

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**“EXTRACCIÓN DE ACEITE DE LA ALMENDRA  
DE DURAZNO (*Prunus Pérsica*) Y SU  
CARACTERIZACIÓN”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO QUÍMICO**

**MANUEL NICOLÁS PINEDO SALDAÑA  
CÉSAR HIPÓLITO ZORRILLA GUEVARA**

**Callao, abril, 2017**

**PERÚ**

## **PRÓLOGO DEL JURADO**

La presente Tesis fue Expuesto por los Bachilleres **PINEDO SALDAÑA MANUEL NICOLAS** y **ZORRILLA GUEVARA CÉSAR HIPÓLITO**, ante el **JURADO DE SUSTENTACIÓN DE TESIS** conformado por los siguientes Profesores Ordinarios:

ING° SANEZ FALCON LIDA CARMEN                      PRESIDENTE

ING° TOLEDO PALOMINO MARÍA ESTELA              SECRETARIO

ING° CHAMPA HENRIQUEZ OSCAR MANUEL VOCAL

ING° RANGEL MORALES FABIO MANUEL              ASESOR

Tal como está asentado en el Libro N° 1 Folio N° 3 y Acta N° 002 de Sustentación por la Modalidad de Tesis con Ciclo de Tesis, de fecha **27 DE FEBRERO 2017**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico en la Modalidad de Tesis con Ciclo de Tesis, de conformidad establecido por el Reglamento de Grados y Títulos aprobado por Resolución N° 082-2011-CU de fecha 29 de abril de 2011 y Resolución N° 221-2012-CU de fecha 19 de setiembre de 2012.

## **DEDICATORIA**

A nuestros padres, por habernos apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que nos han permitido ser personas de bien, pero más que nada, por su amor incondicional.

## **AGRADECIMIENTO**

Concluida la presente tesis, se agradece a todas las autoridades, docentes, administrativos que de alguna forma participaron en el desarrollo de la presente tesis. Sin embargo, cabe manifestar el más profundo y sincero agradecimiento a las siguientes personas: a nuestro decano el Dr. Msc. Ing. Luis Carrasco Venegas por el apoyo mostrado, a los ingenieros Fabio Manuel Rangel Morales y Leonardo Félix Machaca Gonzales, que sin su ayuda hubiera sido imposible el poder culminar este trabajo.

## INDICE

INDICE.....	1
TABLAS DE CONTENIDO.....	5
RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	8
CAPÍTULO I.....	9
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
1.1 Identificación del problema.....	9
1.2 Formulación del problema.....	10
1.2.1 Problema general.....	10
1.2.2 Problema específico.....	10
1.3 Objetivos de la investigación.....	10
1.3.1 Objetivo general.....	10
1.3.2 Objetivos específicos.....	10
1.4 Justificación.....	11
1.4.1 Teórica.....	11
1.4.2 Tecnológica.....	11
1.4.3 Económica.....	12
1.4.4 Social.....	12

1.4.5 Ambiental .....	12
1.5 Importancia .....	13
CAPITULO II .....	14
MARCO TEÓRICO .....	14
2.1. Antecedentes de estudio .....	14
2.1.1 Antecedentes metodológicos.....	14
2.2. Marco teórico .....	16
2.2.1 Durazno.....	17
2.2.2 Almendra de durazno .....	19
2.2.3 Aceites comestibles.....	21
2.2.4 Componentes de los aceites .....	22
2.2.5 Clasificación de aceites comestibles .....	24
2.2.6 Características físicas y químicas de los aceites comestibles..	29
2.2.7 Aceite de la almendra de durazno .....	31
2.2.8 Métodos de extracción sólido – líquido.....	33
2.2.9 Métodos de Extracción de aceites comestibles .....	36
2.3 Definición de términos .....	40
CAPITULO III.....	43
VARIABLES E HIPÓTESIS.....	43
3.1 Variables de investigación .....	43

3.1.1 Operacionalización de las Variables .....	43
3.2 Operacionalización de variables .....	45
3.3. Hipótesis.....	46
3.3.1 Hipótesis general.....	46
3.3.2 Hipótesis específicas.....	46
CAPITULO IV.....	47
METODOLOGÍA .....	47
4.1 Tipo de la investigación .....	47
4.2 Diseño de la investigación .....	47
4.3 Población y muestra .....	48
4.3.1 Población de estudio .....	48
4.3.2 Tamaño de muestra .....	49
4.4 Técnicas e instrumentación de datos .....	49
4.5 Procesamiento de recolección de datos .....	51
4.6 Procedimiento estadístico y análisis de datos .....	51
4.7. Métodos de extracción por solvente en caliente.....	52
4.8. Materiales y equipos usados .....	53
4.8.1. Materia prima e insumos .....	53
4.9. Equipos y accesorios.....	53
4.10. Parte experimental.....	54

4.10.1. Diseño Experimental .....	54
4.10.2. Desarrollo Experimental .....	57
4.11 Métodos de análisis para la identificación y caracterización del aceite de la almendra de durazno .....	63
CAPITULO V.....	66
RESULTADOS.....	66
CAPITULO VI.....	71
DISCUSION DE RESULTADOS.....	71
CAPITULO VII.....	74
CONCLUSIONES .....	74
CAPITULO VIII.....	76
RECOMENDACIONES .....	76
CAPITULO IX.....	77
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA .....	77
ANEXOS .....	80
ANEXO 01 MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	81
ANEXO 02 ANÁLISIS PROXIMAL .....	82
ANEXO 03 DENSIDAD (ACEITE DE LA ALMENDRA) .....	83
ANEXO 04 ACIDOS GRASOS COMPOSICIÓN .....	84

## TABLAS DE CONTENIDO

### INDICE DE TABLAS

TABLA 1: Taxonomía del Durazno .....	19
TABLA 2: Comparación de carozo, semillas, y aceites en frutas.....	21
TABLA 3: Comportamiento a la exposición de UV.....	32
TABLA 4: Composicion acidas (valores extremos).....	33
TABLA 5: FACTORES Y NIVELES.....	55
TABLA 6: DISEÑO EXPERIMENTAL 2 <sup>3</sup> .....	56
TABLA 7: Dimensiones de almendras de durazno enteras sin hueso .....	60
TABLA 8: Variables que influyen en la extracción de aceite de la almendra de durazno con hexano .....	67
TABLA 9: Variables que influyen en la extracción de aceite de la almendra de durazno con etanol .....	68
TABLA 10: Propiedades físicas del aceite de la almendra de durazno con hexano .....	69
TABLA 11: Propiedades organoléptico del aceite de la almendra de durazno con hexano .....	70
TABLA 12: Propiedades químicas del aceite de la almendra de durazno con hexano. ....	70

**INDICE DE FIGURAS**

FIGURA 1: El Durazno..... 18

FIGURA 2: Almendra de Durazno..... 20

FIGURA 3: Almendras de durazno enteras sin hueso ..... 59

FIGURA 4: Instalación del equipo soxhlet ..... 61

## RESUMEN

Se ha extraído el aceite de la almendra de durazno por el método de extracción sólido-líquido utilizando el extractor Soxhlet con recuperación de solvente.

El aceite de la almendra de durazno ha sido extraído con n-hexano como el solvente adecuado. Los parámetros estudiados fueron: tamaño de partícula, 0,8 mm y 0,5 mm, cantidad de almendra molida, 5 g. y 3 g. cantidad de solvente, 150 y 200 ml., tiempo de extracción 72 minutos a 85 minutos.

Al realizar la prueba experimental en el rango de las variables de operación estudiadas en la extracción del aceite de la almendra de durazno, se ha logrado obtener un producto con las siguientes características: aspecto líquido denso, color amarillo pálido, olor característico, textura oleosa, densidad 0,8885 g/ml, con valores de ácido oleico de 57,50%, ácido linoleico de 33,03%, ácido palmítico de 6,67%, ácido esteárico de 2,45%, ácidos grasos menores de 1%. El aceite de la almendra de durazno con estas características fue preparado operando a 50 °C con un tamaño de partícula de 0,8mmmm, 5g. De almendra molida, 150 ml de hexano, tiempo de extracción 82 minutos, finalmente se ha evaluado el rendimiento de la extracción siendo esto igual a 51,60%.

## ABSTRACT

The peach almond oil was extracted by the solid-liquid extraction method using the Soxhlet extractor with solvent recovery.

The peach almond oil has been extracted with n-hexane as the suitable solvent. The parameters studied were: particle size, 0.8 mm and 0.5 mm, amount of ground almond, 5 g. and 3 g. Amount of solvent, 150 and 200 ml, extraction time 72 minutes to 85 minutes.

When performing the experimental test in the range of the operating variables studied in the extraction of peach almond oil, a product has been obtained with the following characteristics: dense liquid appearance, pale yellow color, characteristic odor, oily texture, Density 0.88885 g / ml, with oleic acid values of 57.50%, linoleic acid of 33.03%, palmitic acid of 6.67%, stearic acid of 2.45%, fatty acids less than 1%. The peach almond oil with these characteristics was prepared by operating at 50 ° C with a particle size of 0.8 mm, 5 g. of ground almond, 150 ml of hexane, extraction time 32 minutes, finally the extraction yield was evaluated, this being equal to 51.60%.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1 Identificación del problema**

En el norte del territorio peruano hay empresas que se dedican al rubro de la elaboración de pulpas de frutas, tales como el mango, maracuyá, durazno entre otros. Estas empresas utilizan procesos mecánicos para obtener la pulpa que es materia prima para los jugos y néctares.

Dentro del proceso de obtención de pulpa de durazno, se encuentra la etapa de despulpado donde se obtiene la pulpa como producto principal y como subproducto la pepa de durazno "Carozo". El carozo es desechado en grandes cantidades después del proceso, debido a que las empresas dirigen todo sus recursos para producir pulpa de durazno.

Nuestra investigación está enfocada en el aprovechamiento de estos desechos orgánicos, específicamente la almendra de durazno que se encuentra en el interior del carozo.

Hoy en día hay distintos métodos, así como el prensado, que es un tipo de extracción en frío y la otra es la extracción de aceite comestible con solvente de la almendra de durazno, estos aceites contiene una gran variedad de nutrientes, ácidos grasos poliinsaturados, carotenoides y vitaminas.

Como es sabido que la extracción sólido-líquido es un proceso difusional que consiste en separar el componente soluto del sólido mediante el contacto del solvente (líquido) por métodos extracción en un sistema

llamado extractor en forma controlada. Por esta razón el presente trabajo de tesis se ha propuesto extraer el aceite de almendra de durazno a nivel de laboratorio.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿Cuál es el método de obtención de aceite de la almendra de durazno con mayor rendimiento?

### **1.2.2 Problema específico**

- ¿Cuáles son las características físicas y químicas del aceite de la almendra de durazno?
- ¿Cuáles deben ser las características del equipo experimental a utilizar?
- ¿Cuáles deben ser las condiciones de extracción del aceite de la almendra de durazno?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1 Objetivo general**

Determinar el método de obtención de aceite de la almendra de durazno con mayor rendimiento.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Determinar las características físicas y químicas del aceite de la almendra de durazno.
- Evaluar las características del equipo experimental a utilizar en el proceso de extracción del aceite de la almendra de durazno.
- Determinar las condiciones de extracción favorables para la obtención del aceite de la almendra de durazno.

## **1.4 Justificación**

### **1.4.1 Teórica**

El presente trabajo pretende ampliar los conocimientos adquiridos durante la carrera, basada en el principio de extracción sólido-líquido, donde este proceso es utilizado en la industria para la extracción de aceites. De aquí su importancia de conocer y mejorar los procesos para contribuir al campo de aceites y grasas.

### **1.4.2 Tecnológica**

El presente trabajo de investigación pretende implementar un proceso de extracción en el cual la metodología a utilizar constituye una implicancia de tipo experimental y observacional, asimismo el ordenamiento y sistematización teórica constituye un aporte científico para el planteamiento del problema.

Los resultados van a contribuir con la búsqueda de tecnologías de extracción, la optimización de los procesos de obtención de aceite y la utilización de los recursos disponibles de la empresa buscando alcanzar la mayor eficiencia.

#### **1.4.3 Económica**

Se cuenta con todos los recursos indispensables para desarrollar este trabajo de investigación y poder llevarlo al campo aplicativo.

#### **1.4.4 Social**

El presente trabajo de investigación pretende desarrollar en el futuro una microempresa y dejar de importar aceites comestibles, esto permitirá crear nuevas fuentes de trabajo para la población reduciendo la pobreza y dando acceso a un mejor nivel de vida.

#### **1.4.5 Ambiental**

La complejidad de operaciones y procesos en la industria generan contaminantes ambientales que son nocivos para la salud y que afecta el medio ambiente, se pretende utilizar los desechos orgánicos generados por las empresas evitando los impactos negativos en el ambiente y mejorando la calidad de vida de las personas de la comunidad.

## **1.5 Importancia**

La importancia de la tesis, es la extracción del aceite de la almendra de durazno que puede remplazar a otros aceites comestibles por sus características similares que tienen y son utilizados en diferentes campos como la industria alimentaria

La determinación de parámetros óptimos nos permitirá diseñar la tecnología en la extracción del aceite de la almendra de durazno que posteriormente puede ser utilizado con fines industriales.

Se pretende dar un mayor valor agregado a la almendra de durazno, con el fin de lograr mayores beneficios en la industria alimentaria y constituye una alternativa económica de exportación para el país.

La obtención del aceite de la almendra de durazno constituye una alternativa para crear nuevas industrias, creando nuevas fuentes de trabajo e incentivar la recuperación de materiales desechados por la industria que se dedican a la fabricación de néctares, dulces, jugos de la pulpa de durazno y minimizar la contaminación ambiental.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de estudio

##### 2.1.1 Antecedentes metodológicos

Para el siguiente trabajo de investigación se realizó una revisión bibliográfica del tema:

Peggy Londoño., et.al. (2012), investigaron sobre **“Extracción y caracterización del aceite crudo de la almendra de durazno (Prunus pérsica)”**, cuyo objetivo fue extraer y purificar el aceite de la almendra de durazno (Prunus pérsica). Se apoyaron en las investigaciones de Altamirano, R (2002) para hacer uso de la metodología. Seleccionaron el diseño factorial para analizar los efectos causados por los diferentes factores durante el proceso de extracción. Cuyo resultados para obtener un mayor porcentaje de aceite fueron porcentaje de aceite extraído con hexano, con una masa de 5 gramos y un tiempo de extracción de 3 horas y un tamaño de partícula de 0.71 mm, concluyendo que estos parámetros optimizan el proceso de extracción del aceite de la semilla de durazno.

Mato Chamorro y Acuña Huamán (2010), desarrollaron una investigación sobre **“Influencia del tiempo, tamaño de partícula y proporción sólido líquido en la extracción de aceites crudo de la almendra de durazno (Prunus pérsica)”**, con el objetivo de extraer el aceite crudo de la almendra de durazno (Prunus pérsica). Respecto a la metodología, utilizaron el diseño de Box-Behnken con tres variables independientes que fueron

tiempo, tamaño de partícula y proporción sólido líquido. Los resultados reportaron que la almendra de durazno contiene una alta cantidad de proteínas (33.28) y puede ser extraído fácilmente con un alto porcentaje de grasa cruda de 44.5 %, concluyendo que la almendra de durazno puede ser un recurso valioso para la extracción de aceite y proteínas.

Dora García de Sotero. Et, al (2008) investigaron sobre **“Fraccionamiento e interesterificación del aceite de palma (*Elaeis guineensis*) cultivado en la amazonia peruana”**, en la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Iquitos – Perú. Realizaron el fraccionamiento e interesterificación de las mezclas de aceite de palma y determinaron las propiedades físico - químicas, análisis de ácidos grasos mediante la cromatografía gaseosa. Respecto a la metodología usada fue la composición proximal que se realizó según las normas del Instituto Adolfo Lutz. Sus hallazgos reportaron que a una temperatura de 25 °C la concentración de ácidos grasos saturados es de 51.17% este porcentaje se incrementa en la estearina a 54.31 %.

Limber Reátegui Díaz (2005) investigo sobre **“Hidroextracción y fraccionamiento del aceite esencial de Cáscara de naranja”**, en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima – Perú. Realizo la Hidroextracción del aceite esencial de la cascara de naranja y la obtención del d – limoneno por destilación del aceite esencial al vacío, que en conjunto constituyen un método mejorado para la obtención de limoneno a partir de la cascara de naranja. Sus estudios sobre la destilación al vacío

demuestran ser un procedimiento factible para la refinación del aceite esencial de la cascara de naranja y para obtener d – limoneno.

## **2.2. Marco teórico**

El aceite y las grasas comestibles son sustancias de origen animal, vegetal o sus mezclas, cuyo componente principal son los lípidos (grasas), aunque pueden incluir otras sustancias en cantidades menores. Su clasificación es como grasas (son sólidos a 20°C) y como aceites (son líquidos a 20°C), pero también se denominan grasas a productos de consistencia intermedia. Por su origen pueden clasificarse como grasas animales y grasas vegetales (Beatriz Temprano, 2016).

Las grasas animales se obtienen a partir de depósitos adiposos de determinado animales, se consideran la manteca de cerdo, el sebo de vacuno, el sebo de cerdo, la mantequilla y los aceites marinos.

Las grasas vegetales se obtienen por diferentes procedimientos técnicos como presión, fusión o extracción con disolventes, a partir de frutos y de semillas oleaginosas. Entre ellos se encuentran la manteca de coco: se utiliza en el recubrimiento de galletas, en fritura y en rellenos de dulces y pasteles; la manteca de palma: se utiliza en productos de pastelería y bollería, y la manteca de cacao: se utiliza como ingrediente en el chocolate y como envoltente en confituras.

Los aceites vegetales son una parte fundamental en una alimentación sana, por que cuidan nuestra salud y belleza por su aporte de nutrientes

esenciales, como los ácidos grasos esenciales (OMEGA 3 Y 6). (Incanat, 2016)

### **2.2.1 Durazno**

*Prunus persica*, originalmente *Amygdalus persica* L., melocotonero (del Latín *malus cotonus*, «manzana algodonosa» - en alusión a la piel del fruto) así llamado en España peninsular y las islas Baleares, en las islas Canarias y en parte de Hispanoamérica. También se le suele denominar duraznero (del Latín *durus acinus*, «que tiene la piel dura» - aludiendo a la piel del fruto) y a su fruto durazno, en países como Chile, Ecuador, Argentina, Paraguay, Uruguay, México, Perú y Venezuela.

El melocotón o durazno, contiene una única semilla encerrada en una cáscara dura, el «hueso». Esta fruta, normalmente de piel aterciopelada, posee una carne amarilla o blanquecina de sabor dulce y aroma delicado. A la variedad que no tiene la piel aterciopelada se la llama nectarina, pelón o pavía (en Aragón y Navarra).

Los melocotones, junto con las cerezas, ciruelas y albaricoques, son frutas de hueso botánicamente llamadas drupas. Se dividen en variedades cuya carne se separa fácilmente del hueso («prescos/piescos») y en otras que se adhieren firmemente a él, como la variedad llamada «pavía». Las variedades de carne blanca (Presquillas en Aragón, diminutivo de presco) son típicamente muy dulces, con escaso gusto ácido y las más populares de países como China, Japón y sus vecinos asiáticos, mientras que las de

carne amarilla, predilectas de los países europeos y norteamericanos, poseen un fondo ácido, que se paladea junto al dulzor. La piel de ambas variedades tiene tonos rojizos (Wikipedia).

**FIGURA 1**  
**EL DURAZNO**



Fuente: Wikipedia

**TABLA 1**  
**TAXONOMÍA DEL DURAZNO**

<b>TAXONOMÍA DEL DURAZNO</b>	
Reino:	Plantae.
División:	Magnoliophyta.
Clase:	Magnoliopsida.
Subclase:	Rosidae.
Orden:	Rosales.
Familia:	Rosaceae.
Subfamilia:	Amygdaloideae.
Tribu:	Amygdaleae.
Género:	Prunus.
Subgénero:	Amygdalus.
Especie:	Prunus Dulcis.

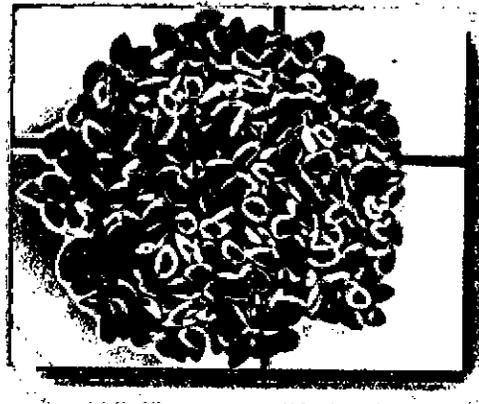
Fuente: Wikipedia

### 2.2.2 Almendra de durazno

La materia prima para el trabajo de investigación se encuentra dentro del durazno, el durazno es una drupa comestible subglobosa con mesocarpio muy carnosos y endocarpio (hueso), dentro del endocarpio encontramos la semilla que es un almendroide no comestible, debido a la presencia, aunque en pequeña cantidad de un precursor del cianuro, la amigdalina. La

almendra de durazno, pertenece al género *Prunus* de familia de las rosáceas.

**FIGURA 2**  
**Almendra de Durazno**



Fuente: Elaboración Propia

**a) características y composición química de semilla de especies prunus**

Los contenidos de carozo por ciento de fruta así como los de semilla por ciento de carozo son de importancia respecto de los rendimientos en aceite seminal.

**TABLA 2****Comparación de carozo, semillas, y aceites en frutas**

<b>Fruta</b>	<b>Carozo %fruta</b>	<b>Semilla %carozo</b>	<b>Aceite %pepa</b>
<b>Damasco</b>	5.6	20 - 25	40 - 47
<b>Guinda</b>	12 - 15	28	32 - 40
<b>Durazno</b>	7.5 - 12	5 - 8	40 - 46
<b>Ciruela</b>	2.3 - 6	5 - 27	30 - 43
<b>Almendra</b>	0	33 - 70	49 - 60

Fuente: Funes, Jorgue Armando (1978)

Según Winton y Winton, el contenido de proteínas seminales en base seca, varía desde el 18% en la almendra hasta el 35 % en la cereza y el de aceite desde el 37 % en la pepa de cereza hasta más del 60 % en la de la almendra.

### **2.2.3 Aceites comestibles**

El Aceite es uno de los principales alimentos que ha consumido el hombre desde la antigüedad. Se sabe que los griegos ya lo empleaban en la preparación de sus comidas, además de preparar productos de belleza con él, el aceite es necesario en la alimentación, ya que a través de sus grasas, obtenemos ciertas sustancias que el organismo necesita y no puede

elaborar, como los ácidos grasos esenciales (omega3 y omega 6), que son imprescindibles para el sistema nervioso.

Además son fuentes importantes de vitamina E, que tiene gran capacidad antioxidante, lo que protege del envejecimiento celular y estimula al sistema inmunológico a prevenir y resistir las infecciones, al igual que otras grasas contribuyen al transporte y absorción de vitaminas liposolubles o solubles en grasa (A,D,E,K) en el organismo, por tanto a pesar de ser los alimentos más calóricos, son alimentos básicos que deben estar presentes cada día en la alimentación, eso sí, en las cantidades adecuadas, sin exceso ni defecto.

Los Aceites comestibles son los que se obtienen a partir de semillas o de frutos oleaginosos y son elaborados en ciertas condiciones establecidas y bajo ciertas normas, todos los aceites de origen vegetal no contienen colesterol y aportan la misma cantidad de calorías, incluso el de oliva, ya que unos 5 gramos, aporta 45 calorías, en cuanto a su aporte calórico 1 gramo de aceite aporta 9 Kcal. (Incanat, 2016).

#### **2.2.4 Componentes de los aceites**

- Triglicéridos.
- Ácidos grasos libres (1 a 10% en los aceites sin refinar)  
Parte insaponificable (0,2 a 10% según los aceites).

- La vitamina E es un poderoso antioxidante y los aceites vegetales constituyen una de las fuentes principales de esta sustancia. Cada ácido graso tiene además propiedades específicas. El ácido linoleico es un ácido graso poliinsaturado que permite reducir el nivel de colesterol, y el ácido alfa-linolénico también tiene efectos en la salud del corazón. El ácido ricinoleico es el principio activo del aceite de ricino y es un poderoso estimulante laxativo, mientras que el ácido gamma-linolénico es el principal responsable de los beneficios del aceite de onagra, que se utiliza entre otras cosas para tratar el dolor de pecho y el eccema atópico.
- Los fitoesteroles se encuentran en los aceites vegetales, especialmente en los aceites de germen. Recientemente se ha hablado mucho de las margarinas enriquecidas con esteroides, ya que permiten reducir el nivel de colesterol de manera tan efectiva como muchos medicamentos). También se sugiere hoy en día que los niveles naturales de fitoesteroides presentes en muchos aceites vegetales (aceite de maíz: 968mg/100g, aceite de germen de trigo: 553mg/100g y aceite de oliva: 221mg/100g)\* pueden contribuir asimismo a reducir considerablemente el nivel de colesterol. Existen otros muchos componentes beneficiosos que se extraen y se concentran a partir de derivados del proceso de refinado, como los betacarotenos, la vitamina K, la fosfatidilcolina, que se usa en el tratamiento de enfermedades hepáticas, y la fosfatidilserina,

empleada fundamentalmente en la prevención del deterioro cerebral.

### **2.2.5 Clasificación de aceites comestibles**

La clasificación de las grasas líquidas, lo que normalmente denominamos aceite, se dividen en aceites de semillas y grasas de frutos.

#### **a) Aceites de semilla**

Los principales aceite de semillas son los siguientes:

##### **1.- Aceite de algodón**

Se obtiene como subproducto de las semillas de la planta del algodón. En bruto tiene un color oscuro, un olor y sabor característico el cual pierde parte tras el refinado. Es rico en ácido palmítico y más en ácido linoleico. Se utiliza con poca frecuencia, la podemos encontrar en margarinas, como aliño de ensaladas y en frituras de aperitivos.

##### **2.- Aceite de maíz**

Procede del germen de la planta (*Zea mays*) como subproducto de la obtención del almidón. Es de gran interés nutricional porque es muy rico en ácidos grasos poliinsaturados (más del 50% es ácido linoleico). El aceite de maíz, que es cada vez más fácil de encontrar, y es muy rico en vitamina E. Se utiliza para la elaboración de margarinas, mayonesas y en algunos sitios como aliño de ensaladas.

### **3.- Aceite de cacahuete**

Se extrae de la planta *Arachis hypogea*, la composición en ácidos grasos es variable todo depende de su origen, es un aceite rica en ácido oleico y linoleico este último en menor medida. Se considera un aceite muy caro para su utilización en la cocina

### **4.- Aceite de soja**

Se obtiene a partir de las semillas de *Glicina max*, es el aceite de mayor producción en el mundo. Es rico en ácido oleico y linoleico. Este aceite refinado tiene un 8% de ácido linolénico por ello puede sufrir una auto oxidación en el proceso de envasado y almacenamiento. Tiene un elevado contenido en ácidos graso poliinsaturados lo que hace que se enrancie con facilidad. Se utiliza principalmente en margarinas, como aliño de ensaladas y en horneados y frituras.

### **5.- Aceite de cártamo**

Es el aceite de mayor contenido en ácido linoleico alrededor del 80%, no se usa mucho debido a su alto precio

### **6.- Aceite de girasol**

Es el más consumido en Europa. Se obtiene por el prensado de la semilla, su componente mayoritario es el ácido linoleico (más del 60%) y después el oleico (más del 20%). Desde el punto de vista nutricional este aceite es interesante por su alto contenido en ácidos grasos poliinsaturados y ácidos

grasos monoinsaturados. Su utilización es mayoritariamente para frituras. Ya que económicamente es más barato que los otros tipos de aceites.

#### **7.- Aceite de canola**

Procede de una variedad nueva de colza. Tiene un bajo contenido en ácidos grasos saturados.

#### **8.- Aceite de sésamo**

Es rico en oleico y linoleico y en tocoferol lo que favorece su conservación. Se añade a las margarinas.

#### **9.- Aceite de linaza**

En la alimentación se utiliza muy poco ya que se oxida fácilmente.

#### **10.- Aceite de palma**

Se extrae del fruto y de la semilla de la palmera, destaca por su elevado contenido en ácidos grasos saturados (más del 50%) respecto a este ácido hay que tener precauciones en su consumo ya que si es consumido con mucha frecuencia puede ser perjudicial para nuestra salud porque aumenta el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares.

#### **11.- Aceite de oliva**

En España es una de las más consumidas, no deja de ser una grasa por ello su consumo tiene que ser moderado. Nos aporta una gran cantidad de ácidos grasos monoinsaturados, y su utilización es muy amplia, como puede ser en frituras, ensaladas o mayonesas.

Los diferentes tipos de aceite de oliva nos aportan ácidos grasos monoinsaturados.

Se obtiene de la oliva o aceituna cuando ya ha madurado, en algunos casos ha de someterse a un proceso de refinado para que el aceite sea apto para el consumo. Dependiendo de la intensidad de este proceso varía su composición química y sus características organolépticas. Podemos diferenciar diferentes tipos:

➤ **Aceite de oliva virgen**

Se obtiene del fruto del olivo exclusivamente por diferentes procesos no se agrega ningún componente químico por ello su precio es más elevado ya que es natural. Es el que nos aporta más vitamina E. Podemos encontrar aceite de oliva virgen extra, aceite de oliva virgen y aceite de oliva lampante. Entre ellas se distinguen por su acidez, es decir por su contenido en ácido oleico.

➤ **Aceite de oliva refinado**

Se obtiene por el refinado de aceites de oliva vírgenes.

➤ **Aceite de oliva**

Es una mezcla de aceite de oliva refinado y del virgen.

➤ **Aceite de orujo de oliva crudo**

Se obtiene del orujo de oliva, mediante tratamientos con procesos químicos o empleando medios físicos.

➤ **Aceite de orujo de oliva refinado**

Se obtiene del refinado del aceite de oliva crudo.

Sus beneficios son:

- ✓ Tiene un efecto beneficioso en la calcificación de los huesos.
- ✓ También se caracteriza por tener un efecto protector de la piel.
- ✓ Favorece la absorción de calcio. Es beneficioso porque ayuda a reducir el colesterol.
- ✓ Tiene un gran poder antioxidante. Es beneficioso para las personas diabéticas ya que ayuda a controlar la glucosa.

Algunos consejos de cómo utilizar los aceites comestibles

- ✓ Lo mejor es utilizarlo en crudo para no alterar sus propiedades nutricionales.
- ✓ La temperatura óptima de conservación es de 20°C, con frío puede espesar.
- ✓ Para conservar sus características organolépticas lo ideal es mantenerlo en su envase original y almacenarlo en un lugar oscuro alejado de la luz solar.
- ✓ Para freír un alimento correctamente, se debe utilizar suficiente aceite para cubrir en su totalidad el alimento.
- ✓ La temperatura ideal para freír debe estar entre los 160°C a 190°C, si la temperatura es mayor pueden sufrir alteraciones. El mejor aceite para freír, es el aceite de oliva, ya que puede resistir

temperaturas de hasta 210°C, sin sufrir alteraciones frente al de girasol que lo hace a 170°C.

### **2.2.6 Características físicas y químicas de los aceites comestibles**

Los ácidos grasos más abundantes presentan cadenas lineales con un número par de átomos de carbono. En los seres vivos son escasos en estado libre, aunque abundantes como componentes principales de la mayoría de los lípidos. Pueden ser utilizados energéticamente, pudiendo ser degradados completamente a CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O. Existen unos 100 ácidos grasos que difieren en la longitud de sus cadenas, y en el número y posición de las insaturaciones. La variación en las longitudes de cadena es muy amplia, entre algunos ácidos grasos de la leche con cuatro átomos de carbono, y los ácidos grasos de algunos aceites de pescado, con 30 átomos de carbono. En aceites vegetales, son frecuentes los ácidos grasos con 18 átomos de carbono. Pueden ser:

- 1. Saturados**, sin dobles enlaces (sólidos). Por ejemplo: Ácido. Palmítico, Acido. Esteárico. Acido. Araquídico.
- 2. Insaturados**, con un doble enlace (mono-) o varios (poli-) (líquidos, menor punto de fusión). Por ejemplo: Acido. Palmitoleico, Acido. Oleico, Acido. Linoleico, Acido linolénico.

Los dobles enlaces situados en la cadena de carbonos o los sustituyentes de la misma se designan químicamente asignando al carbono del grupo carboxilo la posición 1. Así, los dobles enlaces del ácido linoleico le proporcionan el nombre químico sistemático de ácido 9,12-

octadecadienoico. Suelen presentar dobles enlaces en configuración geométrica Z (cis), aunque puede haber también E (trans). Los ácidos grasos con triples enlaces son raros. Los monoinsaturados suelen tener su doble enlace en el C 9, y los poliinsaturados los suelen tener intercalados cada tres átomos de C. Los aceites, así como las grasas, son triglicéridos de glicerol (llamado glicerina 1, 2, 3 propanotriol o solo propanotriol) El glicerol es capaz de enlazar tres radicales de ácidos grasos llamados carboxilatos. Dichos radicales grasos por lo general son distintos entre sí; pueden ser saturados o insaturados. La molécula se llama triacilglicérido o triacilglicerol. Los radicales grasos pueden ser desde 12 carbonos de cadena hasta 22 y 24 carbonos de extensión de cadena. Existen en la naturaleza al menos 50 ácidos grasos. Algunos radicales grasos característicos provienen de alguno de los siguientes ácidos grasos:

Ácido linoleico      **C18:2**

Ácido linolénico    **C18:3**

Ácido oleico        **C18:1**

Ácido Palmitoleico **C16:1**

Estos ácidos son los llamados ácidos grasos insaturados o ácidos grasos esenciales, llamados así porque el organismo humano no es capaz de sintetizarlos por sí mismo, y es necesario por tanto ingerirlos en los alimentos.

Los ácidos grasos saturados son los siguientes:

Ácido esteárico **C18:0**

Ácido palmítico **C16:0**

Para el caso de los aceites los carboxilatos contienen insaturados o enlaces dieno o trieno, que le dan la característica líquida a temperatura ambiente. Los aceites son mezclas de triglicéridos cuya composición les da características particulares. Los aceites insaturados como los casos expuestos, son susceptibles de ser hidrogenados para producir mantecas hidrogenadas industrialmente de determinado grado de insaturación o índice de yodo que se destinan para margarinas y mantecas de repostería. Son aceites de gran importancia los omega 3 y los omega 6, que son poliinsaturados, muy abundantes en peces de aguas heladas.

### **2.2.7 Aceite de la almendra de durazno**

Las pepas de durazno contienen alrededor de 42% de aceite, pudiendo ser usadas para la obtención de un aceite esencial de igual forma que las de las almendras. Mundialmente se produce poco aceite de durazno, aunque en Europa se comercializa un aceite con el nombre de "aceite de durazno", que en rigor es una mezcla de aceites de distintos Prunus (durazno, almendra, ciruelo y damasco).

Aunque la cantidad de duraznos industrializados es grande, es poco significativa la producción de aceite. Ello es debido a dos causas principales:

- 1) Las maquinas cortadoras seccionan el carozo de manera tal que la recuperaci3n de los fragmentos es dificultosa.
- 2) Es un aceite cuya obtenci3n no resulta muy retributiva, pues si bien la pepita rinde alrededor de 42% de aceite, ella representa tan solo el 10% del peso total del carozo.

Lotti y colaboradores han examinado los aceites extraidos de las semillas de 60 variedades de durazno, analizaron las caracteristicas analiticas tradicionales y la composici3n acida de los aceites por CGL, as3 como su comportamiento al UV y al IR. Llegaron a la conclusi3n que la variedad influye notablemente tanto sobre el contenido en aceite de la semilla como sobre la composici3n acida de los mismos, mientras que no ejerce influencia sobre su comportamiento al UV. Los valores que informaron fueron los siguientes:

**TABLA 3**  
**COMPORTAMIENTO A LA EXPOSICI3N DE UV**

$\eta_{25}$	1.4689 – 1.4728	Valor medio: 1.4689
Indice de yodo	89.0 – 108.5	Valor medio: 98.5
Indice de Saponificaci3n.	188.0 – 193.0	Valor medio: 190.0

Fuente: G. LOTTI, G. ANELLI, EVANGELOS S. LAZOS

Composición acida (valores extremos):

**TABLA 4**  
**COMPOSICIÓN ACIDAS (VALORES EXTREMOS)**

16:0	6.1 – 12.3%
16:1	0.2 – 0.9%
18:0	1.0 – 3.2%
18:1	44.6 – 80.5%
18:2	11.6 – 41.2%

Fuente: G. LOTTI, G. ANELLI, EVANGELOS S. LAZOS

### 2.2.8 Métodos de extracción sólido – líquido

La extracción sólido – líquido es una operación básica en la que uno o varios componentes contenidos en una sustancia sólida se transfieren a una fase líquida. La fase líquida utilizada para la separación es el disolvente. Como resultado de este contacto entre una fase sólida y otra líquida, uno o varios componentes (solutos) se transfieren al disolvente, de modo tal que se producen dos corrientes: la corriente saliente formada por el sólido agotado que se denomina "refinado" y la formada por el soluto y el disolvente que recibe el nombre de "extracto". El sentido de la transferencia es siempre del sólido al líquido. Por regla general, el disolvente debe poseer un elevado grado de selectividad frente al soluto a extraer y el sólido agotado debe ser prácticamente insoluble en el disolvente y fácilmente separable del extracto mediante una operación sencilla (decantación, filtración, etc.). El soluto puede ser un sólido disperso en el interior del

material insoluble o puede estar recubriendo su superficie, es decir puede estar contenido dentro de su estructura celular o ser un líquido adherido o retenido por el sólido. Casi siempre el producto valioso es el soluto, pero en ocasiones puede tratarse de una impureza a eliminar del sólido para obtener este con un grado de pureza mucho más elevado.

Las diversas formas en que el soluto puede estar contenido en el sólido inerte influyen sobre la mayor o menor facilidad con que puede llegar el disolvente hasta el, y por tanto sobre las leyes físicas que regulan la operación, por lo que cada caso de extracción sólido - líquido requiere un tratamiento teórico distinto.

Los sólidos sufren por lo general un tratamiento mecánico y a menudo térmico antes de la extracción, a fin de hacer el soluto accesible de preparación o acondicionamiento como trituración, tostación, laminación pulverización, calentamiento, tratamiento con vapor o humedecimientos.

Dentro de una operación normal de extracción sólido – líquido se distinguen tres etapas:

A) Contacto del sólido con el disolvente, quien cede el constituyente soluble (soluto) al disolvente, dando lugar a la disolución del compuesto soluble. Para ello, es preciso facilitar al máximo la transferencia de materia, mediante un buen contacto entre soluto y disolvente. En muchos casos, es preciso triturar y moler previamente el sólido para procurar el máximo contacto entre solvente y soluto.

B) Separación de la solución "cargada" (extracto) de los sólidos (refinados). Esta operación se lleva a cabo generalmente, por filtración y en el caso de sólidos densos y gruesos, puede ser suficiente una simple sedimentación. El extracto puede comercializarse como tal, o bien como sucede normalmente, se procede a una separación del soluto, reciclándose el disolvente.

C) Lavado del residuo sólido, para recuperar la mayor cantidad posible de disolvente o para agotar el sólido al máximo. Esta operación se realiza mediante un disolvente distinto del primero y fácilmente separable de este y/o del sólido.

El proceso completo de extracción suele comprender la recuperación por separado del disolvente y del soluto, pero esto se efectúa por otro tipo de procesos, como la evaporación o la destilación.

Los parámetros fundamentales en un proceso de extracción sólido – líquido son:

- ✓ Naturaleza de sólido, soluto y disolvente.
- ✓ Tamaño del sólido.
- ✓ Relación disolvente / alimentación.
- ✓ Otros, tales como la temperatura de operación. El pH tiene en este caso una importancia menor.

## **2.2.9 Métodos de Extracción de aceites comestibles**

### **a) Por prensado**

Para saber cómo podemos extraer los aceites vegetales por prensado, primero debemos saber el tipo de ingrediente básico que vamos a usar. Por un lado, se encuentran los frutos oleaginosos, como la oliva y el maíz, y, por otro lado, las semillas oleaginosas como el sésamo, la almendra, el argán o el cacahuete. Los extractos de los aceites vegetales se pueden conseguir de dos formas. En la destilación por arrastre de vapor de agua se lleva a cabo la vaporización selectiva del componente volátil de una mezcla formada por este y otros “no volátiles”. Lo anterior se logra por medio de la inyección de vapor de agua directamente en el seno de la mezcla, denominándose este “vapor de arrastre”, pero en realidad su función no es la de “arrastrar” el componente volátil, sino condensarse formando otra fase inmiscible que cederá su calor latente a la mezcla a destilar para lograr su evaporación. En este caso se tendrá la presencia de dos fases inmiscibles a lo largo de la destilación (orgánica y acuosa), por lo tanto, cada líquido se comportará como si el otro no estuviera presente, es decir, cada uno de ellos ejercerá su propia presión de vapor y corresponderá a la del líquido puro a una temperatura de referencia (Wankat, 1988). La condición más importante para que este tipo de destilación pueda ser aplicado es que tanto el componente volátil como una impureza sean insolubles en agua, ya que el producto destilado (volátil) formará dos fases al condensarse, lo cual permitirá la separación del

producto y del agua fácilmente. La presión total del sistema será la suma de las presiones de vapor de los componentes de la mezcla orgánica y del agua.

El comportamiento que tendrá la temperatura a lo largo de la destilación será constante, ya que no existen cambios en la presión de vapor o en la composición de los vapores de la mezcla, es decir, el punto de ebullición permanecerá constante mientras ambos líquidos estén presentes en la fase líquida se elimine por la propia ebullición de la mezcla, la temperatura ascenderá bruscamente (Wankat, 1988). Por otra parte, si este tipo de mezclas con aceites de alto peso molecular fueran destiladas sin la adición del vapor se requeriría de gran cantidad de energía para calentarlas y se emplearía mayor tiempo, pudiéndose descomponer si se trata de aceites esenciales.

La destilación por arrastre de vapor es un método sencillo y de bajo costo, pero su inconveniente es que requiere largos periodos de tiempo y tiene rendimientos bajos en comparación con otros métodos.

#### **a.1 Extracción por prensado de aceites vegetales de frutos**

Estos, además de contener aceite y grasa, los frutos oleaginosos también están compuestos por agua y otras sustancias como proteínas y minerales. Por eso, hay que separar el aceite vegetal del resto de su composición. Para ello, se pelan los frutos oleaginosos, se deshuesan, se laminan y se trituran. El resultado es una masa que deberemos prensar, en caliente o en frío, para extraer el orujo, donde se encuentran los aceites vegetales.

### **a.2 Extracción por prensado de aceites vegetales de semillas**

En el caso de las semillas oleaginosas, primero hay que descascarillarlas para separar la cáscara de la semilla, y después se limpian, se laminan o se trituran y finalmente se cuecen a 90 o 100 °C. Posteriormente, hay que exprimirlas para separar el aceite vegetal del orujo obtenido tras la cocción. Este proceso puede llevar posteriormente un proceso de refinado, ya que muchos aceites vegetales de semillas no pueden consumirse puros tras ser prensados. No obstante, dado que ese refinamiento supone alterar la composición natural y pone en riesgo las propiedades de los aceites vegetales, es preferible usar aceites vegetales obtenidos de la primera presión en frío, que si son refinados sea mediante un proceso físico para eliminar impurezas que alteren su olor o dificulten su conservación y apostar por productos ecológicos como aceites vegetales orgánicos.

### **b.1 Con disolventes**

En el método de extracción con disolventes volátiles, la muestra seca y molida se pone en contacto con disolventes orgánicos tales como alcohol y cloroformo, entre otros, estos disolventes solubilizan la esencia pero también solubilizan y extraen otras sustancias tales como grasas y ceras, obteniéndose al final una oleorresina o un extracto impuro. Se utiliza a escala de laboratorio porque a nivel industrial resulta costoso por el valor comercial de los disolventes, porque se obtienen esencias contaminadas con otras sustancias y además por el riesgo de explosión e incendio característicos de muchos disolventes orgánicos volátiles (Martínez, 2003).

Los extractos obtenidos con este tipo de disolventes suelen ser más oscuros, ya que llega arrastrar algunos pigmentos, su solubilidad en alcohol diluido es menor y se recuperan muchos compuestos de tipo aromático. El disolvente con el aceite esencial se filtra y se evapora a presión atmosférica y/o vacía. Los restos de disolventes deben separarse a temperatura baja (Ortuño, 2006).

Los métodos más usados a nivel laboratorio son extracción por reflujo y mediante equipo Soxhlet (Komaitis, 2006). Otro tipo de extracción por disolventes, mayormente usada a nivel laboratorio, es la maceración o extracción alcohólica, en la cual la materia orgánica reposa en soluciones de alcohol por periodos de tiempo definidos. Los aceites esenciales son recuperados evaporando el alcohol generalmente en rotavapores.

### **c.1 Por fluidos supercríticos**

La extracción por fluidos supercríticos es una operación unitaria que explota el poder disolvente de fluidos supercríticos en condiciones encima de su temperatura y presión críticas. Es posible obtener extractos libres de disolvente usando fluidos supercríticos y la extracción es más rápida que con la utilización de disolventes orgánicos convencionales. Estas ventajas son debidas a la alta volatilidad de los fluido supercríticos (gases en condiciones ambientales normales) y a las propiedades de transporte mejoradas (alta difusividad y baja viscosidad). Usando dióxido de carbono, en particular, el tratamiento es a temperatura moderada y es posible lograr una alta selectividad de micro-componentes valioso en productos

naturales. La selectividad del  $CO_2$  también es apropiada para la extracción de aceites esenciales, pigmento, carotenoides antioxidantes, antimicrobianos y sustancias relacionadas, que son usadas como ingredientes para alimentos, medicinas y productos de perfumería y que son obtenidas de especies, hierbas y otros materiales biológicos (Del Valle, Aguilera, 1999).

### **2.3 Definición de términos**

**¿A qué se llaman aceites comestibles?** Son sustancias líquidas que consta de una mezcla de compuestos orgánicos que se obtiene ya sea por prensado, y por extracción con solvente.

**¿Qué es Almendra?**- Es el fruto del almendro (*Prunus dulcis*). Posee una película de color canela que la envuelve, además de una cáscara exterior que no es comestible y que representa un peso importante de la almendra y una piel verde que se va secando. Por ello la parte comestible de este fruto se reduce a un 40%.<sup>2</sup>

**¿Qué es aceite de la Almendra?** - Es un aceite esencial, muy difundido en la naturaleza. Es un pigmento o colorante verde de las plantas, es un importante producto natural, benéfico para la humanidad. Los antiguos Griegos, aclamados por sus conocimientos en medicina natural, utilizaban plantas de hojas verdes para tratar heridas y roces. La palabra clorofila se deriva de las palabras griegas "chloros" (verde) y "phyllon" (hoja),

**¿Qué es la Extracción?**- La extracción es un proceso difusional que consiste en separar el constituyente del soluto deseado o eliminar un soluto indeseable de la fase sólida, este debe ponerse en contacto con una fase líquida. Es un proceso difusional más antigua que se emplea en la industria.

La técnica para llevar acabo son dos etapas:

La colada o extracción en frio, y la otra la decocción o extracción a temperatura adecuada.

**¿En qué consiste la extracción del aceite de la almendra de durazno?**

La extracción del aceite de la almendra de durazno a en escala industrial consiste en extraer el soluto (aceite) por la acción del paso del solvente sobre la almendra de durazno en un sistema llamado extractor. Esto implica la elección de un proceso que satisfaga las normas de productos establecidos y la instalación de un equipo que asegure el buen rendimiento en el proceso de extracción del aceite sin peligro de explosión [5].

**¿Qué es tecnología?** - Es el conjunto de reglas técnicas que se apoyan en un fundamento científico, necesarias para la fabricación de uno o más productos, y para establecer una empresa con ese fin (El saber hacer)

**Condensación:** se conoce como condensación el proceso físico consistente en el paso de una sustancia de estado vapor a estado líquido.

**Ebullición:** temperatura a la cual una sustancia pasa de estado líquido a gas.

**Presión de vapor:** es la presión que provoca el vapor en equilibrio con el líquido o el sólido que lo origina a una determinada temperatura.

## **CAPITULO III**

### **VARIABLES E HIPÓTESIS**

#### **3.1 Variables de investigación**

Las variables son las siguientes:

$$X = f (Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, \dots)$$

**Variable dependiente:**

**X** = Extracción de aceite de la almendra de durazno y su caracterización a nivel de laboratorio.

**Variables independientes:**

**Y<sub>1</sub>** = Características físicas y químicas del aceite de la almendra de durazno.

**Y<sub>2</sub>** = Características del equipo experimental a utilizar en el proceso de extracción del aceite de la almendra de durazno.

**Y<sub>3</sub>** = Condiciones de operación para la extracción del aceite de la almendra de durazno.

#### **3.1.1 Operacionalización de las Variables**

Variables independientes, controlable:

Velocidad de extracción, L/s:

**Y<sub>1</sub>** = Cantidad de almendra de durazno en la alimentación, g

**Y<sub>2</sub>** = Cantidad de solvente de extracción, L

**Y<sub>3</sub>** = Condición de operación (presión, temperatura) (atm, °C)

**Y<sub>4</sub>** = Tiempo de extracción, h

**Variables dependientes:**

**X** = Extracción de aceite de la almendra de durazno y su caracterización a nivel de laboratorio. (Cantidad de aceite extraído, g., grado de extracción, %, cantidad de la pulpa no extraída).

**Variables intervinientes:**

- Eficiencia de extracción.
- Eficiencia del equipo
- Instrumento de análisis

### 3.2 Operacionalización de variables

VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
X = Extracción de aceite de la almendra de durazno y su caracterización a nivel de laboratorio.	Cantidad de aceite extraída de la almendra de durazno (Flujo de producción)	-Porcentaje de aceite extraído %.)	Experimento en el laboratorio.
VARIABLES INDEPENDIENTES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
Y <sub>1</sub> = Características físicas y químicas del aceite de la almendra de durazno.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Propiedades físicas de los aceites.</li> <li>- Propiedades químicas de los aceites.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Índice de refracción.</li> <li>-Desviación polarimetría.</li> <li>-Densidad y densidad relativa.</li> <li>-Índice de Ester.</li> <li>- Cromatografía de gases.</li> </ul>	Experimental
Y <sub>2</sub> = Características del equipo experimental a utilizar en el proceso de extracción del aceite de la almendra de durazno	Características del equipo	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Altura de la columna (m)</li> <li>-Dimensiones del Balón (ml)</li> </ul>	Experimental.
Y <sub>3</sub> = Condiciones de operación para la extracción del aceite de la almendra de durazno	Condiciones de operación	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Temperatura (°C).</li> <li>-Flujo de alimentación de almendra (g/lote).</li> <li>-Tiempo de extracción (hr).</li> <li>-Tamaño de partícula de la almendra de durazno (mm)</li> </ul>	Experimental.

### **3.3. Hipótesis**

#### **3.3.1 Hipótesis general**

El método de extracción sólido-líquido bien formulados nos permite extraer el aceite de la almendra de durazno con un mayor rendimiento.

#### **3.3.2 Hipótesis específicas**

1. El método de análisis de aceites comestibles (AOCS), nos permite evaluar y determinar las características físicas y químicas del aceite de la almendra de durazno.
2. Las características del equipo experimental muestran ventajas respecto a otros equipos.
3. El diseño experimental bien formulado nos permite extraer el aceite de la almendra de durazno a nivel de laboratorio, a las condiciones de operación óptimas.

## **CAPITULO IV**

### **METODOLOGÍA**

Para lograr los objetivos propuestos en la presente tesis para la extracción del aceite de la almendra de durazno se ha utilizado la siguiente metodología:

#### **4.1 Tipo de la investigación**

Este trabajo de tesis es una investigación predictiva y aplicada, puesto que se ha utilizado técnicas de las ciencias aplicadas tecnológicas y sustantivas para su elaboración.

#### **4.2 Diseño de la investigación**

##### **a) Definir el escenario de la investigación**

El presente trabajo de tesis ha tenido como escenario el Laboratorio de Investigación, Desarrollo e Innovación, y Laboratorio de Operaciones y Procesos Unitarios (LOPU) de la FIQ-UNAC.

##### **b) Preparación de la almendra de durazno**

La muestra pasa por una selección que consiste en la separación de almendras en buen estado, luego se reduce en partículas aproximadamente de 0,8 mm una clasificación por tamaño para homogenizar la muestra.

### **c) Diseño del equipo experimental**

Se ha evaluado las características del equipo experimental utilizado en el proceso de extracción y refinamiento del aceite de la almendra de durazno.

### **d) Elegir el método o modelo de diseño**

Dado que los fundamentos del proceso de extracción sólido-líquido nos ha proporcionado que el tipo de extracción a utilizarse es el método soxleth.

### **e) Determinar las variables de diseño**

Se ha utilizado la información científica relevante, para cuantificar los indicadores de las principales variables como: tamaño de partícula, cantidad de almendra de durazno triturado, relación solvente/sólido (L/S), señalas en el diseño experimental con los propósitos de determinar los parámetros del proceso de extracción del aceite de la almendra de durazno el tiempo de extracción.

## **4.3 Población y muestra**

### **4.3.1 Población de estudio**

Las almendras de durazno fueron recolectadas en el mes de diciembre en la empresa procesadora de pulpa de fruta de durazno. La empresa se encuentra ubicada en la carretera panamericana norte km 191 en el distrito de Supe, provincia de Barranca, departamento de Lima.

Nuestra población consistió de 1 kg de almendra de durazno exentos de hongos y libre de partículas extrañas (carozo) que fueron transportados al laboratorio de investigación de la Universidad Nacional del Callao.

#### **4.3.2 Tamaño de muestra**

El tamaño de la muestra de estudio ha sido de 5 gramos de almendra de durazno molida para la extracción con hexano con Soxhlet.

#### **4.4 Técnicas e instrumentación de datos**

##### **a) Determinación de las propiedades físicas de los aceites comestibles**

###### **➤ Determinación de índice de refracción**

NTP ISO 280:2011

NTP 319.075:1974

Principio del método: consiste en la medición del ángulo de refracción del aceite esencial mantenido en condiciones de transparencia e isotropismo, a una longitud de onda de luz de 589.3 mm, que corresponde a la línea D de sodio.

###### **➤ Determinación del poder rotatorio específico de la desviación polarimétrica**

**NTP 319.076:1974**

Principio del método: La medida del poder rotatorio específico es la medida de la rotación del plano de polarización de la luz, al atravesar un espesor

determinado de aceite esencial, a una longitud de onda determinada, la cual suele ser la línea D de la luz de sodio.

➤ **Determinación de la densidad y de la densidad relativa.**

NTP 319.081:1974

Principio del método: este método se basa en el uso de picnómetro, para de esta forma evitar el innecesario uso de grandes cantidades de aceite.

➤ **Determinación de la solubilidad en hexano**

NTP 319.0.84:1974

Principio del método:

➤ **Determinación del residuo por evaporación**

NTP 319.089:1974

Principio del método:

**Determinación de las propiedades químicas de los aceites esenciales**

➤ **Determinación del índice de ester**

NTP 319.088:1974

Principio del método: es el número de miligramos de hidróxido de potasio necesarios para neutralizar los ácidos liberados por hidrolisis de los esteres contenidos en una muestra de aceite esencial.

➤ **Determinación del índice de acidez**

NTP 319.085:1974

Principio del método: es la cantidad de miligramos de hidróxido de potasio necesario para neutralizar los ácidos libres contenidos en un gramo de aceite esencial.

➤ **Identificación y cuantificación de los componentes del aceite esencial de la almendra de durazno por cromatografía de gases**

Esta técnica acopla, permite obtener el espectro de masas de cada componente del aceite esencial con el cual se obtiene el peso molecular e información estructural.

Instrumentos de recolección de datos

Registros de observación, resultados de los análisis y comparación de los resultados.

#### **4.5 Procesamiento de recolección de datos**

En esta etapa se procedió a desarrollar la preparación de aceites esencial de almendra de durazno, posteriormente se realizó la determinación de sus propiedades físico – químicas, con el propósito de cumplir con los objetivos y las hipótesis de la presente tesis. Se ha hecho la recolección de información sobre características físicas y taxonómicas, del aceite esencial de la almendra de durazno.

#### **4.6 Procedimiento estadístico y análisis de datos**

La información resultante de la extracción del aceite de la almendra de durazno fue procesada por el programa Excel, de manera que el procesamiento de la información resultara lo más sencillo posible y quede

disponible para los requerimientos del presente trabajo. Los datos que se han obtenido en los ensayos de laboratorio sirvieron para contrastar las hipótesis planteadas.

#### **4.7. Métodos de extracción por solvente en caliente**

Se ha usado el equipo de Soxhlet con recuperación de solvente. La muestra de la almendra molida fue preparada, pesada empaquetada en un papel de filtro watman, el papel empaquetada se coloca en el cuerpo de Soxhlet y se ha agregado el solvente destilado hasta que una parte del mismo sea sifonada hacia el matraz.

La cocina eléctrica fue conectada a baja temperatura, el solvente al calentarse se evapora y asciende hacia la parte superior del cuerpo donde se condensa por refrigeración con agua y cae sobre la muestra, regresando posteriormente al matraz por el sifón arrastrando consigo el aceite, generándose el ciclo cerrado.

La velocidad del solvente fue de 40 gotas por minuto durante 3 horas aproximadamente, se coloca el recuperador de solvente al aparato cuando contiene poco solvente (momento antes que sea que este sea sifonado desde el cuerpo).

Luego hemos evaporado, concentrado y recuperado el solvente, finalmente se ha pesado y determinado la cantidad total del aceite extraída de la muestra y expresarlo en porcentaje.

#### **4.8. Materiales y equipos usados**

##### **4.8.1. Materia prima e insumos**

**a) Materia Prima** : Almendra de durazno, (seco y molido)

**b) Solvente extractor** : Hexano, etanol.

**c) Insumos** : agua destilada

#### **4.9. Equipos y accesorios.**

Se ha usado el extractor Soxhlet con recuperación de solvente que consta de:

- Cocina eléctrica de 1500 watts.
- Un balón de vidrio.
- Un cuerpo de Soxhlet (recipiente de vidrio).
- Un Termómetro.
- Un condensador.
- Un recuperador de solvente.
- Probetas de 100 ml.
- Probetas de 200 ml.
- Una pera de decantación de 250 ml.
- Envases de vidrio de color ámbar.
- Molino cortador (licuadora).
- Cronometro digital.
- Balanza digital.
- Secador.

## **4.10. Parte experimental**

### **4.10.1. Diseño Experimental**

#### **1. Bases de diseño.**

Se ha estudiado la extracción de aceite de la almendra de durazno en forma experimental mediante el método del Soxhlet con hexano como solvente.

Las variables cuantitativas de importancia son: cantidad de materia prima (alimentación de almendra de durazno molido), cantidad y tipo de solventes extractor, tiempo de extracción.

Los experimentos se realizaron a nivel de laboratorio para determinar los efectos de las variables mencionadas sobre el rendimiento o grado de extracción del aceite de la almendra de durazno, tiempo de extracción, número de etapas y la relación de solvente a materia prima; y el performance de los equipos e instrumentos de medición.

Se seleccionó el diseño factorial para analizar los efectos causados por los diferentes factores estudiados durante el proceso de extracción. Esto ha permitido visualizar la influencia de cada uno de ellos sobre la extracción del aceite de la almendra de durazno y las interacciones entre las mismas. La estructura del diseño de experimento tiene como modelo  $2^3$ , donde el 2 representa para este diseño dos niveles, uno alto y uno bajo y el 3 representa los tres factores como lo son masa de la almendra, tamaño de la partícula y el tiempo de la extracción, dando un total de 8 experimento

en la obtención de las condiciones de operación óptima para la extracción de aceite de almendra de durazno.

**TABLA 5**  
**FACTORES Y NIVELES**

<b>FACTOR</b>	<b>ASIGNACIÓN</b>	<b>NIVEL BAJO</b>	<b>NIVEL ALTO</b>
<b>MASA DE LA ALMENDRA (g)</b>	<b>A</b>	<b>3</b>	<b>5</b>
<b>CANTIDAD DE SOLVENTE (ml)</b>	<b>B</b>	<b>150</b>	<b>200</b>
<b>TAMAÑO DE LA PARTICULA (mm)</b>	<b>C</b>	<b>0,5</b>	<b>0,8</b>

Fuente: Elaboración Propia.

**TABLA 6**  
**DISEÑO EXPERIMENTAL 2<sup>3</sup>**  
**PARA DETERMINAR CONDICIONES DE EXTRACCIÓN**

N° de EXPERIENCIAS	VARIABLE			VECTOR DE RESPUESTA
	A	B	C	% EXTRACCION
1	5	200	0,8	
2	5	150	0,8	
3	3	200	0,8	
4	3	150	0,8	
5	5	200	0,5	
6	5	150	0,5	
7	3	200	0,5	
8	3	150	0,5	

Fuente: Elaboración Propia.

## 2. Operación y control de prueba

Durante la operación de la prueba experimental se han controlado las siguientes variables:

- El tiempo de extracción.
- Al término de cada etapa de extracción fue extraída la solución para su respectivo análisis fisicoquímico.

- La temperatura homogénea medio, se logrado utilizando un refrigerante adecuado.

#### **4.10.2. Desarrollo Experimental**

Se procesaron cuatro muestras de  $5,00 \pm 0,01$  g, de tamaños de partículas 0,8 mm y cuatro muestras de  $3,00 \pm 0,01$  g de tamaños de partículas 0,5 mm, mediante equipo Soxhlet, empleando como solvente n-hexano p.a. durante un tiempo de 48 minutos. Los parámetros de extracción fueron: temperatura  $57 \pm 2$  °C y flujo de solvente 30 gotas por minuto. La miscela se destiló a presión reducida en el mismo equipo de extracción, en el cual se ha instalado el recuperador de solvente para obtener el aceite crudo, hasta eliminar el solvente residual. El aceite crudo se envasó en frascos de vidrio ámbar con rosca y se almacenó a temperatura ambiente (25 °C y 90% HR) hasta su posterior evaluación.

#### **1. Preparación, molienda y acondicionamiento de la materia prima.-**

El método de preparación del sólido (almendra) depende, del grado del constituyente soluble en el solvente, y de su distribución del principio activo en todo el material sólido original.

Se entiende por almendra sin hueso a la semilla comestible al que se le ha eliminado el hueso. Para determinar su tamaño se tomó la medida transversalmente a la parte más ancha de la semilla, consignándose los siguientes tamaños:

- Gigantes: mayor de 14,5 mm.

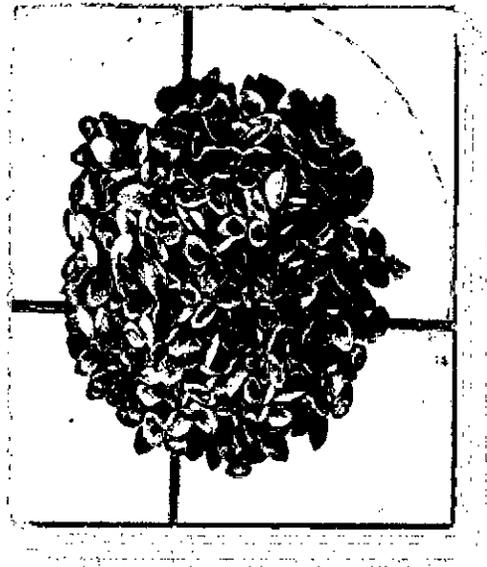
- Grandes: mayor de 14 y hasta 14,5 mm.
- Medianas: mayor de 13 y hasta 14 mm.
- Chicas: mayor de 12 y hasta 13 mm.
- Enanas: menor a 12 mm.

Las almendras (semillas) son de forma ovoide, un poco angulada, de color amarillo opaco, tuberculado y verrugoso, el tamaño varían dependiendo del acomodo del fruto, llegando a medir de 12 a 14,5 mm de largo y de 6 a 8 mm de ancho, estas almendras de durazno fueron recolectadas en el mes de diciembre en la empresa procesadora de pulpa de fruta de durazno. La empresa se encuentra ubicada en la carretera panamericana norte km 191 en el distrito de Supe, provincia de Barranca, departamento de Lima.

Las almendras fueron lavadas, secado, trozado, y desquebrajada en una licuadora, luego secada a 80 °C por hora posteriormente molida en un molino para romper las paredes celulares.

Se han evaluado 10 semillas de durazno las cuales fueron elegidas aleatoriamente el cual se muestra en fig. 5.1 y luego fueron medidos y pesados cada una de las almendras elegidas, cuyas mediciones se muestra en la tabla N° 5.4.

**FIGURA 3**  
**ALMENDRAS DE DURAZNO ENTERAS SIN HUESO**



Fuente: Elaboración Propia.



Fuente: Elaboración Propia.

**TABLA 7**  
**DIMENSIONES DE ALMENDRAS DE DURAZNO ENTERAS SIN HUESO**

<b>SEMILLA DE DURAZNO</b>	<b>ANCHO (mm)</b>	<b>LARGO (mm)</b>	<b>PESO (g)</b>
<b>Semilla 1</b>	<b>6,5</b>	<b>12,5</b>	<b>0,254</b>
<b>Semilla 2</b>	<b>8,0</b>	<b>14,5</b>	<b>0,322</b>
<b>Semilla 3</b>	<b>6,2</b>	<b>13,0</b>	<b>0,282</b>
<b>Semilla 4</b>	<b>7,1</b>	<b>13,2</b>	<b>0,238</b>
<b>Semilla 5</b>	<b>8,0</b>	<b>13,1</b>	<b>0,412</b>
<b>Semilla 6</b>	<b>6,2</b>	<b>14,5</b>	<b>0,221</b>
<b>Semilla 7</b>	<b>7,2</b>	<b>14,2</b>	<b>0,295</b>
<b>Semilla 8</b>	<b>7,1</b>	<b>14,0</b>	<b>0,291</b>
<b>Semilla 9</b>	<b>7,0</b>	<b>14,1</b>	<b>0,346</b>
<b>Semilla 10</b>	<b>8,0</b>	<b>12,1</b>	<b>0,301</b>

Fuente: Elaboración Propia.

**PROMEDIO**

<b>Semilla</b>	<b>7,3</b>	<b>13,52</b>	<b>0,2962</b>
----------------	------------	--------------	---------------

Fuente: Elaboración Propia.

## 2. Instalación del equipo y puesta a punto

El equipo utilizado se muestra en la figura N° 5.1.

**FIGURA 4**  
**INSTALACIÓN DEL EQUIPO SOXHLET**



Fuente: Elaboración Propia.

## 3. Extracción por Soxhlet con solvente

- a) En el matraz balón de 250 ml se coloca un volumen de 200 ml de disolvente (hexano).

b) Una vez colocado el volumen del disolvente seleccionado se conecta el Soxhlet con la columna transportadora de vapor, el cual es conectado al condensador y ésta al tope de la columna extractor.

c) Por la parte posterior de la columna de extracción de lecho fijo (Soxhlet) se alimenta la almendra de durazno molido (5 g. y 3 g. de almendra), y es tratado con n-hexano y etanol a una temperatura de 57 ° C en un sistema de percolación en flujo cruzado durante 12 minutos por cada etapa de extracción, con un tiempo total del proceso de extracción de 48 minutos (4 etapas) y 72 minutos (6 etapas).

d) El cuerpo del Soxhlet (columna extractor) instalada, tiene su sifón conectado al matraz balón efectuándose la extracción a una temperatura de 50 °C en forma repetida al mismo material vegetal (almendra molido), determinándose el número de etapas optimas de extracción por este método, resultando ser 4 etapas.

e) La almendra de durazno molida fue sometida a una extracción intermitente en un Soxhlet con capacidad de sifón de 200 ml usando hexano como disolvente obteniéndose el aceite de la almendra de durazno con las características físicas y químicas mostrados en la tabla de resultados.

#### **4.11 Métodos de análisis para la identificación y caracterización del aceite de la almendra de durazno**

Los análisis de identificación y caracterización de aceite de la almendra de durazno han sido realizado por los laboratorios INASSA SAC y el laboratorio de la facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos cuyos resultados se muestran en la tabla de resultados, estas instituciones nos mencionan los siguientes, que los:

**Análisis físicos** Fueron llevados a cabo de acuerdo con los métodos oficiales recomendados por A.O.C.S. índice de refracción: método Ce 7-25, utilizando un refractómetro Abbe Bausch & Lomb modelo 31. Densidad: método Ce 10a-25. Viscosidad: método Tq 1-64, usando un viscosímetro Saybolt. Punto de fusión: método Ce 1-25. Color: método Ce 13-45, usando un colorímetro Lovibond.

**Análisis químicos** se realizaron de acuerdo a los métodos recomendados por la A.O.C.S., excepto la determinación de índice de iodo que se llevó a cabo por el método oficial recomendado por la A.O.A.C. índice de iodo: método de Hanus. A.O.A.C. 28. 018. índice de saponificación: método Cd 8-53. Ácidos grasos libres: método Ca 5-40. Valor del ácido o índice de acidez: método Cd 3-63. Carotenoides: método Cd 7-58 A.O.C.S. Se utilizó un espectrofotómetro Beckman modelo 25 y la ecuación de Zcheile.

**Análisis cromatográficos** se realizaron para la cuantificación de los ácidos grasos utilizando la cromatografía de gases (cromatógrafo Varian 6000) utilizando el detector de ionización de llama, con una sensibilidad de

2 X 1 O AFS, una columna de acero inoxidable de 6 ff X 1/8" con empaquetamiento GP 3% SP-2310/2% SP- 2300 sobre un soporte de 100/120 chromosorb AW, a una temperatura inicial de 190°C por 2 minutos hasta una final de 220°C con una velocidad de incremento de 2°C por minuto y nitrógeno como gas portador a una velocidad de flujo de 20 ml/min. La temperatura del detector fue de 250°C. Los datos fueron procesados mediante un integrador (Vahan CDS 401) adaptado al cromatógrafo. Para la cuantificación de los ácidos grasos fue necesario llevar a cabo como paso previo, una saponificación completa de los triglicéridos con hidróxido de sodio y una metilación de los ácidos grasos (AOCS, Ce 27, 1970).

La Caracterización físico-química del aceite crudo, según INASSA SAC se determinaron por triplicado los siguientes parámetros: índice de Iodo índice de saponificación, índice de peróxidos materia insaponificable índice de refracción a 25 °C e impurezas mediante norma AOAC (1990). Asimismo, mencionan que la estabilidad fue evaluada por el método de oxígeno activo AOM, mediante norma AOCS (1975).

La composición de ácidos grasos fue analizada mediante cromatografía de gases según método AOCS (1975) empleando un cromatógrafo HEWLETT-PACKARD modelo 5730 A, con detector de ionización de llama, columna de vidrio (diámetro externo 10 mm, diámetro interno 2 mm, largo 1,82 metros), relleno 10% GP-SP 23,30 y soporte Chromosorb 100/120 WAW, temperatura de inyección 200°C, temperatura del detector 250°C, temperaturas programadas 160°C x 2 min y 180 °C x 16 min a un gradiente

de temperatura de 4°C/min, un flujo de gas portador (nitrógeno) de 60 mL/min, detector (hidrógeno) de 60 mL/min y aire de 240 mL/min. Se utilizaron patrones de ácidos grasos para la comparación respectiva. El diseño experimental fue totalmente aleatorizado. Los ensayos se realizaron por triplicado y los resultados se presentaron como valores promedios con sus desviaciones típicas.

## **CAPITULO V**

### **RESULTADOS**

Con el objeto de obtener las condiciones del proceso de extracción de aceite de la almendra de durazno al variar las variables independientes tales como: masa de almendra de durazno, cantidad de solvente y tamaño de partícula de la almendra usando hexano y etanol anhidro como solventes extractor se ha realizado el programa experimental diseñado en la tabla N° 5, usando el equipo Soxhlet.

En base al diseño factorial  $2^3$ , se hicieron 8 corridas experimentales en el rango de las variables indicadas con el hexano como solvente extractor y 8 corridas con el etanol anhidro como solvente extractor y se obtuvieron los resultados que se muestran en las tablas N° 8 y 9.

Los resultados de la Identificación y caracterización del aceite extraída de la almendra de durazno a las condiciones óptimas con hexano (masa de almendra: 5.002 g., 150 ml de solvente, 0,8 mm tamaño de partícula, se presentan en la Tabla N° 10, las propiedades físicas – químicas y en la tabla N° 12 las propiedades químicas.

**TABLA 8**

**VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA EXTRACCIÓN DE ACEITE DE LA ALMENDRA DE DURAZNO CON HEXANO**

<b>N° corridas</b>	<b>Masa Inicial, g</b>	<b>volumen solvente, ml</b>	<b>Tamaño partícula, mm</b>	<b>volumen final de aceite de durazno, ml</b>	<b>Masa final de aceite de durazno, g</b>	<b>% de aceite</b>	<b>Tiempo (h)</b>
1	3.002	150	0.5	1.3	1.157	38.54%	0.8
2	3.005	150	0.8	1.5	1.335	44.43%	0.48
3	3.001	200	0.5	1.2	1.068	35.59%	0.67
4	3.001	200	0.5	1.7	1.513	50.42%	0.87
5	5.002	150	0.5	2.1	1.869	37.37%	0.67
6	5.002	150	0.8	2.9	2.581	51.60%	0.93
7	5.000	200	0.5	2.2	1.958	39.16%	0.67
8	5.003	200	0.8	2.7	2.403	48.03%	0.68

Fuente: Elaboración Propia.

**TABLA 9**

**VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA EXTRACCIÓN DE ACEITE DE LA ALMENDRA DE DURAZNO CON ETANOL**

Corrida	masa inicial, g	volumen solvente ml	Tamaño partícula, mm	volumen final de aceite de durazno, ml	masa final de aceite de durazno. g	% de aceite	Tiempo (h)
1	3.003	150	0.5	0.613	0.545	18.15%	0.95
2	3.003	150	0.8	0.575	0.511	17.02%	1.02
3	3.005	200	0.5	0.613	0.545	18.14%	1.12
4	3.001	200	0.8	0.689	0.614	20.46%	1.45
5	5.008	150	0.5	1.072	0.954	19.05%	1.72
6	5.004	150	0.8	1.076	0.958	19.14%	1.32
7	5.002	200	0.5	1.015	0.903	18.05%	1.07
8	5.004	200	0.8	1.092	0.971	19.40%	1.35

Fuente: Elaboración Propia.

**TABLA 10**

**PROPIEDADES FÍSICO – QUÍMICA DEL ACEITE DE LA ALMENDRA DE DURAZNO CON HEXANO**

<b>COMPONENTES</b>	<b>CONTENIDO</b>
<b>Proteína</b>	<b>7,44 %</b>
<b>Humedad</b>	<b>7,38%</b>
<b>Cenizas</b>	<b>2,6575%</b>
<b>Grasas</b>	<b>13,58%</b>
<b>Fibras</b>	<b>10,64%</b>
<b>Carbohidratos</b>	<b>58,3%</b>
<b>Densidad</b>	<b>0,8885 g/ml</b>
<b>Índice de Iodo</b>	<b>105,89</b>
<b>Índice de refracción</b>	<b>1,4712</b>
<b>Índice saponificación</b>	<b>142,45</b>
<b>Índice esterificación</b>	<b>152,36</b>
<b>Solubilidad: en agua en etanol 70% en etanol 95% en bencina</b>	<b>Insoluble Ligeramente soluble soluble Muy soluble</b>

Fuente: Elaboración Propia.

**TABLA 11**  
**PROPIEDADES ORGANOLÉPTICO DEL ACEITE DE LA ALMENDRA DE DURAZNO CON HEXANO**

<b>Aspecto</b>	<b>Líquido denso</b>
<b>Color</b>	<b>Amarrillo pálido</b>
<b>Olor</b>	<b>Característico</b>
<b>Textura</b>	<b>Oleosa</b>

Fuente: Elaboración Propia.

**TABLA 12**  
**PROPIEDADES QUÍMICAS DEL ACEITE DE LA ALMENDRA DE DURAZNO CON HEXANO**

<b>COMPONENTES</b>	<b>CONTENIDO</b>
<b>Ácido oleico</b>	<b>57,14 %</b>
<b>Ácido linoleico</b>	<b>33.03%</b>
<b>Acido palmítico</b>	<b>6.69%</b>
<b>Acido esteárico</b>	<b>2.45 %</b>
<b>Ácidos grasos</b>	<b>&lt;1%</b>

Fuente: Elaboración Propia.

## **CAPITULO VI**

### **DISCUSION DE RESULTADOS**

La extracción de aceite de la almendra de durazno fue investigado usando el hexano y etanol como solventes extractores. El tipo de corrida fue llevado a base del diseño experimental usando el diseño factorial de dos niveles,  $2^n$ , en el cual la serie de experimentos fueron ejecutados para dar el vector de respuestas, así como el rendimiento de extracción, tiempo de extracción, y número de etapas. Para facilitar la comprensión de un análisis relevante de los resultados experimentales resulta conveniente enfocar los principales factores que afectan a la extracción de aceite de la almendra de durazno. A continuación presentamos el análisis de la influencia de estos factores.

#### **Efecto de la cantidad de la masa de la almendra de durazno.**

Aquí se ha estudiado el efecto de la cantidad de la masa de la almendra de durazno experimentalmente que participa en la extracción para seleccionar la cantidad adecuada de la masa de la almendra de durazno que de alto rendimiento de extracción y determinar la relación L/S y calcular la cantidad de solvente adecuado. En la tablas N° 8 y 9, indican como resultado favorable a una masa de 5 g.

### **Efecto del tipo y de la cantidad de solvente.**

Conviene en este punto remarcar que el tipo y la cantidad de solvente produce un alto rendimiento de extracción con 150 ml de hexano como solvente adecuado. En la tablas N° 8 y 9, indican como resultado favorable.

### **Efecto del tamaño de partícula de la almendra de durazno.**

Los dos niveles de tamaño de partículas usado en cada tipo del diseño experimental, se produce un alto rendimiento de extracción con tamaño de partícula de 0.8 mm. En la tablas N° 8 y 9, indican como resultado favorable.

En el proceso de extracción del aceite se obtuvo una eficiencia del 51.60% siendo éste un rendimiento aceptable. En las Tablas N° 10, 11 y 12 se observan las propiedades físicas, químicas y organolépticas del aceite crudo y refinado donde se puede apreciar que el aceite que se obtuvo contiene los Índices de lodo y de saponificación, así como una disminución de ácidos grasos libres y peróxidos se encuentra dentro del rango de aceites comestibles por lo que se considera que el proceso de extracción fue satisfactorio. El contenido del índice de lodo, (105.89), es comparable con el de la mayoría de los aceites vegetales, esto refleja un alto grado de insaturación. Se clasificó como aceite comestible y se encuentra entre el aceite de maíz, girasol y entre otras. Se obtuvo un índice de acidez bajo, esto junto con la baja pigmentación, característica de este aceite de almendra de durazno hacen que el proceso de refinación sea más sencillo,

Ya que no fue necesaria la etapa de blanqueo, y deodorizado.

En la Tabla N° 12 muestra que el aceite extraído de la almendra de durazno contiene 57,14 % al ácido oleico y 33,03 % al ácido linoleico, siendo éste el ácido graso predominante.

Además, se puede observar que la relación (oleico vs linoleico) de ácidos grasos insaturados tiene valores semejantes al del aceite de maíz.

Basándose en estos resultados es evidente que una refinación sencilla bastó para que se obtuviera un aceite de buena calidad.

## **CAPITULO VII**

### **CONCLUSIONES**

1. Se ha analizado el proceso de extracción sólido-líquido y se ha encontrado que los productos extraídos dependen del alto grado de la proporción del constituyente soluble presente y de su distribución en todo el material sólido original. Esto es ya sea que esté constituido por células de una matriz de materia insoluble y del tamaño de partícula original. Estos materiales biológicos tienen estructura celular y que los constituyentes solubles suelen estar dentro de las células esto hace que la velocidad de extracción sólido-líquido pueda ser bastante baja debido a que las paredes celulares constituyen una resistencia adicional a la difusión, por lo que, para la extracción del producto de estos materiales tales como frutos, hojas, tallos y raíces, un secado del material lavado antes de la extracción, ayuda a romper las paredes celulares y de esta manera el solvente puede atacar o actuar directamente al soluto mediante el tipo de extracción..

2. Se ha desarrollado el proceso de extracción de aceite de la almendra de durazno experimentalmente a nivel de laboratorio por medio del tipo de extracción Soxhlet y se ha encontrado que el tamaño de partícula, la cantidad de masa de la almendra de durazno molido, cantidad de solvente y tipo de solvente influyen en las condiciones del proceso de extracción de aceite de almendra de durazno, puesto que los resultados muestran que operando con 5 gramos de almendra de durazno, de 0.8 mm de tamaño de partícula, con 150 ml de hexano como solvente extractor se ha

encontrado los siguientes vectores de respuesta: rendimiento de extracción es del 51,6%, tiempo de extracción 82 minutos, etapas de extracción optimas 4, temperatura de extracción 57 °C.

3. Al analizar sus características físicas y químicas del aceite de la almendra de durazno extraído se obtuvo un índice de iodo que se encuentra en el rango de aceites comestibles, tal como se muestra los resultados en las tablas N° 6.3, 6.4, 6.5. El aceite extraído fue de color amarillo pálido, textura oleosa y sin olores desagradables, que al dejarlo a temperatura ambiente no manifestó rancidez u oxidación, característica que debe tomarse en cuenta para la preparación de aceites para ensaladas o mayonesas.

## **CAPITULO VIII**

### **RECOMENDACIONES**

Al concluir la presente tesis, recomendamos:

1. Continuar con la investigación del proceso de extracción de aceite de la almendra de durazno a nivel banco o planta piloto y finalmente para su industrialización correspondiente.
2. De acuerdo a los parámetros establecidos para el proceso durante la fase de la experimentación, este estudio garantiza su continuación en el desarrollo de una tecnología óptima para su industrialización.
3. Incentivar a las industrias que elaboran frugos, jugos, néctares de durazno recuperar las semillas que envían al botadero como material residual incrementando la contaminación ambiental.

**CAPITULO IX**  
**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA**

1. AOCS. **Official and tentative Methods.** American Oil Chemists' Society, Link, W.E., Champaign Tercera Edición. 1975.
2. AOAC. **Official Methods of Analysis.** Assoc. Agricult. Chemists Washington, D.C. 20th Edición. 2016.
3. BADUI, S. **Química de los alimentos.** México. Editorial Alambra Mexicana Tercera Edición. 1996.
4. Departamento de tecnología alimentaria – Escuela de Tecnología Alimentaria y Nutrición. Vol.42: 127 a 131. 1991.
5. DEL VALLE, J. M. Y AGUILERA, J. M. 1999. **Extracción con CO<sub>2</sub> a alta presión. Fundamentos y aplicaciones en la industria de alimentos.** *Ciencia y Tecnología de los alimentos.* Vol.1: 1 a 24. Febrero 1999.
6. G. LOTTI, G.ANELLI, EVANGELOS S. LAZOS **Composición y características del aceite de albaricoque, durazno y cereza.**
7. GARCÍA DE SOTERO DORA, SANDOVAL DEL ÁGUILA JORGE, SALDAÑA RAMÍREZ ROBINSON, CÁRDENAS DE REÁTEGUI GLADYS, SOPLÍN RÍOS JOSÉ ANTONIO, SOTERO SOLÍS VICTOR, PAVAN TORRES ROSÁNGELA, MANCINI FILHO JORGUE. **Fraccionamiento e interesterificación del aceite de palma (*Elaeis guineensis*) cultivado en la amazonia peruana,** *Grasas y Aceites*, 104 – 109. Junio 2008

8. GARCÍA, D. **Extracción y caracterización del aceite crudo extraído de residuos de mora (*Rubus Glaucus Benth*) para su posible uso como aceite comestible.** Tesis de Ingeniería de Alimentos. Canoabo. Universidad Simón Rodríguez, Canoabo-Venezuela. 2002.
9. GUAJARDO, C. **Control y manejo de aceites crudos,** en *Soya Noticias*. 250, 14 a 30.
10. GUTIÉRRES, J. **Características fisicoquímicas de la grasa de la semilla de mango (*Mangifera indica L.*) cultivar Bocado,** en *Revista Unellez Ciencia y Tecnología*. Vol.18 (1): 131 a 141. (2000).
11. FUNES, JORGE ARMANDO. **Estudio de la composición química de la semilla y de los aceites de semilla de frutos de especies de "Prunus" de producción nacional. Harinas de extracción y aislamiento de proteínas.** Tesis Doctoral. Argentina. Universidad de Buenos Aires. 1978
12. INKANAT. **Aceites vegetales comestibles y cosméticos.** <http://www.inkanat.com/es/arti.asp?ref=aceites-de-vida>. Artículo web. Consultada el 20 de enero del 2017.
13. L. WINTON, K. B. WINTON. **La estructura y la composición de los alimentos, Hortalizas, legumbres y frutas.** Vol.2: 474 a 496. 1935.
14. LONDOÑO PEGGY, MIERES-PITRE ALBERTO, E. HERNANDEZ CARLOS. **Extracción y caracterización del aceite crudo de la almendra de durazno *Prunus Persica*,** *Avances en Ciencia e Ingeniería*, Vol.1: 37 a 46. Octubre 2012

15. MATOS CHAMORRO, ALFREDO; ACUÑA HUAMAN, JANETH. **Influencia del tiempo, tamaño de partícula y proporción sólido líquido en la extracción de aceite crudo de la almendra de durazno (*Prunus persica*)**, *Ciencia y Tecnología de Alimentos*. Vol. 1: 1 a 6. 2010
16. MEHLENBACHER, V. C. **Análisis de grasas y aceites**, *Enciclopedia de la Química Industrial*. España. Editorial Urmo Bilbao. Primera Edición. 1979
17. ORTUÑO SANCHEZ, MANUEL FRANCISCO. **Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes**. España. Editorial AIYANA. Primera Edición. 2006.
18. PHILLIP C. WANKAT. **Ingeniería de procesos de separación**. México. Pearson Educación de México, S.A. de C.V. Segunda Edición. 2008
19. PROESTOS, C. Y KOMAITIS, M. 2006. **Extracción de compuestos fenólicos de plantas aromáticas: comparación con técnicas de extracción convencionales**, *Revista de Calidad Alimentaria*. Vol.29: 567 a 582. Octubre 2006.
20. REÁTEGUI DÍAZ, LIMBER. **Hidroextracción y fraccionamiento del aceite esencial de cáscara de naranja**. Tesis de Grado. Lima. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2005
21. WIKIPEDIA. **Prunus persica**. [https://es.wikipedia.org/wiki/Prunus\\_persica](https://es.wikipedia.org/wiki/Prunus_persica). Artículo web. Consultada el 15 de febrero del 2017.

# **ANEXOS**

## ANEXO 01 MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODO
¿Cuál es el método de obtención de aceite de la almendra de durazno?	Determinar el método de obtención de aceite de la almendra de durazno.	El método de extracción sólido-líquido bien formulado nos permite extraer el aceite de la almendra de durazno con un mayor rendimiento.	X = Extracción de aceite de la almendra de durazno y su caracterización a nivel de laboratorio.	Cantidad de aceite extraído de la almendra de durazno (Flujo de producción)	-Porcentaje de aceite extraído %.	-Experimento en el laboratorio.
<b>SUB - PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPOTESIS ESPECÍFICAS</b>	<b>VARIABLES INDEPENDIENTES</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>METODO</b>
a. ¿Cuáles son las características físicas y químicas del aceite de la almendra de durazno?	a. Determinar las características físicas y químicas del aceite de la almendra de durazno.	a. El método de análisis de aceites comestibles (AOCS), nos permite evaluar y determinar las características físicas y químicas del aceite de la almendra de durazno.	Y <sub>1</sub> = Características físicas y químicas del aceite de la almendra de durazno.	- Propiedades físicas de los aceites. - Propiedades químicas de los aceites.	- Índice de refracción. - Desviación polarimétrica. - Densidad y densidad relativa. - Índice de Ester. - Cromatografía de gases.	-Experimental -Revisión teórica.
b. ¿Cuáles deben ser las características del equipo experimental a utilizar?	b. Evaluar las características del equipo experimental a utilizar en el proceso de extracción del aceite de la almendra de durazno.	b. Las características del equipo experimental muestran ventajas respecto a otros equipos.	Y <sub>2</sub> = Características del equipo experimental a utilizar en el proceso de extracción del aceite de la almendra de durazno.	Características del equipo	-Altura de la columna (m) -Dimensiones del Balón (ml)	-Experimental.
c. ¿Cuáles deben ser las condiciones de extracción del aceite de la almendra de durazno?	c. Determinar las condiciones de extracción favorables para la obtención del aceite de la almendra de durazno.	c. El diseño experimental bien formulado nos permite extraer el aceite de la almendra de durazno a nivel de laboratorio, a las condiciones de operación óptimas.	Y <sub>3</sub> = Condiciones de operación para la extracción del aceite de la almendra de durazno.	Condiciones de operación	-Temperatura (°C). -Flujo de alimentación de almendra (g/min). -Tiempo de extracción (hr). -Tamaño de partícula de la almendra de durazno (mm)	-Experimental.

## ANEXO 02 ANÁLISIS PROXIMAL

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS</b> (Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA) <b>FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA</b> <b>CENPROFARMA</b> <b>CENTRO DE CONTROL ANALÍTICO - CCA</b>	
<b>PROTOCOLO DE ANÁLISIS N.º00055-CPE-2017</b>		
ORDEN DE ANÁLISIS	: 004364/2017	
SELECCIONADO POR	: MANUEL PINEDO SALDAÑA CESAR ZORRILLA GUEVARA	
MUESTRA	: SEMILLA DE ALMENDRA	
Nº DE LOTE	: —	
CANTIDAD	: 02 Bolsas a 25g	
FECHA DE RECEPCIÓN	: 13 de febrero del 2017	
FECHA DE FABRICACIÓN	: —	
FECHA DE VENCIMIENTO	: —	

PRUEBA	MÉTODO	RESULTADOS
ANÁLISIS PROXIMAL:	—	—
PROTEÍNAS	AOAC	5,4%
GRASAS	AOAC	13,3%
FIBRAS	AOAC	10,6%
CARBOHIDRATOS	AOAC	24,3%
HUMEDAD	AOAC	7,2%
CENIZAS	AOAC	2,6%



LA PROTECCIÓN DEL NUESTRO ALIMENTO Y DEL PLANETA

Facultad de Farmacia y Bioquímica - Lima 1 - Perú

Tel: 011-42620000 ext. 4222 Fax: 011-42620000 - Lima 1

www.unmsm.edu.pe | http://servicioalcliente.unmsm.edu.pe



**ANEXO 03 DENSIDAD (ACEITE DE LA ALMENDRA)**



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
 (Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)  
 FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA  
 CENTROFARMA  
 CENTRO DE CONTROL ANALÍTICO - OCA



DENSIDAD (ACEITE DE ALMENDRA)			0.511 g/mL
SOLUBILIDAD	En Agua	BP	Insoluble
	En Etanol 70%	BP	Ligeramente Soluble
	En Etanol 90%	BP	Soluble
	En Aceite	BP	Muy Soluble

Lima, 17 de Febrero del 2017

*[Firma manuscrita]*



Q.F. Nelson Reyes Cruz  
 Director del Centro de Control Analítico

LA FARMACIA DEL MUNDO...  
 Calle Comercio 1000 - Lima  
 Teléfono: 011 476 1111 - Lima 1







# NSF INASSA S.A.C.

Informe de Ensayo N° 125059

Análisis	Unidad	Resultado
Acidez Grasa (Compositión)- Grasa Saturada (Omega 3) C18:3n3	%	< 0.1
Acidez Grasa (Compositión)- Acido Trans-oleico (Omega 9) C18:1n7	%	0.10
Acidez Grasa (Compositión)- Acido Linoleico (Omega 6) C18:2n6	%	< 0.1
Acidez Grasa (Compositión)- Acido Aracídico C20:4	%	< 0.1
Acidez Grasa (Compositión)- Acido Eicosenoico C20:5	%	< 0.1
Acidez Grasa (Compositión)- Acido Erucico C22:1	%	< 0.1
Acidez Grasa (Compositión)- Acido Hemiéutico C22:1	%	< 0.1
Acidez Grasa (Compositión)- Acido Tricosáenoico (Omega 3) C24:1	%	< 0.1
Acidez Grasa (Compositión)- Acido Estéarico C18:0	%	< 0.1
Acidez Grasa (Compositión)- Acido Palmítico C16:0	%	< 0.1
Acidez Grasa (Compositión)- Acido Mirístico C14:0	%	< 0.1
Acidez Grasa (Compositión)- Acido Caproico C6:0	%	< 0.1
Acidez Grasa (Compositión)- Acido Caprílico (Omega 3) C12:1 EPA	%	< 0.1
Acidez Grasa (Compositión)- Acido Laurico C12:0	%	< 0.1
Acidez Grasa (Compositión)- Acido Dodecáenoico (Omega 3) C12:1 DHA	%	< 0.1
Acidez Grasa (Compositión)- Etenoico	%	0.14
Acidez Grasa (Compositión)- Hexanoico	%	07.50
Acidez Grasa (Compositión)- Octanoico	%	31.03
Acidez Grasa (Compositión)- No Identificadas	%	0.33

Nota de distribución (Acidez Grasa): 1%

### Métodos

Acidez Grasa (Compositión): (ISO 15956-1:2014 Animal and vegetable fats and oils - Oils (Composition) of fatty acid methyl esters - Part 2): Preparation of methyl esters of fatty acids

El presente no es parte del alcance de la acreditación del laboratorio de ensayo de NSF INASSA S.A.C.

NSF INASSA S.A.C.  
  
 Director de División de Laboratorios  
 C.I.D. N° 79287

Lima, 16 de febrero de 2017