitar moderadamente hasta completar disolución
- Agregar 2mL de HCl 10% y tapar inmediatamente

- Agitar suavemente y dejar en reposo la mezcla en la oscuridad durante 1 hora agitando periódicamente
- Agregar inmediatamente 3 mL de yoduro de potasio 10% y agitar
- Titular con solución de tiosulfato de sodio 0.1N utilizando almidón como indicador
- Observar un cambio de color de azul a incoloro, lo cual indica el punto final de la titulación
- Realizar un blanco simultáneamente con la muestra
- Calcular el índice de yodo por medio de la siguiente formula:

$$\text{I.I.} = \frac{(B - A) (0.12693) (N) (100)}{P}$$

Donde:

I.I. = Índice de yodo

B = mL de tiosulfato de sodio gastados en el blanco

A = mL de tiosulfato gastados en la muestra

N = normalidad de la solución de tiosulfato de sodio

P = Peso de la muestra



# CAPITULO V

## Resultados

## 5.0 RESULTADOS:

Las marcas de aceites investigadas declaran en su etiqueta el origen establecido por los fabricantes

Esto se realizó por medio de una revisión visual de las etiquetas de las diferentes marcas de aceites, obteniéndose el siguiente resultado:

**cuadro N° 2 RESULTADOS DEL ORIGEN DECLARADO EN LA ETIQUETA DE LAS DIFERENTES MARCAS DE ACEITES**

ORIGEN	MARCA	Declaran en la etiqueta:
MAIZ	WESSON	MAIZ
	ARCOR	MAIZ
	MAZOLA	MAIZ
OLIVA	SASSO	OLIVA
	GOYA	OLIVA
	BORGES	OLIVA
SOYA	WESSON	SOYA
	SUMESA	SOYA, OLEINA DE PALMA
GIRASOL	LA PATRONA	GIRASOL
	ORISOL	GIRASOL
	IDEAL	GIRASOL

**Continuación cuadro N° 2 RESULTADOS DEL ORIGEN DECLARADO  
EN LA ETIQUETA DE LAS DIFERENTES MARCAS DE ACEITES**

<b>ORIGEN</b>	<b>MARCA</b>	<b>Declaran en la etiqueta:</b>
CANOLA	WESSON	CANOLA
	MAZOLA	CANOLA
ALGODON	EL DORADO	ALGODÓN
	SANTA CLARA	ALGODÓN
	ORISOL	ALGODÓN

**Cuadro N° 3 RESULTADOS DE TITULACIONES Y CALCULO DE ÍNDICE DE ACIDEZ**

MARCA	ORIGEN	Valoración ( mL ) Muestra #1		Índice de Acidez Mx <sub>1</sub>	PROMEDIO I.A. Mx <sub>1</sub>	Valoración ( mL ) Muestra #2		Índice de acidez Mx <sub>2</sub>	PROMEDIO I.A. Mx <sub>2</sub>
EL DORADO	ALGODON	1°	0.1	0.2788	0.2609	1°	0.08	0.2240	0.2427
		2°	0.1	0.2800		2°	0.1	0.2800	
		3°	0.08	0.2240		3°	0.08	0.2240	
ORISOL	ALGODON	1°	0.1	0.2805	0.2619	1°	0.08	0.2247	0.2433
		2°	0.1	0.2805		2°	0.1	0.2805	
		3°	0.08	0.2247		3°	0.08	0.2247	
SANTA CLARA	ALGODON	1°	0.08	0.2250	0.2059	1°	0.06	0.1683	0.2057
		2°	0.06	0.1683		2°	0.08	0.2244	
		3°	0.06	0.2244		3°	0.08	0.2244	

**Continuación cuadro N° 3 RESULTADOS DE TITULACIONES Y CALCULO DE ÍNDICE DE ACIDEZ**

MARCA	ORIGEN	Valoración ( mL ) Muestra #1		Índice de Acidez M <sub>x1</sub>	PROMEDIO I.A. M <sub>x1</sub>	Valoración ( mL ) Muestra #2		Índice de acidez M <sub>x2</sub>	PROMEDIO I.A. M <sub>x2</sub>
		WESSON	CANOLA	1°	0.06	0.2810	0.2802	1°	0.08
2°	0.08			0.2790	2°	0.1		0.2790	
3°	0.08			0.2805	3°	0.08		0.2250	
MAZOLA	CANOLA	1°	0.10	0.1118	0.1515	1°	0.06	0.1683	0.1306
		2°	0.18	0.1683		2°	0.04	0.1117	
		3°	0.18	0.1683		3°	0.04	0.1118	
SASSO	OLIVA	1°	0.08	0.2244	0.2244	1°	0.09	0.2524	0.2431
		2°	0.02	0.2244		2°	0.08	0.2244	
		3°	0.02	0.2244		3°	0.09	0.2524	

**Continuación cuadro N° 3 RESULTADOS DE TITULACIONES Y CALCULO DE ÍNDICE DE ACIDEZ**

MARCA	ORIGEN	Valoración ( mL ) Muestra #1		Índice de Acidez M <sub>x1</sub>	PROMEDIO I.A. M <sub>x1</sub>	Valoración ( mL ) Muestra #2		Índice de acidez M <sub>x2</sub>	PROMEDIO I.A. M <sub>x2</sub>
		1°	2°	3°	1°	2°	3°		
BORGES	OLIVA	1°	0.06	0.1679	0.2054	1°	0.0	0.0000	0.0000
		2°	0.1	0.2804		2°	0.0	0.0000	
		3°	0.06	0.1678		3°	0.0	0.0000	
GOYA	OLIVA	1°	0.21	0.5884	0.4949	1°	0.18	0.5039	0.5132
		2°	0.14	0.3924		2°	0.19	0.5319	
		3°	0.18	0.5039		3°	0.18	0.5039	
ARCOR	MAIZ	1°	0.08	0.2236	0.2238	1°	0.08	0.2235	0.2329
		2°	0.08	0.2235		2°	0.08	0.2236	
		3°	0.08	0.2244		3°	0.09	0.2515	

**Continuación cuadro N° 3 RESULTADOS DE TITULACIONES Y CALCULO DE ÍNDICE DE ACIDEZ**

MARCA	ORIGEN	Valoración ( mL ) Muestra #1		Índice de Acidez M <sub>x1</sub>	PROMEDIO I.A. M <sub>x1</sub>	Valoración ( mL ) Muestra #2		Índice de acidez M <sub>x2</sub>	PROMEDIO I.A. M <sub>x2</sub>
		1°	2°			1°	2°		
MAZOLA	MAIZ	1°	0.06	0.1684	0.1683	1°	0.06	0.1684	0.1590
		2°	0.06	0.1682		2°	0.05	0.1402	
		3°	0.06	0.1683		3°	0.06	0.1684	
WESSON	MAIZ	1°	0.04	0.1122	0.1122	1°	0.04	0.1122	0.1029
		2°	0.04	0.1122		2°	0.04	0.1122	
		3°	0.04	0.1122		3°	0.03	0.084	
SUMESA	SOYA	1°	0.08	0.2247	0.1871	1°	0.07	0.1966	0.1966
		2°	0.06	0.1683		2°	0.06	0.1683	
		3°	0.06	0.1682		3°	0.08	0.2247	

**Continuación cuadro N° 3 RESULTADOS DE TITULACIONES Y CALCULO DE ÍNDICE DE ACIDEZ**

MARCA	ORIGEN	Valoración		Índice de acidez	PROMEDIO	Valoración		Índice de acidez	PROMEDIO
		( mL )	Muestra #1	Mx <sub>1</sub>		( mL )	Muestra #2	Mx <sub>2</sub>	
WESSON	SOYA	1°	0.06	0.1683	0.2057	1°	0.08	0.2244	0.2057
		2°	0.08	0.2244		2°	0.06	0.1683	
		3°	0.08	0.2244		3°	0.08	0.2244	
ORISOL	GIRASOL	1°	0.10	0.2805	0.4299	1°	0.18	0.5039	0.4764
		2°	0.18	0.5039		2°	0.16	0.4488	
		3°	0.18	0.5052		3°	0.17	0.4772	



**Continuación cuadro N° 3 RESULTADOS DE TITULACIONES Y CALCULO DE ÍNDICE DE ACIDEZ**

MARCA	ORIGEN	Valoración		Índice de acidez	PROMEDIO	Valoración		Índice de acidez	PROMEDIO
		( mL )		Mx <sub>1</sub>	I.A. Mx <sub>1</sub>	( mL )		Mx <sub>2</sub>	I.A. Mx <sub>2</sub>
		Muestra #1				Muestra #2			
LA PATRONA	GIRASOL	1°	0.08	0.2239	0.1118	1°	0.02	0.0557	0.0651
		2°	0.02	0.0557		2°	0.03	0.0841	
		3°	0.02	0.0558		3°	0.02	0.0557	
IDEAL	GIRASOL	1°	0.06	0.1682	0.2058	1°	0.08	0.2250	0.1871
		2°	0.1	0.2812		2°	0.06	0.1682	
		3°	0.06	0.1679		3°	0.06	0.1682	

Ejemplo de los cálculos realizados con los pesos reales para la muestra numero 1 de El Dorado (algodón) para la obtención del índice de acidez: Datos: mL<sub>KOH</sub>= 0.1, N<sub>KOH</sub>= 0.1, Peq<sub>KOH</sub>= 56.1, Peso muestra= 2.012

$$IA = \frac{mL_{KOH} \times N_{KOH} \times Peq_{KOH}}{\text{Peso muestra}} = \frac{(0.1ml)(0.1N)(56.1)}{2.012g} = IA = 0.2788$$

**Cuadro N°4 RESULTADOS DE ÍNDICE DE REFRACCION**

MARCA	ORIGEN	Índice de refracción		PROMEDIO n Mx <sub>1</sub>	Índice de refracción		PROMEDIO n Mx <sub>2</sub>
		Muestra #1			Muestra #2		
EL DORADO	ALGODÓN	1°	1.4662	1.4651	1°	1.4650	1.4647
		2°	1.4630		2°	1.4632	
		3°	1.4662		3°	1.4660	
ORISOL	ALGODÓN	1°	1.4619	1.4601	1°	1.4592	1.4592
		2°	1.4563		2°	1.4562	
		3°	1.4622		3°	1.4622	
SANTA CLARA	ALGODON	1°	1.4618	1.4637	1°	1.4642	1.4634
		2°	1.4652		2°	1.4620	
		3°	1.4642		3°	1.4642	

**Cuadro N° 4 RESULTADOS DE ÍNDICE DE REFRACCIÓN**

MARCA	ORIGEN	Índice de refracción		PROMEDIO n Mx <sub>1</sub>	Índice de refracción		PROMEDIO n Mx <sub>2</sub>
		Muestra #1			Muestra #2		
WESSON	CANOLA	1°	1.4638	1.4640	1°	1.4632	1.4635
		2°	1.4642		2°	1.4631	
		3°	1.4642		3°	1.4642	
MAZOLA	CANOLA	1°	1.4619	1.4644	1°	1.4662	1.4648
		2°	1.4652		2°	1.4641	
		3°	1.4662		3°	1.4642	
SASSO	OLIVA	1°	1.4590	1.4611	1°	1.4621	1.4618
		2°	1.4622		2°	1.4611	
		3°	1.4622		3°	1.4622	

**Cuadro N° 4 RESULTADOS DE ÍNDICE DE REFRACCIÓN**

MARCA	ORIGEN	Índice de refracción		PROMEDIO n Mx <sub>1</sub>	Índice de refracción		PROMEDIO n Mx <sub>2</sub>
		Muestra #1			Muestra #2		
BORGES	OLIVA	1°	1.4629	1.4639	1°	1.4639	1.4643
		2°	1.4640		2°	1.4650	
		3°	1.4650		3°	1.4640	
GOYA	OLIVA	1°	1.4660	1.4640	1°	1.4641	1.4654
		2°	1.4661		2°	1.4661	
		3°	1.4601		3°	1.4661	
ARCOR	MAIZ	1°	1.4634	1.4638	1°	1.4646	1.4649
		2°	1.4645		2°	1.4656	
		3°	1.4635		3°	1.4646	

**Cuadro N° 4 RESULTADOS DE ÍNDICE DE REFRACCIÓN**

MARCA	ORIGEN	Índice de refracción		PROMEDIO n Mx <sub>1</sub>	Índice de refracción		PROMEDIO n Mx <sub>2</sub>
		Muestra #1			Muestra #2		
MAZOLA	MAIZ	1°	1.4655	1.4648	1°	1.4636	1.4642
		2°	1.4635		2°	1.4655	
		3°	1.4656		3°	1.4636	
WESSON	MAIZ	1°	1.4675	1.4676	1°	1.4677	1.4673
		2°	1.4676		2°	1.4667	
		3°	1.4677		3°	1.4677	
SUMESA	SOYA	1°	1.4628	1.4647	1°	1.4658	1.4640
		2°	1.4627		2°	1.4627	
		3°	1.4687		3°	1.4637	

**Cuadro N° 4 RESULTADOS DE ÍNDICE DE REFRACCIÓN**

MARCA	ORIGEN	Índice de refracción		PROMEDIO n Mx <sub>1</sub>	Índice de refracción		PROMEDIO n Mx <sub>2</sub>
		Muestra #1			Muestra #2		
WESSON	SOYA	1°	1.4659	1.4655	1°	1.4659	1.4659
		2°	1.4658		2°	1.4659	
		3°	1.4648		3°	1.4659	
ORISOL	GIRASOL	1°	1.4689	1.4693	1°	1.4690	1.4686
		2°	1.4690		2°	1.4690	
		3°	1.4700		3°	1.4679	
LA PATRONA	GIRASOL	1°	1.4681	1.4691	1°	1.4691	1.4677
		2°	1.4691		2°	1.4660	
		3°	1.4702		3°	1.4681	

**Cuadro N° 4 RESULTADOS DE ÍNDICE DE REFRACCIÓN**

MARCA	ORIGEN	Índice de refracción		PROMEDIO	Índice de refracción		PROMEDIO
		Muestra #1		n Mx <sub>1</sub>	Muestra #2		n Mx <sub>2</sub>
IDEAL	GIRASOL	1°	1.4668	1.4662	1°	1.4670	1.4670
		2°	1.4659		2°	1.4670	
		3°	1.4660		3°	1.4670	

Ejemplo de los cálculos realizados con los pesos reales para la muestra numero 1 de El Dorado (algodón) para la obtención del índice de refracción:

Datos:  $n_{\text{Practico}} = 1.465$   $T_{\text{Practica}} = 28^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{\text{Teòrica}} = 25^{\circ}\text{C}$

$$\Delta T = T_{\text{Pràctica}} - T_{\text{teòrica}}$$

$$n_{\text{real}}: n_{\text{pràctico}} \times \Delta T \times (4 \times 10^{-4})$$

$$n^{25^{\circ}} = 1.465 + (28.0^{\circ}\text{C} - 25.0^{\circ}\text{C}) \times 4 \times 10^{-4}$$

$$n^{25^{\circ}} = 1.4662$$

**Cuadro N°5 RESULTADOS DE TITULACIONES Y CALCULO DE ÍNDICE DE SAPONIFICACIÓN**

MARCA	ORIGEN	Valoración		Índice de saponificación Mx <sub>1</sub>	PROMEDIO I.S. Mx <sub>1</sub>	Valoración		Índice de saponificación Mx <sub>2</sub>	PROMEDIO I.S. Mx <sub>2</sub>
		( mL ) Muestra #1	( mL ) Muestra #2			( mL ) Muestra #2	( mL ) Muestra #1		
EL DORADO	ALGODÓN	1°	48.0	196.84	192.36	1°	48.1	193.54	190.85
		2°	49.0	168.13		2°	47.5	210.90	
		3°	47.4	212.19		3°	49.0	168.13	
ORISOL	ALGODÓN	1°	46.2	246.47	231.74	1°	46.0	252.45	242.98
		2°	47.0	224.37		2°	46.5	238.42	
		3°	47.0	224.37		3°	46.5	238.06	
SANTA CLARA	ALGODÓN	1°	47.8	201.46	205.50	1°	47.5	209.85	215.81
		2°	47.5	210.37		2°	47.1	221.60	
		3°	47.7	204.67		3°	47.3	215.98	



**Continuación cuadro N°5 RESULTADOS DE TITULACIONES Y CALCULO DE ÍNDICE DE SAPONIFICACION**

MARCA	ORIGEN	Valoración		Índice de saponificación Mx <sub>1</sub>	PROMEDIO I.S. Mx <sub>1</sub>	Valoración		Índice de saponificación Mx <sub>2</sub>	PROMEDIO I.S. Mx <sub>2</sub>
		( mL ) Muestra #1	( mL ) Muestra #2			( mL ) Muestra #2	( mL ) Muestra #1		
WESSON	CANOLA	1°	47.2	218.68	208.50	1°	43.0	333.92	246.69
		2°	47.5	210.48		2°	48.2	192.76	
		3°	48.0	196.35		3°	57.4	213.39	
MAZOLA	CANOLA	1°	48.7	176.71	194.58	1°	47.5	210.27	200.18
		2°	48.0	196.74		2°	48.0	196.74	
		3°	47.5	210.27		3°	48.1	193.54	

**Continuación cuadro N°5 RESULTADOS DE TITULACIONES Y CALCULO DE ÍNDICE DE SAPONIFICACION**

MARCA	ORIGEN	Valoración		Índice de saponificación Mx <sub>1</sub>	PROMEDIO I.S. Mx <sub>1</sub>	Valoración		Índice de saponificación Mx <sub>2</sub>	PROMEDIO I.S. Mx <sub>2</sub>
		( mL ) Muestra #1	( mL ) Muestra #2			( mL ) Muestra #2	( mL ) Muestra #1		
SASSO	OLIVA	1°	48.5	182.50	195.78	1°	48.1	210.27	200.183
		2°	47.6	208.19		2°	48.0	196.74	
		3°	48.0	196.64		3°	47.9	193.54	
BORGES	OLIVA	1°	45.6	264.19	262.86	1°	46.0	252.96	234.81
		2°	44.4	297.18		2°	47.0	224.40	
		3°	46.9	227.20		3°	46.9	227.09	
GOYA	OLIVA	1°	46.1	249.40	256.02	1°	46.2	246.84	249.227
		2°	45.9	255.00		2°	46.0	251.19	
		3°	45.6	263.67		3°	46.1	249.65	

**Continuación cuadro N°5 RESULTADOS DE TITULACIONES Y CALCULO DE ÍNDICE DE SAPONIFICACION**

MARCA	ORIGEN	Valoración		Índice de saponificación Mx <sub>1</sub>	PROMEDIO I.S. Mx <sub>1</sub>	Valoración		Índice de saponificación Mx <sub>2</sub>	PROMEDIO I.S. Mx <sub>2</sub>
		( mL ) Muestra #1	( mL ) Muestra #2			( mL ) Muestra #2	( mL ) Muestra #1		
ARCOR	MAIZ	1°	46.6	239.06	218.44	1°	47.5	210.37	209.93
		2°	48.0	195.96		2°	48.0	196.15	
		3°	47.0	223.28		3°	47.0	223.28	
MAZOLA	MAIZ	1°	48.0	196.64	201.15	1°	48.0	196.15	201.47
		2°	47.0	201.15		2°	47.5	215.76	
		3°	48.5	182.41		3°	48.0	192.5	
WESSON	MAIZ	1°	46.5	238.06	297.07	1°	46.6	235.62	260.77
		2°	44.5	290.60		2°	45.0	280.22	
		3°	44.0	308.55		3°	45.5	266.48	

**Continuación cuadro N°5 RESULTADOS DE TITULACIONES Y CALCULO DE ÍNDICE DE SAPONIFICACION**

MARCA	ORIGEN	Valoración		Índice de saponificación Mx <sub>1</sub>	PROMEDIO I.S. Mx <sub>1</sub>	Valoración		Índice de saponificación Mx <sub>2</sub>	PROMEDIO I.S. Mx <sub>2</sub>
		( mL ) Muestra #1	( mL ) Muestra #2						
SUMESA	SOYA	1°	46.0	252.70	252.57	1°	45.0	280.21	246.61
		2°	45.5	266.60		2°	47.0	220.00	
		3°	46.5	238.42		3°	46.5	239.62	
WESSON	SOYA	1°	48.7	176.71	178.88	1°	48.5	181.42	184.53
		2°	49.0	167.46		2°	48.7	175.83	
		3°	48.0	195.46		3°	48.0	196.35	
ORISOL	GIRASOL	1°	48.0	196.15	190.35	1°	48.3	187.93	192.77
		2°	48.4	185.59		2°	48.0	196.35	
		3°	48.2	189.32		3°	48.1	194.03	

**Continuación cuadro N°5 RESULTADOS DE TITULACIONES Y CALCULO DE ÍNDICE DE SAPONIFICACION**

MARCA	ORIGEN	Valoración		Índice de saponificación Mx <sub>1</sub>	PROMEDIO I.S. Mx <sub>1</sub>	Valoración		Índice de saponificación Mx <sub>2</sub>	PROMEDIO I.S. Mx <sub>2</sub>
		( mL ) Muestra #1	( mL ) Muestra #2						
LA PATRONA	GIRASOL	1°	48.3	187.55	190.52	1°	48.2	190.74	193.51
		2°	48.1	193.45		2°	48.1	193.45	
		3°	48.5	190.54		3°	48.0	196.35	
IDEAL	GIRASOL	1°	45.9	255.51	272.31	1°	45.5	266.48	272.32
		2°	45.0	280.92		2°	45.4	269.55	
		3°	45.0	280.92		3°	45.0	280.92	

Ejemplo de los cálculos realizados con los pesos reales para la muestra numero 1 de El Dorado (algodón) para la obtención del índice de saponificación: Datos :  $m_{\text{HCl Blanco}}:55$  ;  $m_{\text{HCl mx}}:48$ ;  $N_{\text{HCl}}:0.5$  ;  $\text{Peq}_{\text{KOH}}: 56.1$  ;  $\text{Peso mx}:0.9975\text{g}$

$$\text{IS} = \frac{(m_{\text{HCl Blanco}} - m_{\text{HCl mx}}) \times N_{\text{HCl}} \times \text{Peq}_{\text{KOH}}}{\text{Peso de muestra}}$$

$$\text{IS} = \frac{55 \text{ ml} - 48 \text{ mL} \times 0.5 \times 56.1}{0.9975 \text{ g}}$$

$$\text{IS} = 196.84$$

**Cuadro N°6 RESULTADOS DE TITULACIONES Y CALCULO DE ÍNDICE DE YODO**

MARCA	ORIGEN	Valoración		Índice de yodo	PROMEDIO	Valoración		Índice de yodo	PROMEDIO
		(mL)	Mx <sub>1</sub>	Mx <sub>1</sub>	I.I. Mx <sub>1</sub>	(mL)	Mx <sub>2</sub>	Mx <sub>2</sub>	I.I. Mx <sub>2</sub>
EL DORADO	ALGODON	1°	1.00	94.87	91.37	1°	1.20	91.89	92.68
		2°	1.72	85.42		2°	1.40	92.21	
		3°	1.14	93.83		3°	1.10	93.95	
ORISOL	ALGODON	1°	2.66	72.16	76.02	1°	2.42	78.73	75.80
		2°	2.50	77.65		2°	2.52	75.26	
		3°	2.44	78.27		3°	2.57	73.43	
SANTA CLARA	ALGODÓN	1°	2.44	76.36	77.33	1°	2.36	79.06	81.89
		2°	2.28	80.24		2°	2.42	77.14	
		3°	2.58	75.41		3°	2.21	89.49	

**Continuación cuadro N°6 RESULTADOS DE TITULACIONES Y CALCULO DE ÍNDICE DE YODO**

MARCA	ORIGEN	Valoración		Índice de yodo	PROMEDIO	Valoración		Índice de yodo	PROMEDIO
		(mL)	Mx <sub>1</sub>	Mx <sub>1</sub>		I.I. Mx <sub>1</sub>	(mL)	Mx <sub>2</sub>	
WESSON	CANOLA	1°	2.44	76.36	77.33	1°	2.36	79.06	81.89
		2°	2.28	80.24		2°	2.42	77.14	
		3°	2.58	75.41		3°	2.21	89.49	
MAZOLA	CANOLA	1°	2.40	78.26	74.99	1°	2.55	72.10	74.07
		2°	2.90	74.51		2°	2.45	76.61	
		3°	2.54	72.20		3°	2.40	73.50	
SASSO	OLIVA	1°	2.40	78.33	74.74	1°	2.38	78.01	78.55
		2°	2.70	75.66		2°	2.37	78.94	
		3°	3.16	70.23		3°	2.30	78.70	



**Continuación cuadro N°6 RESULTADOS DE TITULACIONES Y CALCULO DE ÍNDICE DE YODO**

MARCA	ORIGEN	Valoración		Índice de yodo	PROMEDIO	Valoración		Índice de yodo	PROMEDIO
		(mL)	$M_{x_1}$	$M_{x_1}$		(mL)	$M_{x_2}$	$M_{x_2}$	
BORGES	OLIVA	1°	2.82	74.92	72.89	1°	2.02	80.04	76.21
		2°	3.00	72.67		2°	3.10	74.73	
		3°	3.28	71.08		3°	2.88	73.87	
GOYA	OLIVA	1°	2.92	72.02	71.76	1°	2.88	73.87	73.49
		2°	2.70	70.43		2°	2.88	73.94	
		3°	2.94	72.84		3°	2.78	72.68	
ARCOR	MAIZ	1°	1.74	83.57	83.68	1°	1.71	85.52	85.73
		2°	1.76	83.46		2°	1.72	86.33	
		3°	1.70	84.01		3°	1.73	85.36	

**Continuación cuadro N°6 RESULTADOS DE TITULACIONES Y CALCULO DE ÍNDICE DE YODO**

MARCA	ORIGEN	Valoración		Índice de yodo	PROMEDIO	Valoración		Índice de yodo	PROMEDIO
		(mL)	Mx <sub>1</sub>	Mx <sub>1</sub>		I.I. Mx <sub>1</sub>	(mL)	Mx <sub>2</sub>	
MAZOLA	MAIZ	1°	1.54	85.93	87.00	1°	1.2	90.60	90.15
		2°	1.58	83.48		2°	1.3	89.61	
		3°	1.1	91.60		3°	1.1	90.24	
WESSON	MAIZ	1°	1.34	84.96	86.81	1°	1.40	82.05	87.48
		2°	1.34	87.89		2°	1.28	89.81	
		3°	1.24	87.58		3°	1.20	90.60	
SUMESA	SOYA	1°	1.42	88.86	86.26	1°	1.52	87.42	88.11
		2°	1.46	84.22		2°	1.43	89.21	
		3°	1.64	85.70		3°	1.49	87.71	

**Continuación cuadro N°6 RESULTADOS DE TITULACIONES Y CALCULO DE ÍNDICE DE YODO**

MARCA	ORIGEN	Valoración		Índice de yodo	PROMEDIO	Valoración		Índice de yodo	PROMEDIO
		(mL)	Mx <sub>1</sub>	Mx <sub>1</sub>		I.I. Mx <sub>1</sub>	(mL)	Mx <sub>2</sub>	
WESSON	SOYA	1°	1.54	85.51	87.75	1°	1.36	91.63	86.81
		2°	0.94	92.28		2°	1.36	89.06	
		3°	1.72	85.46		3°	1.65	79.74	
ORISOL	GIRASOL	1°	2.28	79.92	79.03	1°	2.50	78.43	78.65
		2°	2.40	80.49		2°	2.44	77.49	
		3°	2.56	76.68		3°	2.52	80.04	
LA PATRONA	GIRASOL	1°	1.14	89.51	91.47	1°	1.14	87.69	90.04
		2°	0.94	93.19		2°	1.20	93.40	
		3°	1.18	91.72		3°	1.18	89.03	

**Continuación cuadro N°6 RESULTADOS DE TITULACIONES Y CALCULO DE ÍNDICE DE YODO**

MARCA	ORIGEN	Valoración		Índice de yodo	PROMEDIO	Valoración		Índice de yodo	PROMEDIO
		(mL)	Mx <sub>1</sub>	Mx <sub>1</sub>		I.I. Mx <sub>1</sub>	(mL)	Mx <sub>2</sub>	
IDEAL	GIRASOL	1°	2.10	81.64	80.05	1°	2.44	74.53	78.63
		2°	2.30	81.78		2°	2.20	82.71	
		3°	2.44	76.73		3°	2.4	78.65	

Datos: mL<sub>tiosulfato blanco</sub>: 9.12 ; mL<sub>tiosulfato mx</sub>: 0.886 ; N<sub>real tiosulfato</sub>: 0.0886 ; Peso<sub>mx</sub> : 0.0976

$$II = \frac{(ML_{\text{tiosulfato blanco}} - mL_{\text{tiosulfato mx}}) \times 0.12693 \times N_{\text{tiosulfato}} \times 100}{\text{Peso de muestra}}$$

II= Índice de yodo

$$II = \frac{(9.12 - 0.886) \times 0.12693 \times 0.0886 \times 100}{0.0976}$$

II = 94.87

**CUADRO N°7 COMPARACION DE RESULTADOS OBTENIDOS EN PARTE EXPERIMENTAL Y NORMA FAO**

MARCA	ORIGEN	PROMEDIO MX <sub>1</sub> -MX <sub>2</sub>				NORMA ( FAO )			
		Índice de refracción	Índice de yodo	Índice de saponificación	Índice de acidez	n 25°C	Índice de yodo	Índice de saponificación	Índice de acidez
WESSON	MAIZ	1.4675	87.14	284.7	0.1076	1.4730 - 1.4770	111-131	187-198	0.6-0.9
ARCOR		1.4643	84.71	214.19	0.2284				
MAZOLA		1.4645	88.58	201.310.	0.1637				
SASSO	OLIVA	1.4615	76.65	197.98	0.2338	1.4557- 1.4667	80-90	184-196	0.3-1
GOYA		1.4647	72.63	252.62	0.5041				
BORGES		1.4641	74.55	248.84	0.0140				
WESSON	SOYA	1.4648	87.28	181.71	0.2057	1.4723- 1.4756	125-138	186-195	0.3-1.8
SUMESA		1.4653	87.19	249.59	0.1919				

**CONTINUACIÓN CUADRO N°7 COMPARACION DE RESULTADOS OBTENIDOS EN PARTE EXPERIMENTAL Y NORMA FAO**

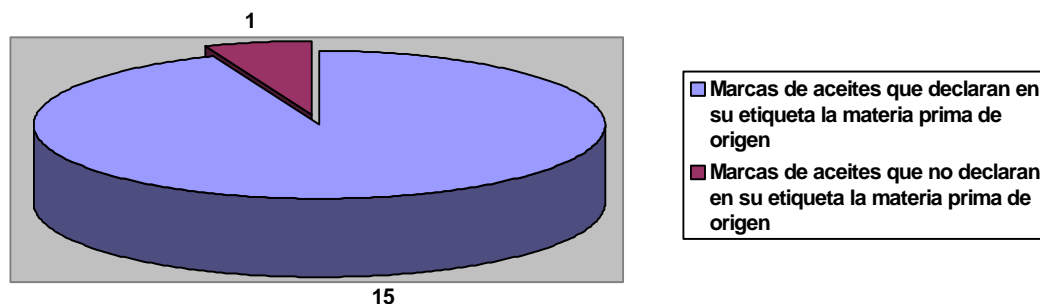
MARCA	ORIGEN	PROMEDIO MX <sub>1</sub> -MX <sub>2</sub>				NORMA ( FAO )			
		Índice de refracción	Índice de yodo	Índice de saponificación	Índice de acidez	n 25°C	I. yodo	Índice de saponificación	Índice de acidez
LA PATRONA ORISOL IDEAL	GIRASOL	1.4684	90.76	192.01	0.0889	1.4659-	120-140	186-194	11.2
		1.4690	78.84	191.56	0.4532	1.4721			
		1.4662	79.34	272.32	0.1965				
DORADO SANTA CLARA ORISOL	ALGODÓN	1.4649	9 2.03	191.61	0.2518	1.4730-	99-119	189-198	0.6-0.9
		1.4636	79.61	210.66	0.2058	1.4752			
		1.4597	75.91	237.36	0.2526				
WESSON MAZOLA	CANOLA	1.4638	79.61	227.60	0.2615	1.4650-	168-181	94-120	
		1.4646	74.53	197.38	0.1411	1.4690			

# CAPITULO VI

## Discusión de Resultados

## 6.0 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la verificación de las marcas de aceites investigadas que declaran en su etiqueta la materia prima de origen, pueden ser representados en la siguiente grafica:



Con esta grafica puede observarse que la mayoría de los aceites comercializados en los diferentes supermercados del país declaran en su etiqueta ser de un solo origen, haciendo énfasis en la pureza del aceite, lo cual permite realizar el análisis de estos para determinar si en realidad el producto cumple con la pureza y calidad representada en la etiqueta de sus envases.

La revisión se realizó en las marcas antes mencionadas debido a que son las de mayor consumo en el país, tanto por su costo, o por su valor nutricional, representando estos los puntos clave en cuanto a la selección de las diferentes marcas.



Los resultados obtenidos de los análisis realizados en la determinación del índice de refracción a las diferentes muestras seleccionadas, se compararon con los valores establecidos por la Norma FAO, y así obtener un parámetro en cuanto a la pureza de los aceites vegetales.

En el siguiente cuadro se pueden observar las diferentes marcas de aceites que cumplieron con la norma obteniéndose un valor de índice de refracción dentro del rango establecido, y las que no cumplieron:

**CUADRO N° 8 COMPARACIÓN DE VALORES OBTENIDOS DE ÍNDICE DE REFRACCION CON VALORES ESTABLECIDOS POR LA NORMA FAO**

Marca	Norma FAO valores del índice de refracción	Valores de los Resultados experimentales	Cumplen con la norma FAO	No cumplen con la norma FAO
Wesson(maíz)	1.4730-1.4770	1.4675		X
Arcor(maíz)	1.4730-1.4770	1.4643		X
Mazola(maíz)	1.4730-1.4770	1.4645		X
Sasso(oliva)	1.4557-1.4667	1.4615	✓	
Goya(oliva)	1.4557-1.4667	1.4647	✓	

**Continuación cuadro N° 8 COMPARACIÓN DE VALORES OBTENIDOS  
DE ÍNDICE DE REFRACCION CON VALORES ESTABLECIDOS POR  
LA NORMA FAO**

Marca	Norma FAO valores del índice de refracción	Valores de los Resultados experimentales	Cumplen con la norma FAO	No cumplen con la norma FAO
Borges(oliva)	1.4557-1.4667	1.4641	✓	
Wesson(soya)	1.4723-1.4756	1.4648		X
Sumesa(soya)	1.4723-1.4756	1.4653		X
La Patrona(girasol)	1.4659-1.4721	1.4684	✓	
Orisol(girasol)	1.4659-1.4721	1.4690	✓	
Ideal(girasol)	1.4659-1.4721	1.4662	✓	
El Dorado(algodón)	1.4730-1.4752	1.4649		X
Santa Clara(algodón)	1.4730-1.4752	1.4636		X
Orisol(algodón)	1.4730-1.4752	1.4597		X
Wesson(canola)	1.4650-1.4690	1.4638		X
Mazola(canola)	1.4650-1.4690	1.4646		X

De los resultados obtenidos del análisis de índice de refracción se pudo apreciar que las marcas: Sasso, Goya, Borges ( oliva ) ;La Patrona, Orisol, Ideal ( girasol ) cumplieron con la norma FAO obteniéndose resultados dentro de los rangos especificados.

El índice de refracción es una medida que puede indicar pureza y de esta forma considerar que el aceite proviene de la materia prima rotulada en la etiqueta , sin estar adulterado con otros aceites.

**Cuadro N° 9 COMPARACIÓN DE VALORES OBTENIDOS DE ÍNDICE DE ACIDEZ CON VALORES ESTABLECIDOS POR LA NORMA FAO**

Marca	Norma FAO valores del índice de acidez	Valores de los Resultados experimentales	Cumplen con la norma FAO	No cumplen con la norma FAO
Wesson(maíz)	0.6-0.9	0.1076		X
Arcor(maíz)	0.6-0.9	0.2284		X
Mazola(maíz)	0.6-0.9	0.1637		X
Sasso(oliva)	0.3-1	0.2338		X
Goya(oliva)	0.3-1	0.5041	✓	
Borges(oliva)	0.3-1	0.0140		X
Wesson(soya)	0.3-1.8	0.2057		X
Sumesa(soya)	0.3-1.8	0.1919		X
La Patrona(girasol)	11.2	0.0889		X
Orisol(girasol)	11.2	0.4532		X
Ideal(girasol)	11.2	0.1965		X
El Dorado(algodón)	0.6-0.9	0.2518		X

**Continuación cuadro N° 9 COMPARACIÓN DE VALORES OBTENIDOS DE ÍNDICE DE ACIDEZ CON VALORES ESTABLECIDOS POR LA NORMA FAO**

Marca	Norma FAO valores del índice de acidez	Valores de los Resultados experimentales	Cumplen con la norma FAO	No cumplen con la norma FAO
Santa Clara(algodón)	0.6-0.9	0.2058		X
Orisol(algodón)	0.6-0.9	0.2526		X
Wesson(canola)		0.2615		X
Mazola(canola)		0.1411		X

El índice de acidez nos permite conocer sobre la calidad del aceite , debido a que podemos evaluar si el aceite presenta enranciamiento y se encuentra en los supermercados con una fecha de vencimiento que permita al consumidor ingerir un producto en buen estado.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la parte experimental se presenta la siguiente tabla, en la que se puede apreciar cuales marcas de aceites cumplieron con el índice de saponificación :

**Cuadro N° 10 COMPARACIÓN DE VALORES OBTENIDOS DE ÍNDICE DE SAPONIFICACION CON VALORES ESTABLECIDOS POR LA NORMA FAO**

Marca	Norma FAO valores del índice de saponificación	Valores de los Resultados experimentales	Cumplen con la norma FAO	No cumplen con la norma FAO
Wesson(maíz)	187-198	284.7		X
Arcor(maíz)	187-198	214.19		X
Mazola(maíz)	187-198	201.310		X
Sasso(oliva)	184-196	197.98		X
Goya(oliva)	184-196	252.62		X
Borges(oliva)	184-196	248.84		X
Wesson(soya)	186-195	181.71		X

**Continuación cuadro N° 10 COMPARACIÓN DE VALORES OBTENIDOS  
DE ÍNDICE DE SAPONIFICACION CON VALORES ESTABLECIDOS  
POR LA NORMA FAO**

Marca	Norma FAO valores del índice de saponificación	Valores de los Resultados experimentales	Cumplen con la norma FAO	No cumplen con la norma FAO
Sumesa(soya)	186-195	249.59		X
La Patrona(girasol)	186-194	192.01	✓	
Orisol(girasol)	186-194	191.56	✓	
Ideal(girasol)	186-194	272.32		X
El Dorado(algodón)	189-198	191.61	✓	
Santa Clara(algodón)	189-198	210.66		X
Orisol(algodón)	189-198	237.36		X
Wesson(canola)	94-120	227.60		X
Mazola(canola)	94-120	197.38		X

En este análisis se obtuvieron resultados en los que se puede observar como la mayoría de las marcas de aceites seleccionadas no cumplieron con las

especificaciones de la Norma establecida por la FAO, pero algunos de los valores obtenidos fueron bastante cercanos a los límites de los rangos.

Estos valores cercanos permiten analizar ciertos factores o características propias de los aceites, y también posibles causas de error en el análisis que pudieron afectar los resultados obtenidos.



**Cuadro N° 11 COMPARACIÓN DE VALORES OBTENIDOS DE ÍNDICE DE YODO CON VALORES ESTABLECIDOS POR LA NORMA FAO**

Marca	Norma FAO valores del índice de yodo	Valores de los Resultados experimentales	Cumplen con la norma FAO	No cumplen con la norma FAO
Wesson(maíz)	111-131	87.14		X
Arcor(maíz)	111-131	84.71		X
Mazola(maíz)	111-131	88.58		X
Sasso(oliva)	80-90	76.65		X
Goya(oliva)	80-90	72.63		X
Borges(oliva)	80-90	74.55		X
Wesson(soya)	125-138	87.28		X
Sumesa(soya)	125-138	87.19		X
La Patrona(girasol)	120-140	90.76		X
Orisol(girasol)	120-140	78.84		X
Ideal(girasol)	120-140	79.34		X
El Dorado(algodón)	99-119	92.03		X

**Continuación cuadro N° 11 COMPARACIÓN DE VALORES OBTENIDOS DE ÍNDICE DE YODO CON VALORES ESTABLECIDOS POR LA NORMA FAO**

Marca	Norma FAO valores del índice de yodo	Valores de los Resultados experimentales	Cumplen con la norma FAO	No cumplen con la norma FAO
Santa Clara(algodón)	99-119	79.61		X
Orisol(algodón)	99-119	75.91		X
Wesson(canola)	168-181	79.61		X
Mazola(canola)	168-181	74.53		X

Los resultados obtenidos en la mayoría de las muestras, en el análisis de índice de yodo no cumplieron con el rango establecido por la norma, pero algunos valores estuvieron bastante cercanos, como son las diferentes marcas de aceites de oliva ( Sasso, Goya, Borges) y de algodón ( El Dorado ).

# CAPITULO VII

## Conclusiones

## 7.0 CONCLUSIONES

1. Se determinò que de las dieciséis marcas analizadas, quince si rotulaban en la etiqueta ser de un solo origen y una de ellas rotulaba ser mezcla de diferentes tipos de aceites vegetales (sumesa de soya) , por medio de los análisis realizados en la parte experimental se comprobó que los aceites que se encuentran en mezcla tienen un valor de índice de refracción diferente al rango establecido por la norma FAO para aceites de un solo origen.
2. Se puede concluir que todos los aceites analizados que no cumplieron con el índice de refracción presentan una posible adulteración debido a que los valores no están en el rango establecido por la norma , ya que cada aceite presenta un valor representativo de su origen.
3. Se determinó también que el aceite GOYA ( oliva ) de oliva presenta una calidad mayor debido a que cumplió con la mayoría de parámetros establecidos por la norma FAO lo que demuestra el porque son de mayor costo y calidad .
4. Los resultados obtenidos indican que los aceites analizados no cumplen con la norma establecida por la FAO, siendo este un factor importante en

el estudio realizado, para verificar la calidad de los aceites vegetales comercializados en el país.

5. Los valores obtenidos en el análisis de índice de refracción ,acidez, saponificación y yodo de algunos aceites, demuestran la posible adulteración, y baja calidad de estos, al no cumplir con la norma establecida por la FAO.
6. El análisis de los aceites vegetales es importante debido a que nos proporciona la calidad de estos los cuales son consumidos por la población salvadoreña, por lo cual se favorece la salud de las personas.
7. De acuerdo a la investigación bibliografica realizada se puede concluir que los aceites que no cumplen con la norma FAO con respecto a los índices evaluados, pueden estar adulterados con otro tipo de aceite o indica que su proceso de refinación no fue el adecuado.
8. Se concluye que por medio del índice de yodo se determinan el número de insaturaciones presentes en la estructura química de los aceites, lo cual se relaciona con el índice de acidez, y así detectar un posible enranciamiento de los aceites.

9. Debido a que la marca SUMESA es una mezcla de aceites no cumplió con ninguno de los índices determinados en la investigación.
  
10. De acuerdo a la investigación realizada se pudo determinar que ninguna de las marcas analizadas cumplió con los cuatro índices evaluados según la norma FAO.

# CAPITULO VIII

## Recomendaciones

## 8.0 RECOMENDACIONES

De acuerdo a la investigación realizada y a los resultados obtenidos del análisis de los aceites seleccionados , se recomienda los siguiente:

1. Realizar un análisis en el que se incluyan otras constantes físicas para complementar la investigación , con el objetivo de obtener un estudio en el cual puedan determinarse igual cantidad de parámetros físicos y químicos, que nos ayuden a determinar con mayor precisión la pureza y la calidad de los mismos.
2. En el análisis de los índices de refracción, acidez, saponificación y yodo, se recomienda trabajar en un área bajo condiciones ambientales controladas (temperatura, luz, humedad), ya que estos factores afectan las muestras, influyendo esto en los resultados obtenidos en los análisis.
3. Se recomienda el índice de refracción tanto en análisis de aceites, como para otro tipo de estudios en los que sea aplicable este método ya que es confiable y proporciona datos con un alto grado de exactitud, además de utilizar poca muestra en el análisis.



4. Según el resultado de los análisis realizados a las diferentes muestras, se recomienda el uso del aceite de oliva, ya que este cumple con la mayoría de las especificaciones de la FAO, además de ser un aceite monoinsaturado y ayuda a prevenir algunos problemas de salud.
  
5. Se recomienda a las instituciones involucradas un control de calidad de vigilancia a todos los que comercializan los aceites, para velar por el cumplimiento de las normas de aceites y grasas.
  
6. Se recomienda el uso de nuevas tecnologías como HPLC ( Cromatografía Líquida de Alta presión ) y Cromatografía de gases, para el análisis de aceites y la obtención de resultados más exactos.

**BIBLIOGRAFÍA :**

1. Bonilla Gildaberto, Estadística II, Métodos Prácticos de Inferencia Estadística, UCA Editores, Segunda edición, El Salvador, 1997.
2. Egan, Harold; Análisis químico de alimentos de Pearson. Tomo II
3. FAO ; Manual para el control de calidad de los alimentos. Roma. Italia, 14 de septiembre 1992.
4. Kirschenbave, Grasa y aceites química y tecnología  
Editorial continental, S.A. , México D.F 1984.
5. Meyer R. Marco y otros. Control de calidad de productos agropecuarios  
Editorial. Trillas, México, 1983
6. Otero Aenlle, Enrique, Análisis de grasas, ceras y sus mezclas comerciales, Editorial Dossat, Madrid, 1946
7. Rodríguez, Beatriz M. De, y otros. Análisis de Alimentos, Universidad Central de Venezuela, Organización de bienestar estudiantil, Caracas/  
1980. Tomo II

8. [www.askjeevesanswer.com](http://www.askjeevesanswer.com) , Aceites comestibles
  
9. [www.e-campo.com](http://www.e-campo.com) , Agricultura / Consideraciones sobre el aceite de girasol y canola.
  
10. [www.sica.gov.ec/cadenas/index.co](http://www.sica.gov.ec/cadenas/index.co) ,Servicio de información agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, Aceites: Análisis y Realidades.

***ANEXOS***

CUADRO RESUMEN DE VALORES DE ÍNDICE DE REFRACCIÓN, ACIDEZ, SAPONIFICACIÓN Y YODO ESTABLECIDOS POR LA NORMA FAO

ORIGEN	NORMA ( FAO )			
	n 25°C	Índice de yodo	Índice de saponificación	Índice de acidez
MAIZ	1.4730 -1.4770	111-131	187-198	0.6-0.9
OLIVA	1.4557-1.4667	80-90	184-196	0.3-1
SOYA	1.4723-1.4756	125-138	186-195	0.3-1.8

CUADRO RESUMEN DE VALORES DE ÍNDICE DE REFRACCIÓN, ACIDEZ, SAPONIFICACIÓN Y YODO ESTABLECIDOS POR LA NORMA FAO

ORIGEN	NORMA ( FAO )			
	n 25°C	I. yodo	Índice de saponificación	Índice de acidez
GIRASOL	1.4659-1.4721	120-140	186-194	11.2
ALGODÓN	1.4730-1.4752	99-119	189-198	0.6-0.9
CANOLA	1.4650-1.4690	168-181	94-120	

# **PROCESOS DE REFINAMIENTO PARA ACEITES COMESTIBLES.**

## **INTRODUCCION**

La desodorización de aceites comestibles es una operación dentro del proceso de refinado de aceites, cuyo propósito es remover los ácidos grasos libres (FFAs) y otras sustancias, tales como aldehídos y cetonas, que dan olor y sabor desagradables al aceite. Sonntag (1979).

La desodorización de aceites comestibles es una operación dentro del proceso de refinado de aceites, cuyo propósito es remover los ácidos grasos libres (FFAs) y otras sustancias, tales como aldehídos y cetonas, que dan olor y sabor desagradables al aceite. Sonntag (1979) describe en detalle la estructura, composición y características de los distintos aceites. Durante los últimos años, las tecnologías de refinación apuntan a remover exclusivamente los FFAs en la etapa conocida como refinamiento físico (Balchen y Gani, 1999). La concentración típica de FFAs en los aceites antes de la desodorización es de aproximadamente 1% en peso y se busca reducirla a 0.01% en peso. En realidad, existe un amplio rango de especificaciones de calidad de producto, que dependen de los gustos de los habitantes la región donde el aceite va a ser consumido, aunque generalmente se prefieren sabores y olores suaves y colores claros que se logran con porcentajes de ácidos grasos libres por debajo del 0.03%.

Dado que las sustancias a remover son componentes volátiles, este proceso de separación consiste básicamente en mezclar un gas de “stripping” con el aceite, tratando de promover el pasaje de las impurezas a la fase gaseosa. Dicha transferencia de masa se ve

favorecida cuando existe íntimo contacto entre las fases, lo cual se logra asegurando una buena dispersión del gas a través del aceite. La fuerza impulsora para la transferencia de masa depende de las presiones de vapor de los distintos componentes. Como la presión de vapor es directamente proporcional a la temperatura, la operación a altas temperaturas contribuye a mejorar la transferencia. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el incremento en temperatura está acotado no sólo por cuestiones económicas sino también porque existe un límite de estabilidad térmica de los aceites, quienes por encima de aproximadamente 250°C se degradan generando subproductos indeseables. En tal sentido, la disminución de la presión de trabajo también es deseable porque permite la remoción de los volátiles a menores temperaturas. Además, la operación a bajas presiones evita la oxidación del aceite y reduce la cantidad de gas de stripping requerida. Este último factor influye significativamente en los costos de producción. Cabe destacar que la mayoría de los equipos comerciales usan vapor de agua como gas de stripping porque condensa en condiciones moderadas, reduciendo los costos asociados al sistema de vacío. Finalmente, en cuanto a los tiempos de desodorización, lo ideal es mantenerlos lo más bajos posibles ya que el progreso de las reacciones secundarias depende del tiempo.

Las primeras patentes de equipos para desodorización de aceites comestibles datan de mediados del siglo XIX (Bockisch, 1998). A lo largo de la historia se observa una constante búsqueda para incrementar la eficiencia del proceso y la calidad del producto. Esto ha llevado a diferentes diseños que, beneficiados con la aparición de nuevos materiales, evolucionaron permitiendo reducir las presiones de trabajo y los tiempos de residencia, e incrementar las temperaturas de operación.



Primeramente, se corría vapor a través del aceite a temperaturas elevadas y presión atmosférica. Esta práctica produjo mejoramiento del sabor y fue rápidamente adoptada en muchas refinerías (Gavin, 1977). El desarrollo se atribuyó a Henry Eckstein; el proceso era batch y el tiempo de desodorizado era enorme (5 - 10 horas). Posteriormente se mejoró esta tecnología incorporando equipos de vacío e inyectando vapor sobrecalentado (Morris, 1977). En líneas generales se observa una evolución desde los sistemas batch hacia la operación semicontinua y continua, coexistiendo actualmente diferentes sistemas para remover los componentes responsables del sabor y olor desagradables, entre los cuales también se incluye el empleo de métodos químicos y el enmascaramiento del sabor con especias o componentes saborizantes fuertes.

Los tres tipos de operación principales para desodorización física son:

a) *Operación Batch*: El principio de funcionamiento de este tipo de desodorizadores se asemeja al de un tanque agitado continuo (TAC). Se carga un recipiente con el aceite y se inyecta el gas de stripping a través de un distribuidor localizado en el fondo del tanque, mientras se agita para uniformar la distribución. Las moléculas de volátiles pasan a las burbujas de gas. Las principales ventajas de este sistema son su alta flexibilidad y bajo costo de inversión inicial y mantenimiento, razón por la cual se lo prefiere para plantas chicas, presupuestos restringidos y en casos con frecuentes cambios en cantidad, calidad o condiciones operativas de la materia prima. En cambio, en procesos industriales a gran escala, el sistema es poco usado actualmente debido a sus altos costos operativos, ya que este tipo de operación consume mucho vapor de stripping para penetrar en el aceite.

b) *Operación Semicontinua*: Su principio de funcionamiento es el mismo que para el tipo anterior.

La diferencia fundamental es que se emplean varios compartimientos en serie, lo cual, adecuadamente controlado, permite lograr una operación casi continua.

Estos equipos son los preferidos en procesos con cambios frecuentes en el caudal de operación o en el aceite a procesar. Si bien los costos operativos correspondientes son menores que en el proceso batch, lográndose tiempos de residencia más bajos, este tipo de operación requiere una mayor inversión inicial.

c) *Operación Continua*: Este es el tipo de operación preferido para procesar grandes volúmenes de un mismo aceite. Existen diferentes diseños que emplean diversas metodologías para asegurar buen contacto entre el aceite y el vapor (Bockisch, 1998). Si bien la mayoría de los desodorizadores, tales como los de tipo Lurgi o de Smet, son verticales, existe además el diseño Tirtiaux que consiste en cilindros horizontales con serpentines de calentamiento en su parte inferior. El procesamiento continuo permite lograr un mejor contacto entre el aceite y el vapor, generándose delgadas capas de aceite con buena eficiencia en el intercambio de masa y energía.

Las películas más finas

se logran en columnas empacadas con películas descendentes. Los costos operativos por tonelada

procesada son bajos porque la buena transmisión de calor disminuye el consumo de servicios auxiliares, tales como vapor de calefacción ó agua de refrigeración.

## DESCRIPCION DE LA COLUMNA

Para lograr una buena desodorización es fundamental asegurar un buen contacto entre el aceite y el vapor, lo cual favorece la destilación de las sustancias indeseables. Además, es muy importante minimizar la cantidad de gas de stripping requerida pues esto influye sensiblemente en los costos operativos. En tal sentido, el flujo del aceite en forma de película descendente resulta ser la alternativa ideal pues garantiza un fino espesor de la capa de aceite, permitiendo excelente contacto con menor consumo de vapor. El principal problema de los primeros desodorizadores de este tipo era el ensuciamiento del empaque que provocaba la ruptura de la película por depósito de partículas, con la consecuente pérdida de eficiencia.

Recientemente Stenberg y Sjöberg (1996) presentaron, para esta operación, un diseño de columna de empaque estructurado que presenta un desempeño superior a las tecnologías usadas hasta el presente. El equipo consta de una sección superior de “stripping” y otra inferior, de retención. La zona de stripping contiene un empaque de placas paralelas corrugadas que garantiza un gran área de transferencia y permite una rápida remoción de volátiles operando a menores temperaturas. Los componentes volátiles del aceite son extraídos con vapor de agua; el aceite desciende en forma de película cubriendo toda la pared del empaque y el vapor de stripping circula en contracorriente por la sección vacía. La zona de retención es de platos y permite una gran flexibilidad en los tiempos de retención. Los empaques con placas corrugadas, introducidos por primera vez por Sulzer a fin de la década del 70, constituyen la última generación en empaques estructurados. Su popularidad ha crecido considerablemente desde entonces pues

permiten lograr alta capacidad y bajos costos, preservando a la vez una alta eficiencia (Kister, 1992).

Este diseño exhibe ventajas operativas apreciables frente a otras tecnologías existentes, siendo además competitivo para revamp de internos de columnas. Esto permite predecir que su uso se popularizará en el futuro cercano. Entre las principales ventajas, cabe destacar su mayor flexibilidad de operación en comparación con los procesos semi-continuos y su mayor eficiencia con respecto a las configuraciones continuas clásicas. Por otra parte, el diseño permite retener en el aceite mayor concentración de componentes deseables, tales como tocoferoles y antioxidantes naturales, a la vez que asegura la rápida remoción de las sustancias indeseables. Además, el equipo logra operar a menores temperaturas y con menores tiempos de residencia, con lo cual disminuyen las reacciones colaterales indeseables. Así es posible lograr simultáneamente menores costos de operación y mejor calidad de producto.

describe en detalle la estructura, composición y características de los distintos aceites. Durante los últimos años, las tecnologías de refinación apuntan a remover exclusivamente los FFAs en la etapa conocida como refinamiento físico (Balchen y Gani, 1999). La concentración típica de FFAs en los aceites antes de la desodorización es de aproximadamente 1% en peso y se busca reducirla a 0.01% en peso. En realidad, existe un amplio rango de especificaciones de calidad de producto, que dependen de los gustos de los habitantes la región donde el aceite va a ser consumido, aunque generalmente se prefieren sabores y olores suaves y colores claros que se logran con porcentajes de ácidos grasos libres por debajo del 0.03%.

Dado que las sustancias a remover son componentes volátiles, este proceso de separación consiste básicamente en mezclar un gas de “stripping” con el aceite tratando de promover el pasaje de las impurezas a la fase gaseosa. Dicha transferencia de masa se ve favorecida cuando existe íntimo contacto entre las fases, lo cual se logra asegurando una buena dispersión del gas a través del aceite. La fuerza impulsora para la transferencia de masa depende de las presiones de vapor de los distintos componentes. Como la presión de vapor es directamente proporcional a la temperatura, la operación a altas temperaturas contribuye a mejorar la transferencia. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el incremento en temperatura está acotado no sólo por cuestiones económicas sino también porque existe un límite de estabilidad térmica de los aceites, quienes por encima de aproximadamente 250°C se degradan generando subproductos indeseables. En tal sentido, la disminución de la presión de trabajo también es deseable porque permite la remoción de los volátiles a menores temperaturas. Además, la operación a bajas presiones evita la oxidación del aceite y reduce la cantidad de gas de stripping requerida. Este último factor influye significativamente en los costos de producción. Cabe destacar que la mayoría de los equipos comerciales usan vapor de agua como gas de stripping porque condensa en condiciones moderadas, reduciendo los costos asociados al sistema de vacío. Finalmente, en cuanto a los tiempos de desodorización, lo ideal es mantenerlos lo más bajos posibles ya que el progreso de las reacciones secundarias depende del tiempo.

Las primeras patentes de equipos para desodorización de aceites comestibles datan de mediados del siglo XIX (Bockisch, 1998). A lo largo de la historia se observa una constante búsqueda para incrementar la eficiencia del proceso y la calidad del

producto. Esto ha llevado a diferentes diseños que, beneficiados con la aparición de nuevos materiales, evolucionaron permitiendo reducir las presiones de trabajo y los tiempos de residencia e incrementar las temperaturas de operación.

Primeramente, se corría vapor a través del aceite a temperaturas elevadas y presión atmosférica. Esta práctica produjo mejoramiento del sabor y fue rápidamente adoptada en muchas refinerías (Gavin, 1977). El desarrollo se atribuyó a Henry Eckstein; el proceso era batch y el tiempo de desodorizado era enorme (5 - 10 horas). Posteriormente se mejoró esta tecnología incorporando equipos de vacío e inyectando vapor sobrecalentado (Morris, 1977). En líneas generales se observa una evolución desde los sistemas batch hacia la operación semicontinua y continua, coexistiendo actualmente diferentes sistemas para remover los componentes responsables del sabor y olor desagradables, entre los cuales también se incluye el empleo de métodos químicos y el enmascaramiento del sabor con especias o componentes saborizantes fuertes. Los tres tipos de operación principales para desodorización física son:

a) *Operación Batch*: El principio de funcionamiento de este tipo de desodorizadores se asemeja al de un tanque agitado continuo (TAC). Se carga un recipiente con el aceite y se inyecta el gas de stripping a través de un distribuidor localizado en el fondo del tanque, mientras se agita para uniformar la distribución. Las moléculas de volátiles pasan a las burbujas de gas. Las principales ventajas de este sistema son su alta flexibilidad y bajo costo de inversión inicial y mantenimiento, razón por la cual se lo prefiere para plantas chicas, presupuestos restringidos y en casos con frecuentes cambios en cantidad, calidad o condiciones operativas de la materia prima. En cambio, en procesos industriales a gran escala, el sistema es poco usado

actualmente debido a sus altos costos operativos, ya que este tipo de operación consume mucho vapor de stripping para penetrar en el aceite.

b) *Operación Semicontinua*: Su principio de funcionamiento es el mismo que para el tipo anterior.

La diferencia fundamental es que se emplean varios compartimientos en serie, lo cual, adecuadamente controlado, permite lograr una operación casi continua.

Estos equipos son los preferidos en procesos con cambios frecuentes en el caudal de operación o en el aceite a procesar. Si bien los costos operativos correspondientes son menores que en el proceso batch, lográndose tiempos de residencia más bajos, este tipo de operación requiere una mayor inversión inicial.

c) *Operación Continua*: Este es el tipo de operación preferido para procesar grandes volúmenes de un mismo aceite. Existen diferentes diseños que emplean diversas metodologías para asegurar buen contacto entre el aceite y el vapor (Bockisch, 1998). Si bien la mayoría de los desodorizadores, tales como los de tipo Lurgi o de Smet, son verticales, existe además el diseño Tirtiaux que consiste en cilindros horizontales con serpentines de calentamiento en su parte inferior. El procesamiento continuo permite lograr un mejor contacto entre el aceite y el vapor, generándose delgadas capas de aceite con buena eficiencia en el intercambio de masa y energía. Las películas más finas se logran en columnas empacadas con películas descendentes. Los costos operativos por tonelada procesada son bajos porque la buena transmisión de calor disminuye el consumo de servicios auxiliares, tales como vapor de calefacción ó agua de refrigeración.

## DESCRIPCION DE LA COLUMNA

Para lograr una buena desodorización es fundamental asegurar un buen contacto entre el aceite y el vapor, lo cual favorece la destilación de las sustancias indeseables. Además, es muy importante minimizar la cantidad de gas de stripping requerida pues esto influye sensiblemente en los costos operativos. En tal sentido, el flujo del aceite en forma de película descendente resulta ser la alternativa ideal pues garantiza un fino espesor de la capa de aceite, permitiendo excelente contacto con menor consumo de vapor. El principal problema de los primeros desodorizadores de este tipo era el ensuciamiento del empaque que provocaba la ruptura de la película por depósito de partículas, con la consecuente pérdida de eficiencia.

Recientemente Stenberg y Sjöberg (1996) presentaron, para esta operación, un diseño de columna de empaque estructurado que presenta un desempeño superior a las tecnologías usadas hasta el presente. El equipo consta de una sección superior de “stripping” y otra inferior, de retención. La zona de stripping contiene un empaque de placas paralelas corrugadas que garantiza un gran área de transferencia y permite una rápida remoción de volátiles operando a menores temperaturas. Los componentes volátiles del aceite son extraídos con vapor de agua; el aceite desciende en forma de película cubriendo toda la pared del empaque y el vapor de stripping circula en contracorriente por la sección vacía. La zona de retención es de platos y permite una gran flexibilidad en los tiempos de retención. Los empaques con placas corrugadas, introducidos por primera vez por Sulzer a fin de la década del 70, constituyen la última generación en empaques estructurados.



Su popularidad ha crecido considerablemente desde entonces pues permiten lograr alta capacidad y bajos costos, preservando a la vez una alta eficiencia (Kister, 1992).

Este diseño exhibe ventajas operativas apreciables frente a otras tecnologías existentes, siendo además competitivo para revamp de internos de columnas. Esto permite predecir que su uso se popularizará en el futuro cercano. Entre las principales ventajas, cabe destacar su mayor flexibilidad de operación en comparación con los procesos semi-continuos y su mayor eficiencia con respecto a las configuraciones continuas clásicas. Por otra parte, el diseño permite retener en el aceite mayor concentración de componentes deseables, tales como tocoferoles y antioxidantes naturales, a la vez que asegura la rápida remoción de las sustancias indeseables. Además, el equipo logra operar a menores temperaturas y con menores tiempos de residencia, con lo cual disminuyen las reacciones colaterales indeseables. Así es posible lograr simultáneamente menores costos de operación y mejor calidad de producto.