

**Universidad de Guayaquil**



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**PROYECTO DE TITULACIÓN  
PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
INGENIERO QUÍMICO**

**TEMA:**

**EVALUACIÓN DE LA EXTRACCIÓN ETANÓLICA Y CON HEXANO  
DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA Y SU ACCIÓN INHIBITORIA**

**AUTOR:**

**VILLA GUERRERO VÍCTOR ALFONSO  
BENALCÁZAR ARROYO JENNIFER KATHERINE**

**DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN  
ING. SANDRA RONQUILLO CASTRO, MSc.  
CO\_Tutor: Q.F. LUIS ZALAMEA MOLINA, MSc.**

**GUAYAQUIL-ECUADOR**

**2015**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de titulación a Dios y a mis padres Gladys Guerrero y Luis Villa. A Dios porque ha estado conmigo en todo momento y a mis padres que siempre han estado ahí para mí, brindándome su apoyo incondicional. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad.

También dedico este proyecto a mis hermanos Ángela Villa y David Villa por el apoyo que siempre me han brindado día a día en el transcurso de mi Carrera Universitaria.

**VÍCTOR VILLA GUERRERO**

## **AGRADECIMIENTO**

Le agradezco a Dios infinitamente por haberme guiado y acompañado a lo largo de mi vida por ser mi fortaleza y por brindarme una vida llena de experiencias y sobre todo de felicidad.

Le doy gracias a mis padres Gladys y Luis por apoyarme y motivarme en todo momento dándome su apoyo incondicional, y por todos los valores que me han inculcado, y también por la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida.

A mis hermanos Ángela María y Luis David por el gran apoyo incondicional.

A mis maestros, Msc. Sandra Ronquillo Castro, Msc. Luis Zalamea y Ing. José Valdez por la confianza depositada, por su apoyo, por su paciente guía, y por su ayuda incondicional en el desarrollo de nuestro trabajo de titulación.

**VÍCTOR VILLA GUERRERO**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de titulación a mis padres Dr. Flora Arroyo Quiñonez y al Ing. Alfredo Benalcázar Cuero y a mi hermana Ing. Diana Vera porque gracias a su apoyo y a mi esfuerzo y dedicación he salido adelante.

A mis profesores que me han guiado a lo largo de mis estudios en la Facultad de Ingeniería Química.

Y a mis compañeros y amigos que han sido un soporte a lo largo de Carrera Universitaria.

**JENNIFER BENALCÁZAR ARROYO**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por bendecirme y guiar mi camino, a mis padres Dr. Flora Arroyo Quiñonez y al Ing. Alfredo Benalcázar Cuero por haberme brindado su apoyo incondicional y compartir sus conocimientos conmigo, a mi hermana Ing. Diana Vera Arroyo por todos los consejos que eh recibido.

A mi tutora de Proyecto de titulación Msc. Sandra Ronquillo Castro, al Msc. Luis Zalamea y al Ing. José Valdez por haber compartido sus conocimientos y experiencias a lo largo de mi Carrera Universitaria.

**JENNIFER BENALCÁZAR ARROYO**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

**VÍCTOR ALFONSO VILLA GUERRERO Y JENNIFER KATHERINE BENALCÁZAR ARROYO** declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual a la **UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.

---

VÍCTOR ALFONSO VILLA GUERRERO

**C.I: 0929811982**

---

JENNIFER KATHERINE BENALCÁZAR ARROYO

**C.I: 0803769793**

## **CERTIFICACIÓN DE TUTOR**

Yo **ING. SANDRA RONQUILLO CASTRO, MSc.** certifico haber tutelado el Trabajo de Titulación **EVALUACIÓN DE LA EXTRACCIÓN ETANÓLICA Y CON HEXANO DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA Y SU ACCIÓN INHIBICIÓN**, que ha sido desarrollada por **VÍCTOR ALFONSO VILLA GUERRERO Y JENNIFER KATHERINE BENALCÁZAR ARROYO**, previa la obtención del título de Ingeniero Químico, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE TERCER NIVEL** de la **UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**.

---

**ING.SANDRA RONQUILLO CASTRO, MSc.**

**C.I 0910572866**

## RESUMEN

Las grandes cantidades de producción de guayaba en el Ecuador generalmente se usan para la elaboración de jugos, mermelada, puré para ello; se utiliza la pulpa quedando como desechos grandes cantidades de semilla. Las semillas de guayaba fueron sometidas a extracción con solvente etanol y hexano obteniéndose un 10.1g de extracto/400g de semillas, 5.8g de extracto/400g de semillas, respectivamente. Se determinó la actividad antioxidante del aceite mediante el método de DPPH, encontrándose un porcentaje de inhibición 66,22%(50 µl) y 85,15%(100 µl) con el extracto etanólico y con el extracto de hexano un porcentaje menor -1.15 (50 µl) y 6,14(100 µl). También se realizaron análisis de inhibición bacteriana del aceite con 50-100 µl de muestra, determinándose que hubo inhibición con resultados 2.9 cm (50 µl) y 4.1 cm (100 µl).El extracto etanólico de la semillas de guayaba resulto más inhibitoria que el aceite obtenido con hexano.

**Palabra clave:** Semillas de Guayaba, (*Psidium Guajava*). DPPH, Inhibición bacteriana.

## ABSTRACT

Large amounts of guava production in Ecuador are generally used for the production of juices, jam, mash it; the pulp being used as waste large quantities of seed. Guava seeds were subjected to solvent extraction and ethanol yielding a hexane extract 10.1g / 400g seed extract 5.8g / 400g of seeds, respectively. Oil antioxidant activity was determined by DPPH method, a percent inhibition was found 66.22% (50 .mu.l) and 85.15% (100 microliter) with the ethanol extract and hexane extract with a lower percentage -1.15 (50 ul) and 6.14 (100 ul). Analysis of bacterial inhibition oil with 50-100 ul of sample is also conducted, determining that inhibition results were 2.9 cm (50 ul) and 4.1 cm (100 ul) .The ethanol extract of guava seeds turned out that the most inhibitory oil obtained with hexane.

**Keyword:** Seeds Guava (*Psidium guajava*). DPPH, bacterial inhibition.

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
I CAPÍTULO .....	2
LA INVESTIGACIÓN .....	2
1.1 TEMA.....	2
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	3
1.4 LIMITACIÓN DEL ESTUDIO .....	3
1.5 ALCANCE DEL TRABAJO .....	3
1.6 OBJETIVOS.....	3
1.7 IDEA A DEFENDER .....	4
1.8 PREGUNTAS A CONTESTAR .....	4
1.9 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.10 HIPÓTESIS.....	5
1.11 VARIABLES .....	5
2 CAPÍTULO .....	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVO .....	7
2.2 GUAYABA ( <i>psidium guajava</i> ) .....	8
2.2.1 GENERALIDADES .....	8
2.3 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN .....	8
2.4 TAXONOMÍA .....	9
2.5 VARIEDADES .....	9
2.6 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	10
2.7 CARACTERÍSTICAS DEL ACEITE DE SEMILLAS DE GUAYABA .....	10
2.8 VALOR NUTRICIONAL.....	11
2.9 USOS.....	11
2.10 PROPIEDADES DEL ACEITE DE SEMILLAS DE GUAYABA .....	12
2.11 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA SEMILLAS DE GUAYABA .....	12
2.12 ÁCIDOS GRASOS ESENCIALES .....	13
2.13 MÉTODOS DE EXTRACCIÓN.....	13
2.13.1 EXTRACCIÓN CON SOLVENTE QUÍMICO.....	13

2.13.2 EXTRACCIÓN MÉTODO SOXHLET .....	14
2.14 ANTIOXIDANTES .....	15
2.14.1 MÉTODO ESPECTROFOTOMÉTRICO DEL DPPH (1,1-DIFENIL- 2-PICRILHIDRAZIL) PARA LA EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE.....	17
2.15 ANÁLISIS CROMATOGRÁFICA.....	18
2.15.1 CROMATOGRAFÍA DE GASES (CG).....	18
2.15.2 ANÁLISIS DEL EXTRACTO DE LA SEMILLAS DE GUAYABA CG/EM.....	19
<b>3 CAPÍTULO: DESARROLLO EXPERIMENTAL.....</b>	<b>21</b>
<b>METODOLOGÍA.- .....</b>	<b>21</b>
3.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	21
3.1.1 MÉTODOS. ....	21
3.2 DESARROLLO DEL ESQUEMA QUE EXPLICA LA REALIZACIÓN DEL TRABAJO EXPERIMENTAL .....	22
3.2.1 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE ACEITE DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA. ....	23
3.2.2 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN PARA ANÁLISIS DPPH. ....	24
3.2.3 DIAGRAMA POR EQUIPO DEL PROCESO .....	25
3.3 EQUIPOS Y MATERIALES .....	26
3.4 OBTENCIÓN DEL ACEITE DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA. ....	26
3.5 PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DEL ACEITE DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA UTILIZANDO DIFERENTES SOLVENTE ETANOL Y HEXANO .....	26
3.6 DETERMINACIÓN DE ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE PRESENTE EN LAS MUESTRAS MEDIANTE LA PRUEBA DEL DPPH.....	28
3.6.1 PROCEDIMIENTO PARA EVALUAR LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE .....	28
DEL ACEITE SEMILLA DE GUAYABA.....	28
3.7 PREPARACIÓN DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS KIRBY-BAUER O MÉTODO DE DIFUSIÓN POR DISCO.....	29
3.8 BALANCE DE MATERIA .....	30
<b>4 CAPÍTULO .....</b>	<b>33</b>
<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>33</b>

<b>4.1 PROPIEDADES FÍSICAS DEL ACEITE DE LA SEMILLA GUAYABA.....</b>	<b>33</b>
<b>4.1.1 ÍNDICE DE REFRACCIÓN DEL ACEITE DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA .....</b>	<b>34</b>
<b>4.2 PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN DEL REACTIVO 2,2- DIFENIL-1-PICRIL HIDRACILO.....</b>	<b>34</b>
<b>4.2.1 RECTA DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO.....</b>	<b>34</b>
<b>4.2.2 EVALUACIÓN IN VITRO DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL .....</b>	<b>35</b>
<b>ACEITE DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA .....</b>	<b>35</b>
<b>4.2.3 CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE INHIBICIÓN DE RADICALES .....</b>	<b>36</b>
<b>4.3 RESULTADOS DE INHIBICIÓN BACTERIANA DEL EXTRACTO ACEITE DE</b>	
<b>GUAYABA UTILIZANDO DIFERENTES SOLVENTE ETANOL Y HEXANO. ....</b>	<b>40</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>41</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>42</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>43</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>46</b>

# ÍNDICE DE CUADROS, TABLAS, FIGURAS Y GRÁFICOS

## ÍNDICE DE FIGURAS

**FIGURA 2.1:** EQUIPO DE EXTRACCIÓN SOXHLET

**FIGURA 2.2:** RENDIMIENTO EN LA EXTRACCIÓN DE LA SEMILLA DE GUAYABA CON CO<sub>2</sub> SUPERCRÍTICO.

**FIGURA 2.3:** CROMATOGRAMA TOTAL DE IONES DEL EXTRACTO DE OBTENIDO A 31.0 MPA LUEGO DE SOMETERLO A METILACIÓN.

**FIGURA 3.5.1:** SECADO DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA

**FIGURA 3.5.2:** EQUIPO DESTILACIÓN SOXHLET

**FIGURA 3.5.3:** SE PESA 400G DE SEMILLA

**FIGURA 3.5.4:** SOLVENTE ETANOL Y HEXANO

**FIGURA 3.5.5:** DESTILANDO ACEITE

**FIGURA 3.5.6:** ACEITE DE LAS SEMILLAS CON SOLVENTE (ETANOL Y HEXANO)

**FIGURA 3.5.7:** FILTRACIÓN DEL SOLVENTE + ACEITE

**FIGURA 3.5.8:** ARMANDO EL EQUIPO DE ROTA VAPOR

**FIGURA 3.5.9:** SEPARANDO EL ACEITE DEL SOLVENTE

**FIGURA 3.5.10:** PRODUCTO FINAL

**FIGURA 3.6.1:** MUESTRA CON UNA DILUCIÓN 100 ML METANOL

**FIGURA 3.6.2:** INICIO DE ANÁLISIS ESPECTROFOTÓMETRO

**FIGURA 3.6.1:** MUESTRA CON UNA DILUCIÓN 100 ML METANOL

**FIGURA 3.7.1:** MATERIALES Y EQUIPO

**FIGURA 3.7.3:** CAJAS PETRI QUE YA CONTIENEN LAS SEPAS DE BACTERIAS

**FIGURA 3.7.3:** AGITAR EL HISOPO EN AGUA PEPTONADA

**FIGURA 3.7.4:** SE TRASPASA DEL AGUA DE PEPTONA A LAS CAJAS CON EL AGAR ESTERILIZADO

**FIGURA 3.7.5:** LA MUESTRA SE LE AGREGA POR SEPARADO DISTINTOS VOLÚMENES

**FIGURA 3.7.6:** CUATROS DISCO EN CADA CAJA PETRI Y SE PROCEDE INCUBAR

**FIGURA 3.7.7:** LUEGO QUE PASE LAS 24HR SE VE SI HAY INHIBICIÓN

**FIGURA 4.1:** ÍNDICE DE REFRACCIÓN DEL ACEITE DE LA SEMILLAS DE GUAYABA.

## **ÍNDICE DE TABLAS**

**TABLA 1:** CARACTERÍSTICAS DEL ACEITE DE SEMILLAS DE GUAYABA

**TABLA 2:** ÁCIDOS GRASOS

**TABLA 3:** CLASIFICACIÓN DE LOS ANTIOXIDANTES

**TABLA 4:** ÁCIDOS GRASOS IDENTIFICADOS EN EL EXTRACTO METILADO DE SEMILLAS DE GUAYABA.

**TABLA 5:** PROPIEDADES FÍSICAS DEL ACEITE DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA

**TABLA 6:** RECTA DE CALIBRACIÓN DEL REACTIVO

**TABLA 7:** COMPARACIÓN DE LECTURAS

**TABLA 8:** INHIBICIÓN BACTERIANAS DEL ACEITE SEMILLAS DE GUAYABA.

**TABLA 9:** PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN ACEITE DE GUAYABA

## **ÍNDICE DE GRÁFICOS**

**GRÁFICA 1:** RECTA DE CALIBRACIÓN DEL REACTIVO

**GRÁFICA 2:** ANÁLISIS DE ESPECTROFOTOMÉTRICO DEL EXTRACTO  
SEMILLAS DE GUAYABA-ETANOL

**GRÁFICA 3:** ANÁLISIS DE ESPECTROFOTOMÉTRICO DEL EXTRACTO  
SEMILLAS DE GUAYABA-ETANOL

**GRÁFICA 4:** ANÁLISIS DE ESPECTROFOTOMÉTRICO DEL EXTRACTO  
SEMILLAS DE GUAYABA-HEXANO

**GRÁFICA 4:** ANÁLISIS DE ESPECTROFOTOMÉTRICO DEL EXTRACTO  
SEMILLAS DE GUAYABA-HEXANO

## INTRODUCCIÓN

La pulpa de guayaba es muy utilizada en las industrias por sus propiedades y su valor nutritivo generando grandes cantidades de semillas que son desechadas. Así se plantea la posibilidad de aprovechar estas semillas, como fuente de aceite. Se investigó la composición con la finalidad de buscar algún aprovechamiento. Existen algunos estudios que indican que tiene propiedades antibacteriana, antioxidante y que pueden ser utilizadas como suplemento alimenticio para uso industrial.

El aceite de semillas de guayaba en general es poliinsaturado con alto contenido de ácido linoléico 79.1%. Es importante indicar que el ácido linoléico es uno de los ácidos grasos esenciales para el ser humano.

El trabajo se realizó empleando las semillas de guayaba como materia prima secas para la extracción de aceite, utilizando como solvente el hexano y etanol procediéndose a obtener aceite primero destilando con el equipo de Soxhlet y luego a separar el aceite del solvente con el rotavapor. Se realizaron los análisis de índices de refracción, DPPH e inhibición de los extractos etanólico y hexano obteniendo mejores resultados favorables con el extracto etanólico.

# I CAPÍTULO

## LA INVESTIGACIÓN

### 1.1 TEMA

Evaluación de la extracción etanólica y con hexano de las semillas de guayaba y su acción inhibitoria.

### 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las empresas que procesan grandes cantidades de la pulpa de guayaba generan una cantidad considerable de semillas. El aprovechamiento de estos residuos agroindustriales, se concentran simplemente en la elaboración de abonos orgánicos, limitando la generación de un mayor valor agregado a estos residuos, que podrían tener potencial económico para la industria alimenticia y cosmética.

Por lo general toda industria que genera alimento involucra una cantidad considerable de residuos que pueden ser aprovechados de algunas formas, como la extracción de aceite, por esta razón se plantea evaluar la extracción del aceite con los solventes etanol y hexano, a partir de las semillas provenientes de procesamiento de la fruta con el fin de perfilar su uso en la industria.

### **1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Las pocas investigaciones realizadas en las semillas de guayaba dirigida a su aprovechamiento y a la obtención de productos, nos lleva a seguir buscando nuevos métodos de utilización como la producción de aceite. Además la falta de investigación para la obtención de nuevos productos, está limitando el mejoramiento de la economía de las empresas.

### **1.4 LIMITACIÓN DEL ESTUDIO**

El proyecto tiene como base el residuo de la guayaba que se procesa en las empresas, teniendo como limitación en la producción de aceite de las semillas de guayaba el periodo de zafra que comprende, entre los meses de marzo, abril, mayo y agosto, septiembre, octubre.

### **1.5 ALCANCE DEL TRABAJO**

El alcance del proyecto se fija en demostrar que el aceite de las semillas de guayaba es una fuente rica de antioxidante y sirve como antimicrobiano, en la cual se va a comprobar con pruebas de halo de inhibición en cajas Petri en muestras de bacterias Gram + y Gram –

### **1.6 OBJETIVOS**

#### **General**

- Extraer aceite de las semillas de la guayaba.

## **Específico**

- Realizar la extracción etanólica del aceite de las semillas de guayaba.
- Obtener aceite de las semillas de guayaba a través de la extracción con hexano.
- Comprobar su efectividad para inhibir bacterias y hongos.
- Determinar la capacidad antioxidante de los extractos metanólicos por medio de la actividad captadora de radicales libres DPPH.

## **1.7 IDEA A DEFENDER**

Se propone extraer aceite de semillas de guayaba para evaluar las características para un posible uso en la industrial.

## **1.8 PREGUNTAS A CONTESTAR**

¿Cuáles son las características del aceite de semillas de guayaba?

¿Cuáles son los beneficios del aceite?

¿El aceite de las semillas de guayaba sirve como antioxidante?

¿El aceite de las semillas de guayaba tiene capacidad antimicrobiana?

## **1.9 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

Las empresas que procesan grandes cantidades de guayaba generan una cantidad considerable de residuos, como las semillas que pueden ser aprovechadas, de ahí la propuesta de tomar esta cantidad de desecho y buscarle alternativas de utilización.

El aceite extraído de las semillas puede ser considerado como una fuente de ácidos grasos principalmente del ácido linoleico. Dicho ácido tiene aplicaciones en la industria de alimentos (suplementos alimenticios); También se puede usar como antioxidantes y por otra parte, este también se puede emplear en la industria de pintura como agente secante. (Nivia , Castro, Parada, Restrepo, & Rodríguez, 2007)

## **1.10 HIPÓTESIS**

Demostrar que se puede extraer aceite a partir de las semillas de guayaba la cual contiene aceite poliinsaturado con poder inhibidor bacteriano.

## **1.11 VARIABLES**

- **Variable Independiente**

Temperatura y tiempo de extracción con etanol y hexano.

### **Variable Dependiente**

Rendimiento de la extracción aceite obtenido por cada gramo de semillas de guayaba y la capacidad antioxidante del aceite.

## 1.12 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLE	TIPO	NIVEL DE MEDICIÓN	MÁXIMO PERMISIBLE	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	INFLUENCIA	NORMA
<b>Procesamiento</b>	Secado de Materia Prima	Intervalo	60° c	Termómetro	Preservarlo	Codex
<b>Medición de antioxidantes</b>	Análisis	Intervalo entre 50 y 100 µl	≤ 200 µl	Espectro fotómetro Genesys 10 UV	Capacidad antioxidante del aceite	Método DPPH
<b>Tiempo de extracción</b>		Intervalo 1 hora	2 hora	Termómetro	Tiempo que tarde en obtenerse el aceite esencial de la semilla guayaba	
<b>Rendimiento de la extracción</b>	Peso			balanza	Gramos de aceite obtenido por cada gramo semilla de guayaba	

## **2 CAPÍTULO**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVO**

Semillas de guayaba se desechan durante el procesamiento de jugo y pulpa. Este subproducto, podría ser considerado según estudios realizados por (Prasad. N.B.L. and Azeemoddin, 1994) Y (Bernardino, 2001) como una fuente alternativa de aceite y proteína de buena calidad nutricional.

La proteína de la semilla de guayaba está formada por: albúminas (2.63), globulinas (9.47), prolaminas (1.85) y glutelinas (50-87g fracción/100g de proteína).

Las semillas contienen aceite sobre 3-13%, pero el aceite de semilla de guayaba es rica en ácidos grasos esenciales. Oleico (54%), linoleico 29% son ácidos grasos principales encontrados el cual tiene propiedades antioxidantes, antimicrobianas y también se puede utilizar en la preparación de ensaladas. (D. K. Salunkhe, Handbook of Fruit Science and Technology: Production, Composition, Storage and processing, 1995)

Esto provoca que se hagan análisis investigativos para posibles usos de estas semillas, ya que las propiedades del aceite de estos residuos tienen

potencial para establecer un posible uso como aditivo en alimentos y conservante.

## **2.2 GUAYABA (*psidium guajava*)**

### **2.2.1 GENERALIDADES**

La guayaba (*Psidium guajava* L) es una planta nativa de las regiones bajas de los trópicos y subtrópicos. En el Ecuador se localiza en casi todas las zonas tropicales. Es una fruta importante por tener altos valores nutricionales y comerciales, su pulpa es jugosa, de color blanco, amarillo, rosado o rojo, dependiendo de la variedad. El carácter perecedero de las frutas es la base de la industria de alimentos, desempeñando un rol esencial en el desarrollo económico de los países. (Gavilanes, 2008)

### **2.3 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN**

Se desconoce con exactitud el origen de la guayaba, aunque es nativa de los trópicos americanos, especialmente de las zonas sur de México, bajando hacia América Central, desde donde ha sido distribuida por todo el mundo tropical tanto por el hombre como por los animales. A su diseminación ha contribuido la facilidad de propagación por semilla que la guayaba tiene y a la retención de la viabilidad de sus semillas por un tiempo relativamente largo.

La producción de esta fruta en el Ecuador es alta, y se produce en toda la época del año, la misma que se comercializa en el interior como fruta fresca y pulpa, mientras en el exterior se exporta solo como pulpa.

El cultivo de guayaba en el Ecuador fue en Paquera de Puntarenas y se introduce como cultivo en 1996 a través de la Misión Técnica Agrícola de la República China en Taiwán, en coordinación con el asa-MAG-IDA y un grupo de productores, que 10 posteriormente conformaron una Asociación de Guayaberos (APROGUATA) para su producción y comercialización. (López, 2008)

## 2.4 TAXONOMÍA

-Reino: Plantae	-Familia: Myrtaceae
-División: Magnoliophyta	-Subfamilia: Myrtoideae
-Clase: Magnoliopsida	-Tribu: Myrteae
-Subclase: Rosidae	-Género: Psidium
-Orden: Myrtales	-Especie: P. guajava

**Fuente:** (López, 2008)

## 2.5 VARIEDADES

A nivel internacional se distinguen más de 100 variedades, destacándose las que a continuación se describen:

- Variedad blanca (nigeriana)
- Variedad pulpa Rosada
- *Psidium cattleianum*: guayaba fresa
- *Psidium guajava* Palmira : tipo ICA
- *Psidium friedrichsthalium*: guayaba de Costa Rica o cas
- *Psidium guajava*: guayaba manzana

- Psidium guineense: guayaba guinea
- Psidium cattleianum: guayaba cattley
- Psidium montanum: guayaba de la montaña

**Fuente:** (Brown, 1863 y 1871)

## 2.6 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

La guayaba son bayas globosas, a veces, que pueden medir entre 4-15cm. de largo por 4-8cm. de diámetro. Cáliz persistente en el ápice. Son frutos aromáticos, de sabor agridulce, y la pulpa resulta pegajosa. En su interior reserva numerosas semillas, diminutas, de color amarillentos de forma triangular duro o en forma de riñón de 3 a 5mm. de largo que presenta entre el 6% y el 12% del peso total del fruto. (Botanical-online, s.f.)

## 2.7 CARACTERÍSTICAS DEL ACEITE DE SEMILLAS DE GUAYABA

**TABLA 1:** CARACTERÍSTICAS DEL ACEITE DE SEMILLAS DE GUAYABA

<b>Características del aceite de semillas de guayaba</b>	
Características	Valor
Gravedad específica (25°C)	0.8902-0.9135
Índice de refracción (25°C)	1.4712
Índice de saponificación	154-198
índice de acidez	3.4-7.0
Índice de yodo	96-141
Número Polenske	0.08-0.10
Número acetil	74
Insaponificable (%)	0.5-3.5
Total de ácidos grasos saturados	10.1-16.0
Total de ácidos grasos insaturados	84.0-89.9

**Fuente:** (D. K. Salunkhe, Handbook of Fruit Science and Technology: production, composition, storage, and processing, 1995)

## 2.8 VALOR NUTRICIONAL

El aceite de semillas de guayaba es rico en ácidos grasos que se encuentra compuesta de los siguientes ácidos:

**TABLA 2: PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN ACEITE DE GUAYABA**

ÁCIDO GRASO	PORCENTAJE
Palmítico	7.8 %
Estearico	4.8 %
Oleico	6.7 %
Linoléico	79.1 %
Linolénico	0.17 %
Araquidónico	0.64 %
No identificados	0.74 %

**Fuente:** (N. L. Vasco Méndez, 2005)

## 2.9 USOS

La semilla de guayaba son residuos agroindustrial por la cual no le daban ningún valor agregado, estudios realizados del extracto de la semilla la consideraron como una fuente de ácidos grasos poliinsaturados, principalmente el ácido linoleico. (Ver Tabla 2). Dicho ácido tiene aplicaciones en la industria alimenticia (en suplementos alimenticios) y en el tratamiento de enfermedades cardiovasculares y de diabetes: por otra parte, éste también se emplea en la industria de pintura como agente secante. (Nivia , Castro, Parada, Restrepo, & Rodríguez, 2007).

El aceite de guayaba, ayuda a prevenir el envejecimiento prematuro, cura y suaviza la piel con una regeneración y revitalización efectiva, actúa también como un blanqueador natural para la piel, tiene una buena textura y un PH adecuado para ser usado tópicamente.

Aplicado sobre el cabello, es un excelente abrillantador, da volumen, y ayuda con cabellos finos y tinturados, muchas preparaciones cosméticas tienen en sus ingredientes aceite de Guayaba. (Nutriomega, 2011)

## **2.10 PROPIEDADES DEL ACEITE DE SEMILLAS DE GUAYABA**

Algunas propiedades son:

Antimicrobiano

Antioxidantes

Suplemento alimenticio

Tratamiento de enfermedades (cardiovasculares y diabetes). (Alejandro, Henry, Fabián, Patricio, & Ignacio, 2007)

## **2.11 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA SEMILLAS DE GUAYABA**

Se estudió la composición química de la semilla de guayaba con la finalidad de buscarle algún uso a la gran cantidad de semilla que se desecha durante los procesos de industrialización de la guayaba. La semilla de guayaba es aproximadamente 80% fibra, 11% aceite, 9% proteína y 1.5% cenizas. La fibra total está compuesta de lignina (25%) y hemicelulosa (65%), lo que la hace una fibra poco digerible. El aceite se encuentra compuesto de los siguientes ácidos grasos: 79% linoleico, 8% palmítico, 7% oleico, 5% esteárico y el triglicérido más abundante es la trilinoleína (60%). (N. L. Vasco Méndez, 2005)

## **2.12 ÁCIDOS GRASOS ESENCIALES**

Los ácidos grasos esenciales (AGE) que contiene la semilla de guayaba tienen las siguientes características, son un tipo de grasas que el organismo no puede sintetizar y que tiene que ser ingeridos a través de los alimentos.

Los ácidos grasos tienen funciones vitales muy específicas en el organismo: forma parte de la composición de todas células, permiten la conexión neuronal y del sistema nervioso, tienen propiedades antiinflamatorias.

Existen 2 tipos de ácidos grasos esenciales: omega 3 (Ácido linolénico) y omega 6 (ácido linoleico).

El ácido linolénico es abundante entre las grasas omega 3, y se encuentra en los aceites de semillas, frutos secos y sus aceites. El omega 6 (Ácido linoleico) se encuentra en todos los aceites vegetales y en las semillas. Es decir, que la mayoría de alimentos que contienen omega 3, contienen aún más omega 6. (botanical, s.f.)

## **2.13 MÉTODOS DE EXTRACCIÓN**

### **2.13.1 EXTRACCIÓN CON SOLVENTE QUÍMICO**

La extracción de lípidos con solventes químicos, ha sido utilizada tradicionalmente para obtener lípidos de fuentes animales y vegetales, el solvente es por lo general adicionado a la biomasa seca, aunque en algunos casos es utilizado en biomasa con cierta cantidad de agua, lo que

disminuye los costos globales del proceso, pero disminuye también la eficiencia de la extracción.

Una gran variedad de solventes orgánicos suelen ser utilizados en la extracción de aceite de semillas, siendo los más populares el hexano y el etanol, mediante una mezcla hexano-etanol, es posible extraer más del 98% de los ácidos grasos presentes en la biomasa, sin embargo, al ser el etanol un buen solvente de extracción, su selectividad hacia los lípidos es relativamente baja comparada con otros solventes.

Una metodología basada en solventes químicos fue propuesta por Folch et al, la cual extrae lípidos tanto polares, como no polares, esto se logra debido a la utilización de un solvente apolar, el cual disuelve los lípidos neutros, en combinación con un solvente relativamente polar, el cual disuelve los lípidos polares presentes en la muestra sometida a extracción. (Hernándezl, Condel, Izquierdo, & Sanabia, 2008)

### **2.13.2 EXTRACCIÓN MÉTODO SOXHLET**

La extracción solido-liquido cuya finalidad es la separación de uno o más componentes contenidos en una fase sólida, mediante la utilización de uno o más componentes contenidos en una fase líquida, mediante la utilización de una fase líquida o disolvente. El componente o componentes que se transfieren de la fase sólida a la líquida reciben el nombre de soluto, mientras que el sólido insoluble se denomina inerte. (Albert Ibarz, 2005)

Es un método de extracción continuo que se utiliza para materiales sólidos. Consiste en colocar el material a extraer, previamente molido y pesado, en

un cartucho de celulosa que se introduce en la cámara de extracción, conectada por una parte a un balón se calienta a ebullición, un refrigerante.

El disolvente contenido en el balón se calienta a ebullición, el vapor asciende por el tubo lateral y se condensa en el refrigerante, cayendo sobre el material. Cuando alcanza el nivel conveniente sifona por el tubo regresando al balón. El proceso se repite hasta conseguir el agotamiento deseado del material. Ver figura 2.2 (Maestri, 2008)



**Fuente:** (Procesos bio, 2012)

## 2.14 ANTIOXIDANTES

Un antioxidante es aquella sustancia que presenta bajas concentraciones respecto a la de un sustrato oxidable (biomolécula) que retarda o previene su oxidación, por lo mismo hay que aprovechar el alto porcentaje de antioxidante que contiene este aceite de semilla de guayaba.

Los antioxidantes que se encuentran naturalmente en el organismo y en ciertos alimentos pueden bloquear parte de este daño debido a que estabilizan los radicales libres.

Son sustancias que tienen la capacidad de inhibir la oxidación causada por los radicales libres, actuando algunos a nivel intracelular y otros en la membrana de las células, siempre en conjunto para proteger a los diferentes órganos y sistemas. (Federación cafe, 2012)

Existen diferentes tipos de oxidantes:

- Antioxidantes endógenos: mecanismos enzimáticos del organismo (superóxidodismutasa, catalasa, glutatión peroxidasa, glutatión y la coenzima Q-). Algunas enzimas necesitan cofactores metálicos como selenio, cobre, zinc y magnesio para poder realizar el mecanismo de protección celular.
- Antioxidantes exógenos: son introducidos por la dieta y se depositan en las membranas celulares impidiendo la lipoperoxidación (vitaminas E y C y del caroteno). (Federación cafe, 2012)

Clasificación de los antioxidantes:

**TABLA 3: CLASIFICACIÓN DE LOS ANTIOXIDANTES**

• Exógenos	Endógenos	Cofactores
<b>Vitamina E</b>	Glutación	Cobre
<b>Vitamina C</b>	Coenzima Q	Zinc
<b>Betacaroteno</b>	Ácido tióctico	Manganeso
<b>Flavonoides</b>	Enzimas: Superóxidodismutasa(SOD) Catalasa Glutación peroxidasa	Hierro
<b>Licopeno</b>		Selenio

**Fuente:** (Federación cafe, 2012)

#### **2.14.1 MÉTODO ESPECTROFOTOMÉTRICO DEL DPPH (1,1-DIFENIL-2-PICRILHIDRAZILO) PARA LA EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE.**

El procedimiento para determinar la actividad de antioxidante se basa en el método descriptivo por (Brand Williams, 1995). La evaluación de actividad antioxidante a través del método que utiliza el radical libre 1,1-difenil-2-picrilhidrazilo (DPPH), constituye un procedimiento relativamente sencillo, en el cual es necesario tener algunos cuidados con el manejo de la solución de trabajo, tales como tiempo de conservación, ausencia de humedad y cantidad de luz. (Oscar M. Mosquera, 2006)

El procedimiento de esta técnica consiste en la medición a 517 nm de la reducción del radical estable DPPH. La absorbancia característica de este radical que posee un color violeta agudo, que reduce en presencia de un antioxidante. Por lo tanto, es posible medir la capacidad captadora de radicales libres que poseen determinados compuestos mediante la determinación del grado de decoloración que inducen a una solución metanólica de DPPH. (Brand Williams, 1995)

## **2.15 ANÁLISIS CROMATOGRÁFICA**

### **2.15.1 CROMATOGRAFÍA DE GASES (CG)**

Se constituye en un procedimiento para la separación de compuestos volátiles, los cuales fluyen en una corriente gaseosa sobre o a través de una fase estacionaria fijada en el interior de un tubo largo y fino, la cual puede ser un sólido adsorbente de empaquetamiento, o un líquido viscoso no volátil que recubre las paredes internas de la columna. El gas portador es un gas inerte (nitrógeno, helio, hidrógeno, argón), y transporta una muestra representativa de la sustancia inyectada. Los diversos componentes son retenidos o retrasados por la fase estacionaria con mayor o menor fuerza y alcanzan el final de la columna donde se encuentra el detector. Los tiempos de flujo del gas portador son relativamente largos.

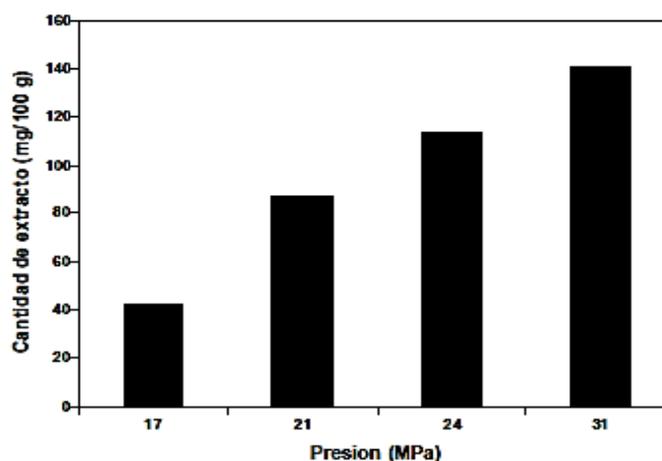
La GC permite realizar análisis tanto cualitativos, como cuantitativos de sustancias que se volatilizan a temperaturas elevadas sin degradarse o de las cuales se obtienen derivados volátiles reproducibles. La elección del modo de inyección de la muestra, la temperatura de la columna y el tipo

de detector, determinan los resultados del procedimiento. (Skoog Douglas A., 2001)

### 2.15.2 ANÁLISIS DEL EXTRACTO DE LA SEMILLAS DE GUAYABA CG/EM

El análisis de los espectros de masas y la comparación de los valores de longitud equivalente de cadena (LEC) de los derivados metilados del extracto obtenido a 31.0 MPa, respecto a los de la literatura, permitió identificar los componentes presentes como los correspondientes ésteres metílicos de los ácidos palmítico, linoleico y esteárico, siendo el mayoritario el ácido linoleico (% relativo = 61.1). En la figura 2.3 se encuentra el cromatograma correspondiente; Así mismo, en la tabla5 se presentan los resultados obtenidos. (Nivia Alejandro; Henry Castro; Fabián Parada; Patricio Restrepo; Ignacio Rodríguez, 2007)

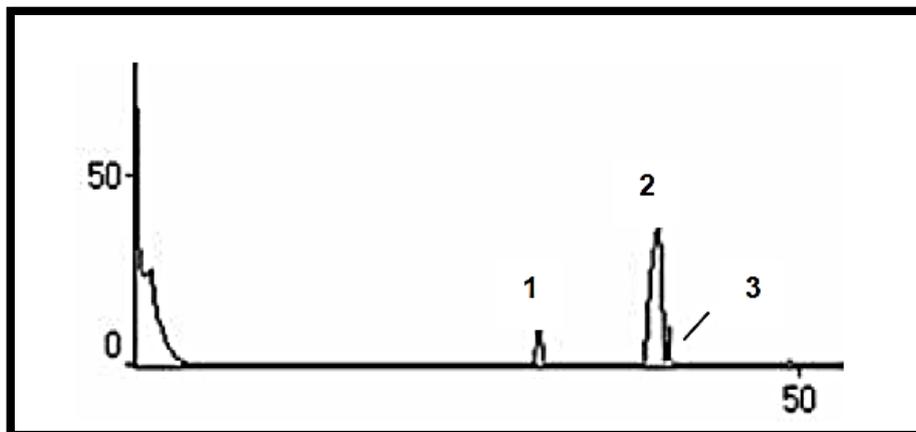
**FIGURA 2.2** RENDIMIENTO EN LA EXTRACCIÓN SE LA SEMILLA DE GUAYABA CON CO<sub>2</sub> SUPERCRÍTICO.



**Fuente:** (Nivia Alejandro; Henry Castro; Fabián Parada; Patricio Restrepo; Ignacio Rodríguez, 2007)

El rendimiento obtenido es mayor cuando se aumenta la presión, como se observa en la figura 2.3

**FIGURA 2.3** RENDIMIENTO EN LA EXTRACCIÓN DE LA SEMILLA DE GUAYABA CON CO<sub>2</sub> SUPERCRÍTICO.



**Fuente:** (Nivia Alejandro; Henry Castro; Fabián Parada; Patricio Restrepo; Ignacio Rodríguez, 2007)

Ácidos grasos identificados en la cromatografía que enseñan cada punto marcado.

**TABLA 4:** ÁCIDOS GRASOS IDENTIFICADOS EN EL EXTRACTO METILADO DE SEMILLA DE GUAYABA.

Número de señal	1	2	3
Ácido	Palmitico	Linoleico	Esteárico
ECL <sub>(Exp.)</sub>	16.04	17.81	18.26
ECL <sub>(Lit.)</sub>	16.00	17.63	18.00
% relativo	26.2	61.1	12.6

**Fuente:** (Nivia Alejandro; Henry Castro; Fabián Parada; Patricio Restrepo; Ignacio Rodríguez, 2007)

Cantidad de ácidos grasos que contiene el aceite, indicando que domina el ácido linoleico.

## **3 CAPÍTULO: DESARROLLO EXPERIMENTAL**

### **METODOLOGÍA.-**

#### **3.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

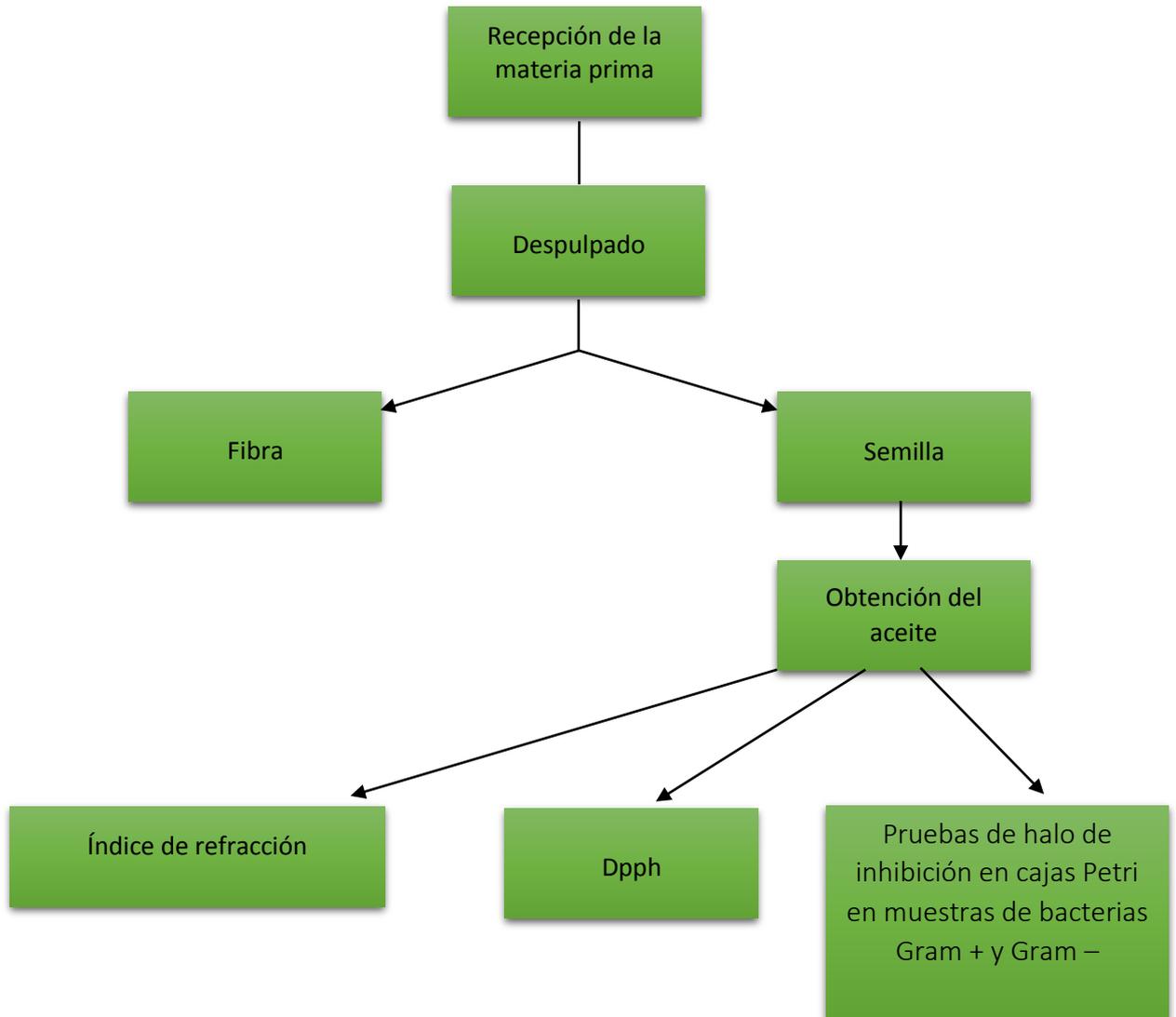
La metodología de la investigación será de carácter investigativo y característico, ya que se logró extraer aceite de las semillas de guayaba en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Química Universidad de Guayaquil en la cual se realizó análisis físico químico para determinar las características del aceite.

##### **3.1.1 MÉTODOS.**

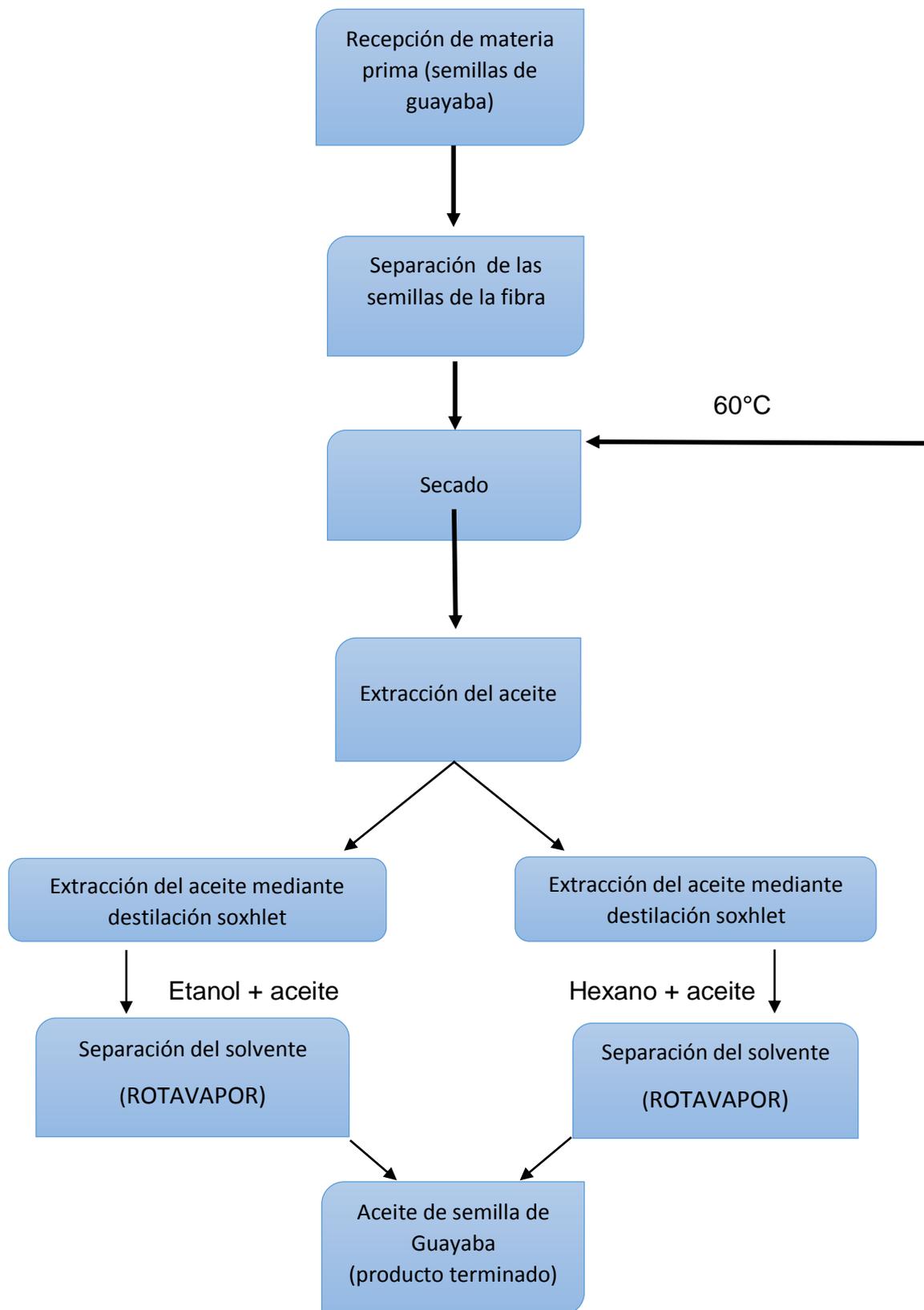
El presente trabajo es investigativo, y con ello aplicaremos el enfoque exploratorio a través de la recopilación y selección de información de interés, como trabajos tecnológicos, tesis de grado, documentos científicos, folletos, con el fin de tener mayor conocimiento del tema.

La siguiente etapa de investigación aplicamos método descriptivo en la cual se logra resaltar características o propiedades con el fin de lograr explicar los diferentes apuntes de la investigación.

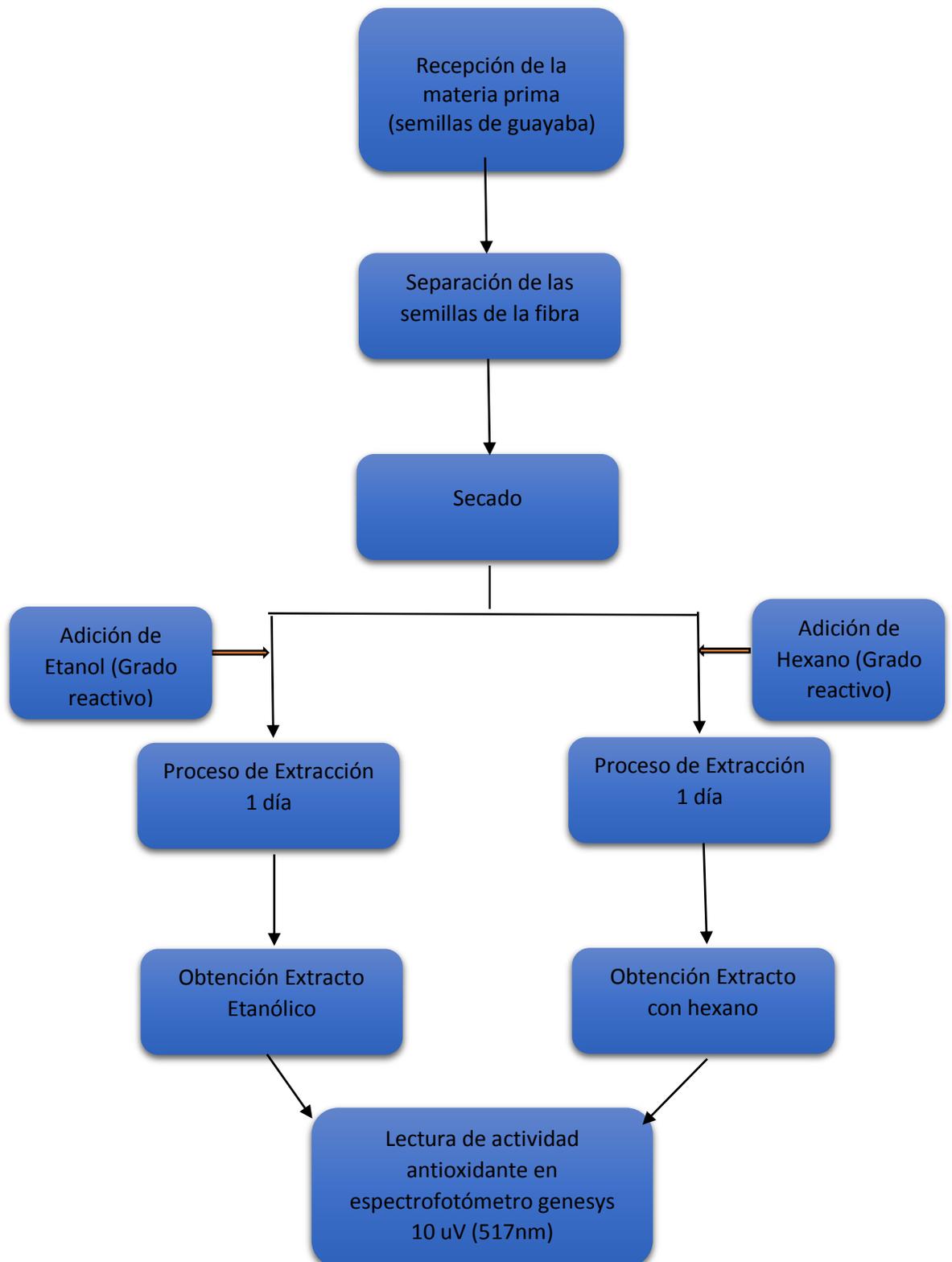
### 3.2 DESARROLLO DEL ESQUEMA QUE EXPLICA LA REALIZACIÓN DEL TRABAJO EXPERIMENTAL REALIZADO.



### 3.2.1 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE ACEITE DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA.



### 3.2.2 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN PARA ANÁLISIS DPPH.



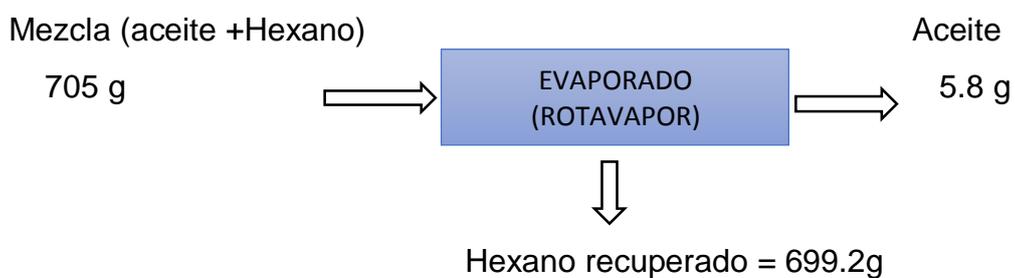
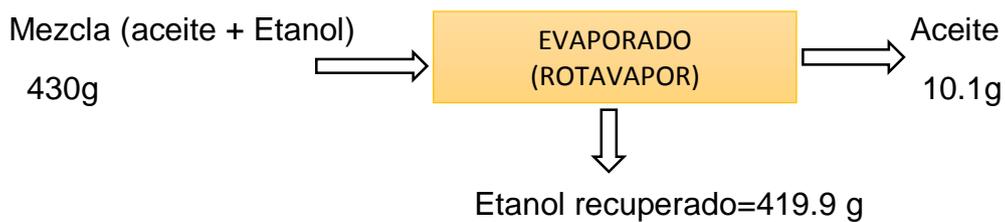
### 3.2.3 DIAGRAMA POR EQUIPO DEL PROCESO



Semillas de guayaba = 400g



Semilla de guayaba = 400g



### **3.3 EQUIPOS Y MATERIALES**

- |                              |                        |
|------------------------------|------------------------|
| -Equipo (soxhlet)            | -Vaso de precipitación |
| -Balanza analítica eléctrica | -Matraz Erlenmeyer     |
| -Estufa                      | -Algodón               |
| -Papel filtro                | -Matraz Balón          |
| -Rota vapor                  | -Incubadora            |
| -Soporte universal           | -Pipeta                |
| -Caja Petri                  | -Probeta               |
| -Tubo de ensayo              |                        |

### **3.4 OBTENCIÓN DEL ACEITE DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA.**

Utilizando el equipo soxhlet y empleando 400g de semillas de Guayaba previamente deshidratadas y 1000ml de etanol, procedimos a realizar el montaje del equipo y observarnos que la destilación tardó aproximadamente 2 horas, luego se utilizó el mismo equipo con la misma cantidad de carga y 1000ml de hexano , la destilación tardó 27 minutos obteniéndose aceite con solvente. Luego se procedió a separar el aceite del solvente con el equipo rotavapor y se obtuvo el aceite libre de solvente.

### **3.5 PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DEL ACEITE DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA UTILIZANDO DIFERENTES SOLVENTE ETANOL Y HEXANO.**

1. Recolectar las semillas de Guayaba.
2. Secado de las semillas.(ver anexos figura 3.5.1)

3. Realizar el montaje del equipo de extracción soxhlet donde se realizó una extracción sólido – líquido con solvente para obtener el aceite de las semillas de Guayaba.(ver anexos figura 3.5.2)
4. Pesar 400g de la muestra que será introducida en el equipo de extracción soxhlet. (ver anexos figura 3.5.3)
5. Agregar 1000 ml de solvente (etanol y hexano). (ver anexos figura 3.5.4)
6. Calentar durante 2 horas (se cuenta en número de recirculaciones “máximo nueve” ), (ver anexos figura 3.5.5)
7. Finalmente se obtiene el Aceite de las semillas con solvente (etanol y hexano). (ver anexos figura 3.5.6)
8. Filtrar la mezcla de aceite más solvente. (ver anexos figura 3.5.7)
9. Montaje del equipo de rota vapor que separa el solvente por destilación al vacío. (ver anexos figura 3.5.8)
10. Colocar mezcla solvente-aceite y activamos el equipo hasta una temperatura de 79°C y 40 rpm a una presión de 0.2 bares con etanol y con hexano a una temperatura de 69°C y 40 rpm a una presión de 0.335 bares. (ver anexos 3.5.9)
11. Se obtiene el producto final para las pruebas siguientes. (ver anexos figura 3.5.10)

### **3.6 DETERMINACIÓN DE ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE PRESENTE EN LAS MUESTRAS MEDIANTE LA PRUEBA DEL DPPH.**

Se realizó la experimentación mediante el método DPPH en el laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ingeniería Química-Universidad de Guayaquil.

Muestra utilizada:

- Aceite de Semillas de Guayaba

Equipo

- Espectrofotómetro génesis 10 uv
- Computador con programa DATALYSE

Reactivos

- DPPH 0.1 mM (0.019716g de DPPH / 500 ml de alcohol etílico)
- Alcohol etílico
- Hexano

#### **3.6.1 PROCEDIMIENTO PARA EVALUAR LA CAPACIDAD**

##### **ANTIOXIDANTE DEL ACEITE SEMILLA DE GUAYABA EXTRAÍDO CON DIFERENTES SOLVENTE ETANOL Y HEXANO**

- Preparar la muestra con una dilución 100 ml metanol (grado reactivo), para obtener una solución de DPPH con concentración de 0.1mM. (ver anexos figura 3.6.1)
- Dejar la muestra en reposo por un tiempo de 24hr

- Calibrar el espectrofotómetro colocando cantidades exactas de DPPH con metanol. (ver anexos figura 3.6.2)
- Colocar en el espectrofotómetro Genesys 10 uv. las muestra más Dpph. (ver anexos figura 3.6.3 )
- Se introduce la data en el programa DATALYSE.
- Se realiza la corrida, se obtiene los resultados que evidencian la capacidad antioxidante reflejada en una curva estabilizada.

### **3.7 PREPARACIÓN DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS**

#### **KIRBY-BAUER O MÉTODO DE DIFUSIÓN POR DISCO.**

- Esterilizar el lugar de trabajo, para no contaminar el medio de cultivo y realizarlo cerca de un mechero. (ver anexos figura 3.7.1)
- Preparar al Agar Mac Conkey y el Agar Nutritivo.
- Para el Mac Conkey se coloca 50 g de polvo de agar en 1 litro de agua purificada y dejar reposar por 5min.
- Calentar y agitar con frecuencia y llevar a ebullición a 1 a 2 min. Hasta disolverlo completamente.
- Distribuir en las cajas Petri y esterilizar en autoclave a 121 °C durante 15 min.
- Tomar el agar nutritivo se colocan en frasco cerrado en baño maría y llevar a ebullición para disolver el medio de cultivo solido contenido en el mismo.
- Una vez disuelto retirar los frasco de dejar enfriar hasta temperatura de 45-50°C

- Abrir y distribuir aproximadamente 15 ml de agar en las cajas Petri estériles.
- Tomar otras cajas Petri que ya contienen las cepas de bacterias gram negativo (Mac Conkey) y de bacterias en general (nutritivo) y con una asa esterilizada individual se hace un raspado por las estrías donde se encuentra la bacterias y colocar agua de peptonada para agitar. (ver anexos figura 3.7.2 y 3.7.4)
- Colocar cuatro discos por separado distintos volúmenes 50 µl y 100 µl respectivamente en cada caja Petri con dichos agares. (ver anexos figura 3.7.6)
- Enumerar los discos en cada caja Petri y se lo incuban durante 24 horas a 37°C de temperatura. (ver anexos figura 3.7.6)
- Verificar el diámetro de la zona de inhibición que se forma alrededor de cada disco y se procede anotar. (ver anexos figura 3.7.7)

### 3.8 BALANCE DE MATERIA

Considerando la capacidad del equipo, se utilizó 400g de semillas secas de las que se procedió a extraer el aceite con los siguientes equipos soxhlet y rotavapor.

$$\boxed{\text{Entrada (E) = Salida (S)}}$$

**Semilla Guayaba + Etanol = Aceite+ Etanol Recuperado + Semilla húmeda con solvente+ Solvente Perdido**

$$400g + 1000g = 10.1g + 390.9g + 510g + 489g$$

$$1400 = 1400$$

$$\text{Entrada (E) = Salida (S)}$$

**Semilla Guayaba + Hexano = Aceite+ Hexano Recuperado + Semilla húmeda con solvente+ Solvente Perdido**

$$400\text{g} + 1000\text{g} = 5.8\text{g} + 637.2\text{g} + 504\text{g} + 253\text{g}$$

$$1400 = 1400$$

## SECADO

### Datos:

Peso de semilla fresca (Sf):2000g

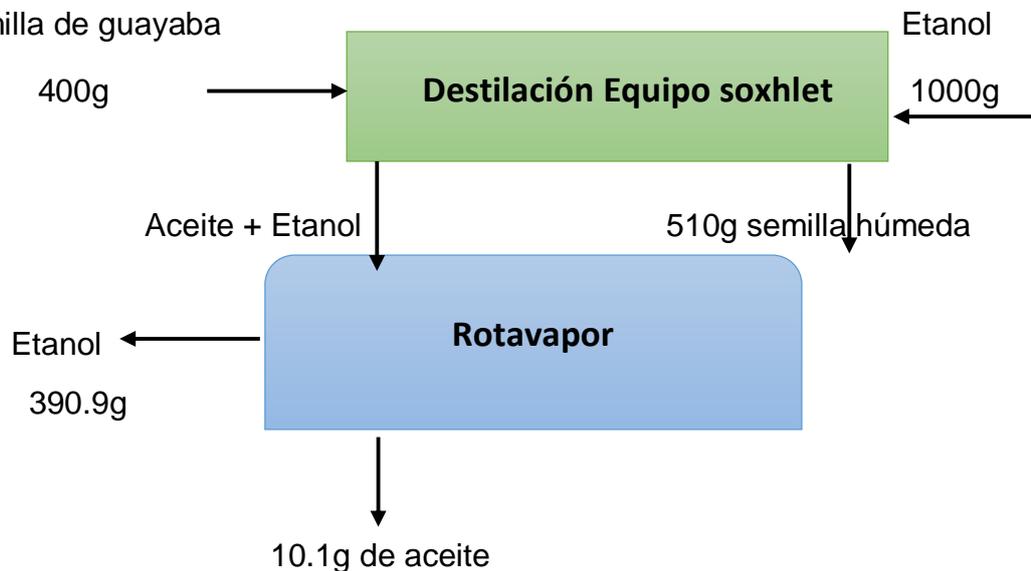
Peso de semilla seca (Ss):880g



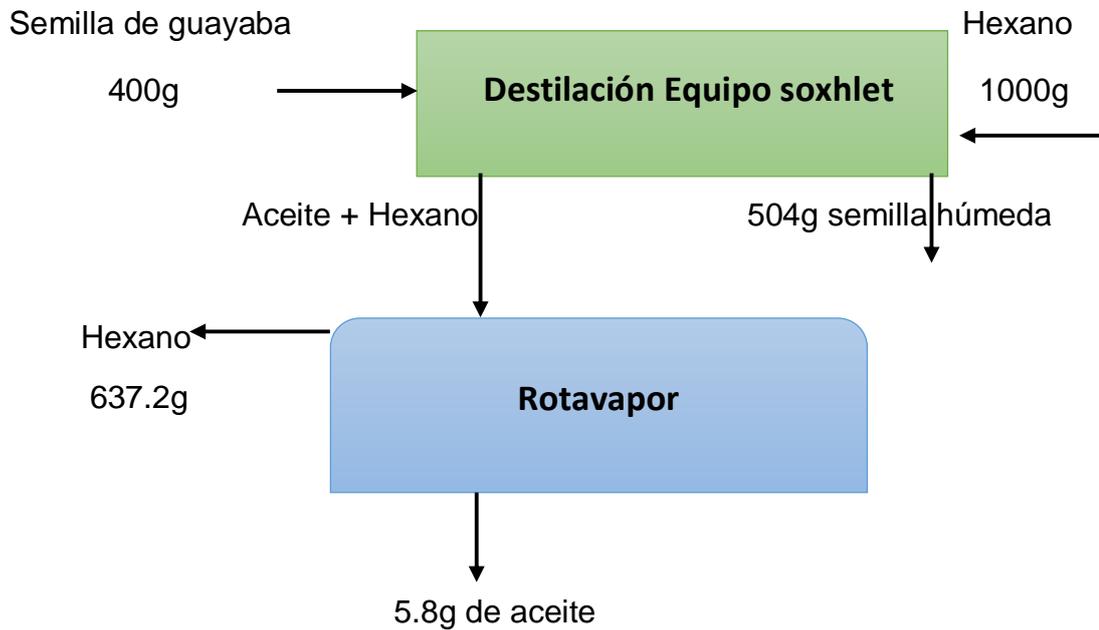
## Pesar 400 g de semilla guayaba seca

### Obtención Aceite (Etanol)

Semilla de guayaba



## Obtención Aceite (Hexano)



El rendimiento de la semilla de guayaba en relación al aceite contenido es el siguiente:

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{peso aceite obtenido}}{\text{peso muestra}} \times 100$$

$$\% \text{ Rendimiento (Etanol)} = \frac{10.1g}{400g} \times 100 = 2.52\%$$

$$\% \text{ Rendimiento (Hexano)} = \frac{5.8g}{400g} \times 100 = 1.45\%$$

## 4 CAPÍTULO

### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 4.1 PROPIEDADES FÍSICAS DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE GUAYABA.

**Tabla 5:** Propiedades físicas del aceite de la semilla de guayaba

Aceite esencial	Propiedades	
	Etanol	Hexano
<b>Apariencia</b>	Líquido, oscura, aceitoso	Líquido, claro, aceitoso
<b>Color</b>	Café oscuro	Amarillo pálido
<b>Olor</b>	Suave	Suave
<b>Índice de refracción</b>	1,475	1.472
<b>Solubilidad en:</b>		
Agua	insoluble	insoluble
Alcohol	Soluble	soluble

**Elaborado por:** Víctor Villa y Jennifer Benalcázar

Las propiedades determinadas tratan de los valores reportados en estudios previos del aceite de la semilla de guayaba.

#### **4.1.1 ÍNDICE DE REFRACCIÓN DEL ACEITE DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA.**

El objetivo de esta prueba es identificar el grado de pureza del aceite como se indica en la Tabla 6. Este valor esta estandarizado para cada aceite por la cual el aceite de guayaba no se encuentra en la lista de estándares. Pero comparando con otros aceite se observa que el índice obtenido es mayor que el de algunos aceites pero cada sustancia posee su índice de refracción determinado.(Ver anexos figura 4.1)

#### **4.2 PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN DEL REACTIVO 2,2-DIFENIL-1-PICRIL HIDRACILO (DPPH)**

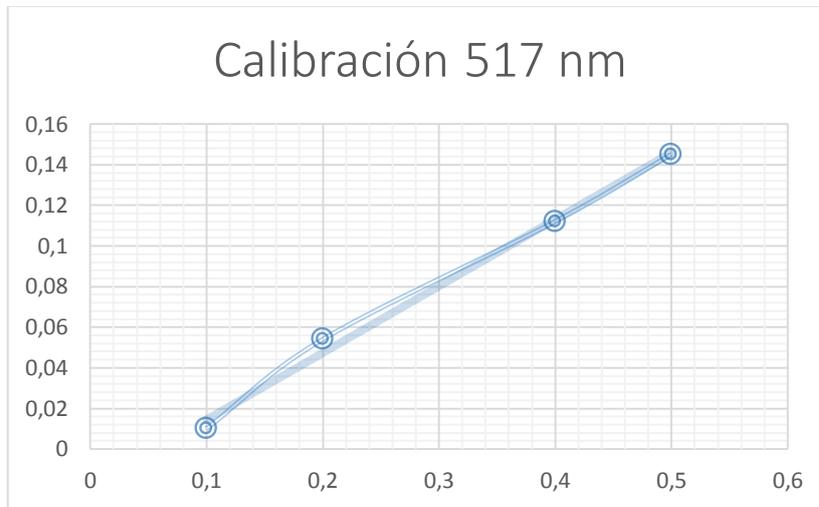
Se elabora una dilución de 2,2-difenil-1-picril-hidrácilo en metanol (grado reactivo), para obtener una solución de DPPH con una concentración de 0.1mM.

##### **4.2.1 RECTA DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO**

Tomamos varias muestras de la solución y procedemos a realizar la calibración del espectrofotómetro con una longitud de onda de 517nm y obtener la recta con pendiente positiva que determina la concentración del radical DPPH.

**TABLA 6: RECTA DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO**

<b>Calibración</b>	
<b>conc. mg/lt</b>	<b>abs 517 nm</b>
<b>0,1</b>	0,01
<b>0,2</b>	0,054
<b>0,4</b>	0,112
<b>0,5</b>	0,145
<b>0.6</b>	1.182



**Gráfica 1:** Recta de calibración del equipo

**Elaborado por:** Víctor Villa y Jennifer Benalcázar

#### **4.2.2 EVALUACIÓN IN VITRO DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL ACEITE DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA**

Se realiza el ensayo de la muestra para detectar la actividad antioxidante con el método de radical DPPH, se basó en 3 parámetros diferentes: el porcentaje de inhibición, la actividad antioxidante y el porcentaje de reactivo DPPH remanente dictado en la primera lectura.

El porcentaje de inhibición se calcula empleando la fórmula:

$$\%Inhibición = \left( \frac{abs_i - abs_f}{abs_i} \right) \times 100$$

abs<sub>i</sub> = Absorbancia inicial del estudio

abs<sub>f</sub> = Absorbancia final del estudio

#### 4.2.3 CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE INHIBICIÓN DE RADICALES

##### LIBRES

Muestra N°1 Aceite semillas de guayaba (50 µl )
Etanol
% Inhibición = $[(abs_i - abs_f)/abs_i] * 100$ % Inhibición = $[(1,054-0,356)/ 1,054] * 100$ % Inhibición = 66,22%

Muestra N°2 Aceite semillas de guayaba (100 µl )
Etanol
% Inhibición = $[(abs_i - abs_f)/abs_i] * 100$ % Inhibición = $[(1,071-0,159)/1,071] * 100$ % Inhibición = 85,15%

Muestra N° 3 Aceite semillas de guayaba(50 µl )
Hexano
% Inhibición = $[(abs_i - abs_f)/abs_i] * 100$ % Inhibición = $[(0,956-0,967)/0,956] * 100$ % Inhibición = -1,150%

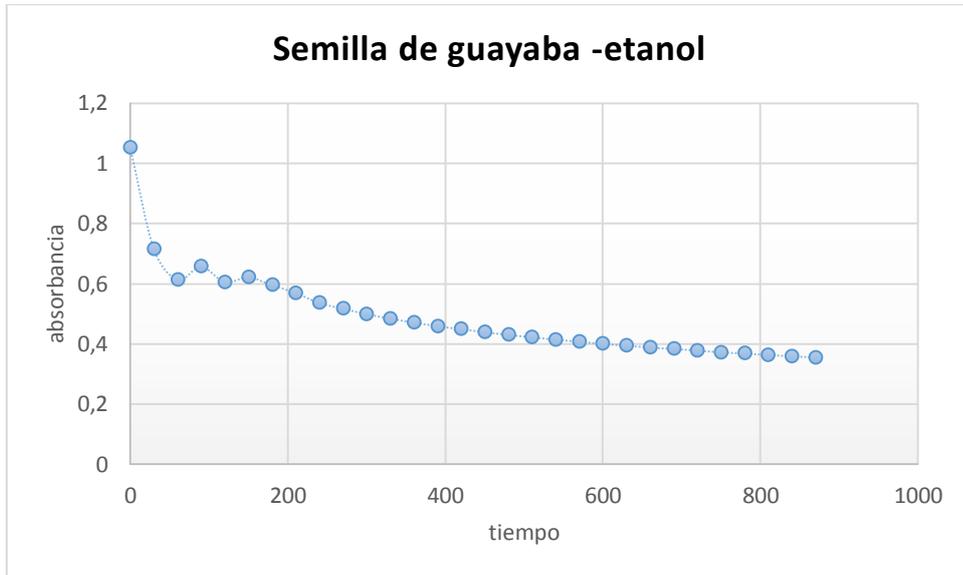
Muestra N°4 Aceite semillas de guayaba(100 µl )
Hexano
% Inhibición = $[(abs_i - abs_f)/abs_i] * 100$ % Inhibición = $[(0,976-0,916)/0,976] * 100$ % Inhibición = 6,14%

**TABLA 7: COMPARACIÓN DE LECTURAS**

25/03/2015				25/03/2015			
Etanol				Hexano			
50 µl		100 µl		50 µl		100 µl	
t/s	ABS	t/s	ABS	t/s	ABS	t/s	ABS
<b>0,051</b>	1,054	<b>0,058</b>	1,071	<b>0,05</b>	0,956	<b>0,056</b>	0,976
<b>30,054</b>	0,716	<b>30,058</b>	0,543	<b>30,049</b>	0,935	<b>30,055</b>	0,9
<b>60,052</b>	0,613	<b>60,057</b>	0,474	<b>60,05</b>	0,942	<b>60,055</b>	0,901
<b>90,053</b>	0,658	<b>90,058</b>	0,412	<b>90,048</b>	0,941	<b>90,054</b>	0,902
<b>120,051</b>	0,606	<b>120,059</b>	0,452	<b>120,048</b>	0,942	<b>120,055</b>	0,907
<b>150,054</b>	0,622	<b>150,06</b>	0,406	<b>150,049</b>	0,946	<b>150,054</b>	0,906
<b>180,052</b>	0,596	<b>180,058</b>	0,369	<b>180,048</b>	0,947	<b>180,057</b>	0,905
<b>210,007</b>	0,57	<b>210,058</b>	0,336	<b>210,049</b>	0,945	<b>210,054</b>	0,905
<b>240,007</b>	0,537	<b>240,059</b>	0,311	<b>240,049</b>	0,946	<b>240,055</b>	0,905
<b>270,007</b>	0,518	<b>270,06</b>	0,29	<b>270,05</b>	0,946	<b>270,054</b>	0,905
<b>300,004</b>	0,5	<b>300,057</b>	0,274	<b>300,048</b>	0,949	<b>300,054</b>	0,907
<b>330,004</b>	0,485	<b>330,057</b>	0,259	<b>330,05</b>	0,949	<b>330,053</b>	0,906
<b>360,004</b>	0,472	<b>360,058</b>	0,246	<b>360,048</b>	0,947	<b>360,056</b>	0,905
<b>390,007</b>	0,46	<b>390,059</b>	0,235	<b>390,049</b>	0,951	<b>390,055</b>	0,906
<b>420,007</b>	0,45	<b>420,059</b>	0,225	<b>420,048</b>	0,952	<b>420,053</b>	0,911
<b>450,007</b>	0,44	<b>450,058</b>	0,216	<b>450,049</b>	0,951	<b>450,054</b>	0,909
<b>480,005</b>	0,431	<b>480,058</b>	0,209	<b>480,05</b>	0,951	<b>480,054</b>	0,908
<b>510,005</b>	0,423	<b>510,06</b>	0,202	<b>510,051</b>	0,955	<b>510,055</b>	0,908
<b>540,006</b>	0,415	<b>540,011</b>	0,196	<b>540,047</b>	0,953	<b>540,054</b>	0,908
<b>570,006</b>	0,408	<b>570,012</b>	0,191	<b>570,05</b>	0,954	<b>570,057</b>	0,91
<b>600,006</b>	0,401	<b>600,011</b>	0,187	<b>600,047</b>	0,956	<b>600,054</b>	0,911
<b>630,006</b>	0,395	<b>630,011</b>	0,182	<b>630,051</b>	0,958	<b>630,054</b>	0,912
<b>660,006</b>	0,389	<b>660,013</b>	0,178	<b>660,049</b>	0,957	<b>660,053</b>	0,912
<b>690,006</b>	0,384	<b>690,01</b>	0,175	<b>690,051</b>	0,959	<b>690,053</b>	0,911
<b>720,005</b>	0,379	<b>720,011</b>	0,172	<b>720,049</b>	0,96	<b>720,053</b>	0,914
<b>750,005</b>	0,373	<b>750,013</b>	0,169	<b>750,05</b>	0,959	<b>750,053</b>	0,916
<b>780,006</b>	0,369	<b>780,01</b>	0,166	<b>780,05</b>	0,961	<b>780,054</b>	0,914
<b>810,006</b>	0,364	<b>810,012</b>	0,164	<b>810,048</b>	0,962	<b>810,055</b>	0,915
<b>840,007</b>	0,36	<b>840,011</b>	0,161	<b>840,048</b>	0,962	<b>840,054</b>	0,915
<b>870,006</b>	0,356	<b>870,01</b>	0,159	<b>870,051</b>	0,967	<b>870,055</b>	0,916

**Elaborado por:** Víctor Villa y Jennifer Benalcázar

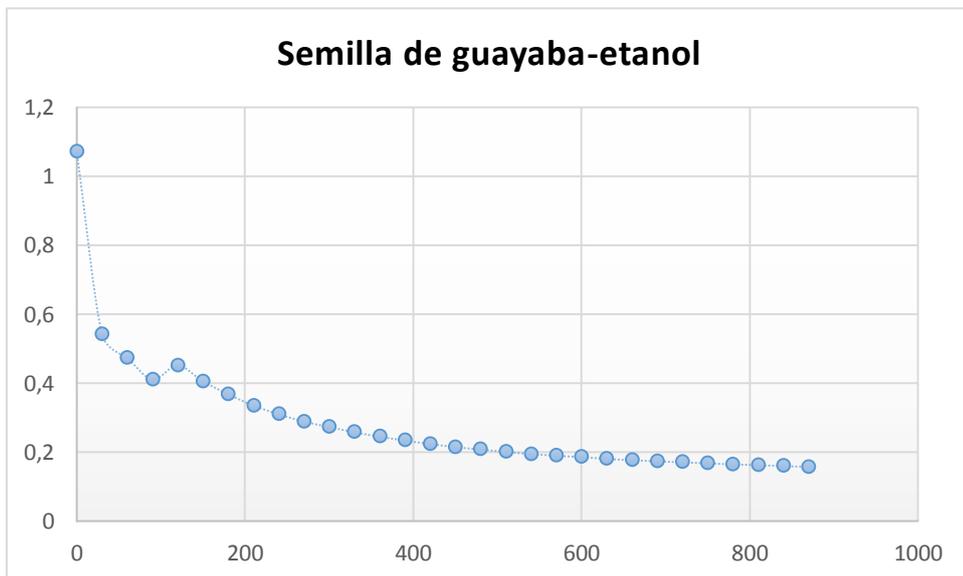
**Gráfica 2: 50µl de extracto 25/03/2015**



**Fuente:** Análisis de espectrofotométrico del extracto semilla de guayaba

**Elaborado por:** Víctor Villa y Jennifer Benalcázar

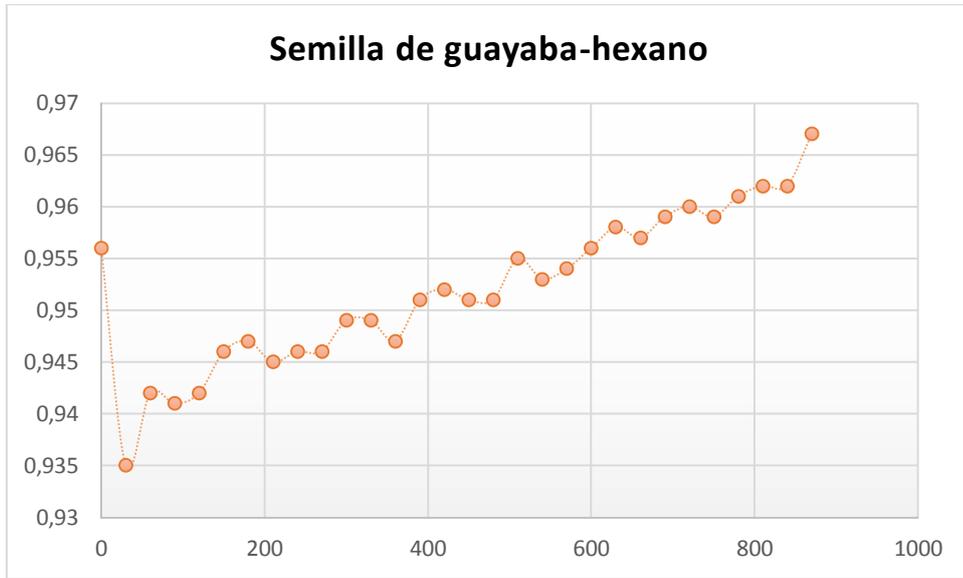
**Gráfica 3: 100µl de extracto 25/03/2015**



**Fuente:** Análisis de espectrofotométrico del extracto semilla de guayaba

**Elaborado por:** Víctor Villa y Jennifer Benalcázar

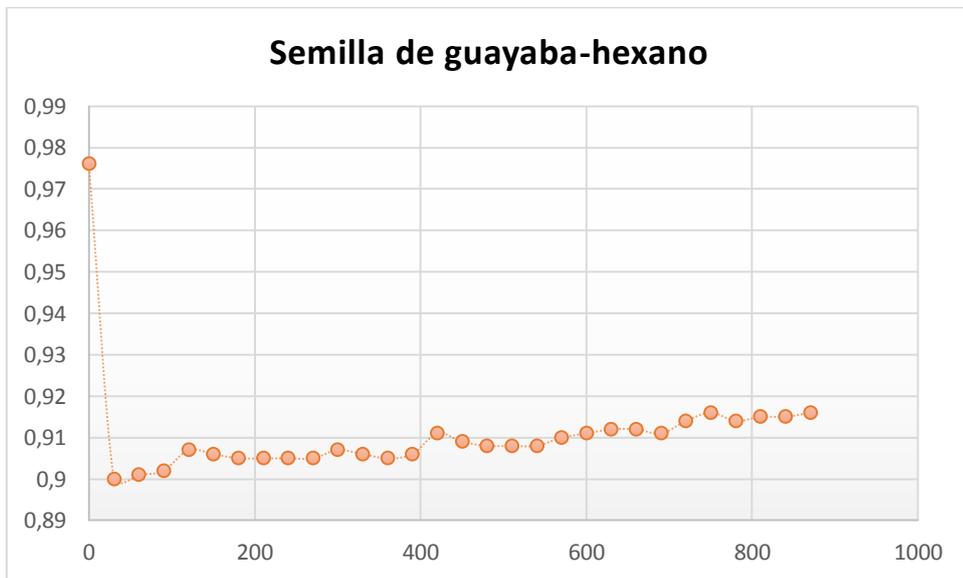
**Gráfica 4: 50µl de extracto 25/03/2015**



**Fuente:** Análisis de espectrofotométrico del extracto semilla de guayaba

**Elaborado por:** Víctor Villa y Jennifer Benalcázar

**Gráfica 5: 100µl de extracto 25/03/2015**



**Fuente:** Análisis de espectrofotométrico del extracto semilla de guayaba

**Elaborado por:** Víctor Villa y Jennifer Benalcázar

### 4.3 RESULTADOS DE INHIBICIÓN BACTERIANA DEL EXTRACTO ACEITE DE GUAYABA UTILIZANDO DIFERENTES SOLVENTE ETANOL Y HEXANO.

**TABLA 8:** INHIBICIÓN BACTERIANA DEL ACEITE DE SEMILLAS DE  
GUAYABA.

Muestra: Aceite de la semillas de guayaba				
Muestra No.	Concentración (µl)	Gram +	Gram -	Diámetro del halo de inhibición (cm)
Extracción etanol	50	no	si	2.9
Extracción hexano	50	no	no	-
Extracción etanol	100	no	si	4.1
Extracción hexano	100	no	no	

**Elaborado por:** Víctor Villa y Jennifer Benalcázar

El extracto de la semilla de guayaba utilizando como solvente etanol se realizaron dos pruebas con 50-100 µl de muestra se observa que si hubo inhibición bacteriana en las muestras con gran negativo y el gran positivo pero el extracto de la semilla con solvente hexano no hubo ninguna actividad de inhibición bacteriana Gram + y Gram -

## CONCLUSIONES

- Se pudo calcular que el extracto de semillas de guayaba utilizando como solvente etanol tiene una elevada cantidad antioxidante determinada con el método de DPPH con un porcentaje de inhibición 66,22% (50 µl) y 85,15 (100 µl), pero por lo contrario se obtuvo un porcentaje bajo de inhibición con el aceite extraído con el solvente hexano que fueron de -1,15 (50 µl) % a 6,14% (100 µl) lo que demuestra que es conveniente utilizar etanol.
- El extracto a partir de las semillas de guayaba utilizando como solvente etanol tiene una fuente muy potencial antimicrobiana en la cual realizaron dos pruebas con 50-100 µl de muestra obteniendo como resultados que gram+ y Gram- que si hubo inhibición bacteriana como resultados diámetro del halo de inhibición 2.9 cm (50 µl) y 4.1 cm (100 µl).
- Empleando etanol y hexano fue posible obtener extractos libre de solvente a partir de las semillas de guayaba. El mayor rendimiento obtenido fue con el etanol obteniendo 10.1g de extracto / 400g de semilla, con el hexano obtuvimos menos 5.8 g de extracto / 400 g de semilla.

## RECOMENDACIONES

- Se debe secar las semillas de guayaba antes de proceder la extracción ya que la humedad que contiene perjudica al producto final, proporcionando alta contaminación microbiológica en el extracto de semilla de guayaba.
- Realizar otros estudios a las semillas de guayaba por que podría tener potencial económico para las industrias con la venta de aceite ya que este residuo actualmente no tiene valor comercial alguno.
- Es recomendable usar como solvente el etanol por no ser perjudicial a la salud, aunque es un proceso de extracción muy lenta, se obtuvo mejores resultados en las pruebas de inhibición bacteriana.
- El aceite extraído a través de etanol deberán separarse las ceras.
- Realizar estudios sobre no utilizados, por la gran cantidad fibra que podría ser adicionada en alimentos dándole propiedades benéficas según (Bernardino, 2001) (N. L. Vasco Méndez, 2005).

## BIBLIOGRAFÍA

1. (s.f.). Obtenido de <http://procesosbio.wikispaces.com/Extracci%C3%B3n+s%C3%B3lido-l%C3%ADquido>
2. *Aceite prensado en frío de semillas de guayaba (Psidium spp.)*. (s.f.). Obtenido de <http://nutriomegasas.wix.com/nutriomega#!aceite-de-guayaba/c2ra>
3. Albert Ibarz, A. I. (s.f.). Operaciones unitarias en la ingeniería de alimentos.
4. Alejandro, N., Henry, C., Fabián, P., Patricio, R., & Ignacio, R. (mayo de 2007). *Aprovechamiento integral de la guayaba. Obtención de extracción a partir de la semilla de guayaba.*
5. Aurea Benardino, G. D. (s.f.). Obtención de un aislado proteínico a partir de la semilla de guayaba .
6. Bandoni, A. L. (2002). *Su aprovechamiento industrial para la producción de aromas y sabores*. Argentina.
7. Bebé José, M. P. (2010). *IN VITRO Actividad antimicrobiana de Psidium guajava L. HOJA DE ACEITE esenciales y extractos utilizando agar BIEN DIFUSIÓN METHOD.*
8. Bernardino, N. O. (2001). *Caracterización Funcional y térmica de las glutelinas de la semilla de guayaba*. Obtenido de [http://www.smbb.com.mx/congresos%20smbb/puertovallarta03/TRABAJOS/AR EA\\_VI/CARTEL/CVI-6.pdf](http://www.smbb.com.mx/congresos%20smbb/puertovallarta03/TRABAJOS/AR EA_VI/CARTEL/CVI-6.pdf)
9. *Bionova*. (2012). Obtenido de <http://www.bionova.org.es/biocast/documentos/tema06.pdf>
10. *botanical*. (s.f.). Obtenido de <http://www.botanical-online.com/medicinalesacidosgrasosesenciales.htm>
11. *Botanical-online*. (s.f.). Obtenido de [http://www.botanical-online.com/guayaba\\_psidium\\_guajava.htm](http://www.botanical-online.com/guayaba_psidium_guajava.htm)
12. *botanical-online aceite vegetal*. (s.f.). Obtenido de [http://www.botanical-online.com/aceites\\_vegetales.htm](http://www.botanical-online.com/aceites_vegetales.htm)
13. Brand Williams, C. M. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity..LWT - Food Science and Technology 28,.
14. Brown, N. E. (1863 y 1871). Journal of Botany, British and Foreign 66: 141. 1928.
15. Castillo, J. (2001).
16. Cuello, D. (2009). *Aceites Esenciales*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/dicoello/aceites-esenciales>

17. D. K. Salunkhe, S. K. (1995). *Handbook of Fruit Science and Technology: production, composition, storage, and processing*. New York.
18. Dra. Concepción Bardají Ruíz. (11 de enero de 2007). *Enciclopedia de salud, dietética y psicología*. Obtenido de <http://www.encyclopediasalud.com/definiciones/acido-graso>
19. *Federación cafe*. (2012). Obtenido de <http://www.federacioncafe.com/Documentos/CafeYSalud/CafeYAntioxidantes/Radicales%20libres.pdf>
20. Fennema. (1993). *"Química de los alimentos"*. Acribia.
21. Flores, J. (2010). Obtenido de [http://johamflores.blogspot.com/2010\\_07\\_01\\_archive.html](http://johamflores.blogspot.com/2010_07_01_archive.html)
22. Gamal F. Mohamed, S. S. (2011). *Antioxidant, Antimicrobial, and Anticarcinogenic Properties of Egyptian Guava Seed Extracts*. <http://www.sciencepub.net/nature/>.
23. Gavilanes, I. M. (2008). *Aplicación de tecnologías agroindustriales para el tratamiento de la guayaba con fines de exportación*.
24. Gloria Albarracín Montoya, S. G. (Diciembre de 2003). Comparación de dos métodos de extracción de aceite esencial utilizando piper aduncum (cordoncillo) procedente de la zona cafetera. Colombia. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/989/1/gloriacristinaalbarracinmontoya.2003.pdf>
25. Hernández, O. D., Condell, T. M., Izquierdo, S. S., & Sanabria, M. L. (2008). *Extracción de lípidos de las semillas de Cucurbita pepo L. (calabaza)*.
26. Legaz Berbel, R. (junio de 2010). *Estudio de la viscosidad y densidad de diferentes aceites para su uso como biocombustible*. Obtenido de <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/9403/6/3.4.%20EI%20aceite%20vegetal.pdf>
27. López, B. A. (2008). *CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIETADES DE*. Quito.
28. Maestri, D. L. (2008). *Fundamentos teórico-prácticos de química orgánica*.
29. Margarito Rodríguez Álvarez, L. A. (2012). *Procedimientos para la extracción de aceites esenciales en plantas aromáticas*.
30. Martínez, A. (Febrero de 2003). *aceites esenciales*. Obtenido de <http://farmacia.udea.edu.co/~ff/esencias2001b.pdf>
31. Mcnair, H., & Esquivel, B. (1973). *Cromatografía Líquida de Alta Presión*. Virginia, Estados Unidos: Secretaría General de la OEA, Universidad Estatal de Blackburg.
32. N.L. Vasco Méndez, J. F. (19,20 de Mayo de 2005). *COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA SEMILLA DE GUAYABA*. León, Guanajuato, México.

33. *Nabios*. (s.f.). Obtenido de Antioxidante para el munso:  
<http://nabios.cl/esp/antioxidante.pdf>
34. Narendra Vyas, M. t. (Marzo del 2010). Potencial antioxidante de psidium guajava linn. *International Journal of PharmTech Research*.
35. Nivia Alejandro; Henry Castro; Fabián Parada; Patricio Restrepo; Ignacio Rodríguez. (mayo de 2007). *Aprovechamiento integral de la guayaba. Obtencion de extracion a partir de la semilla de guayaba*.
36. Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 0035:2012. (s.f.). *Aceites y grasas de origen animal y vegetal determinación de la densidad relativa*.
37. Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 42. (s.f.). *Aceites y grasas de origen animal y vegetal determinación índice de refracción*.
38. *Nutriomega*. (2011). Obtenido de  
<http://nutriomegasas.wix.com/nutriomega#!aceite-de-guayaba/c2ra>
39. Oscar M. Mosquera, Y. M. (2006). *Estandarización del método de captura de radicales libres para la evaluación de la actividad antioxidante de extractos vegetales*.
40. Porto, A. (12 de mayo de 2012). [www.bionova.org.es](http://www.bionova.org.es).
41. Prasad. N.B.L. and Azeemoddin, G. (1994). Obtenido de  
[http://www.smbb.com.mx/congresos%20smbb/puertovallarta03/TRABAJOS/AR EA\\_VI/CARTEL/CVI-6.pdf](http://www.smbb.com.mx/congresos%20smbb/puertovallarta03/TRABAJOS/AR EA_VI/CARTEL/CVI-6.pdf)
42. *Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA. Colombia; Incubar*. (9 de Marzo de 2014). Obtenido de <http://hdl.handle.net/11404/1144>
43. Skoog Douglas A., H. F. (2001). *Principios de Análisis Instrumental*, Mc Graw Hill, Quinta edición. Madrid.
44. Ziller. (Acribia S.A). *Grasa y aceites Alimentarios*. España 1996: Acribia S.A.
45. Zumbado, D. H. (2002). *Análisis químicos de los alimentos métodos clásicos* .

# ANEXOS

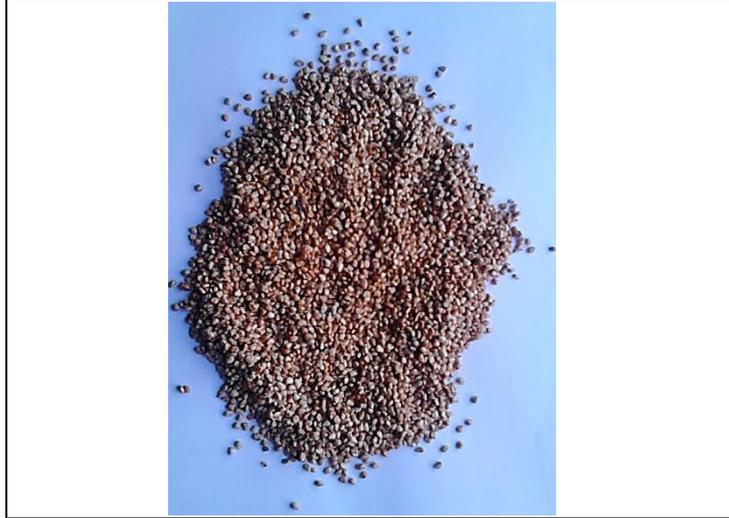
**TABLA 9: ÁCIDOS GRASOS MÁS IMPORTANTES QUE POSEE EL ACEITE DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA.**

Nombre trivial	Nº de átomos de carbono	Estructura	Punto de fusión
<b>Ácidos grasos saturados</b>			
Ácido láurico	12	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> -COOH	44,2
Ácido mirístico	14	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> -COOH	54,0
Ácido palmítico	16	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> -COOH	63,0
Ácido esteárico	18	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> -COOH	69,6
Ácido araquídico	20	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>18</sub> -COOH	76,5
Ácido lignocérico	24	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>22</sub> -COOH	86,0
<i>Ácidos grasos insaturados</i>			
Ácido palmítoleico	16	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> -CH=CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -COOH	-0,5
Ácido oleico	18	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -CH=CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -COOH	13,4
Ácido linoleico	18	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -CH=CH-CH <sub>2</sub> -CH=CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -COOH	-3,0
Ácido linolénico	18	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH=CH-CH <sub>2</sub> -CH=CH-CH <sub>2</sub> -CH=CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -COOH	-11,0
Ácido araquidónico	20	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -CH=CH-CH <sub>2</sub> -CH=CH-CH <sub>2</sub> -CH=CH-CH <sub>2</sub> -CH=CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> -COOH	-49,5

**Fuente:** <http://www.bionova.org.es/biocast/documentos/tema06.pdf>

## OBTENCIÓN DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE GUAYABA UTILIZANDO COMO SOLVENTE ETANOL Y HEXANO

**FIGURA 3.5.1:** SECADO DE LA SEMILLA DE GUAYABA



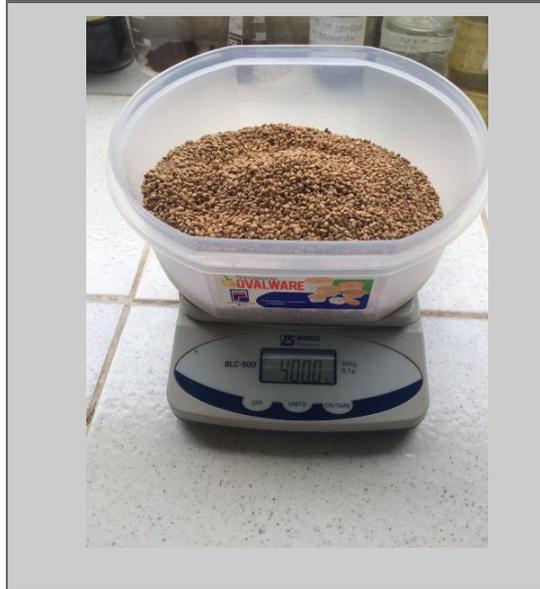
**Fuente:** Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ingeniería Química-Universidad de Guayaquil.

**FIGURA 3.5.2:** EQUIPO DESTILACIÓN SOXHLET



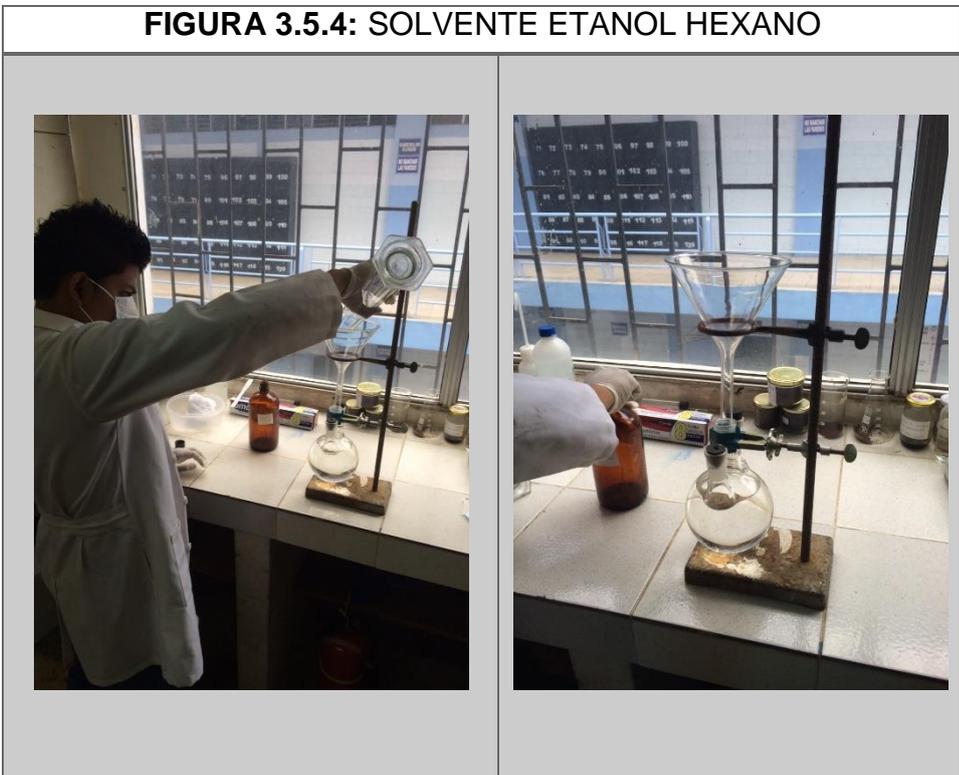
**Fuente:** Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ingeniería Química-Universidad de Guayaquil.

**FIGURA 3.5.3: SE PESA 400 G DE SEMILLA**



**Fuente:** Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ingeniería Química-Universidad de Guayaquil.

**FIGURA 3.5.4: SOLVENTE ETANOL HEXANO**



**Fuente:** Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ingeniería Química-Universidad de Guayaquil.

**FIGURA 3.5.5: DESTILANDO ACEITE**



**Fuente:** Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ingeniería Química-Universidad de Guayaquil.

**FIGURA 3.5.6: ACEITE DE LA SEMILLA CON SOLVENTE (ETANOL Y HEXANO)**



Etanol+Aceite Guayaba



Hexano+Aceite De Guayaba

**Fuente:** Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ingeniería Química-Universidad de Guayaquil.

**FIGURA 3.5.7: FILTRACIÓN DEL SOLVENTE + ACEITE**



**Fuente:** Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ingeniería Química-Universidad de Guayaquil.

**FIGURA 3.5.8: ARMANDO EL EQUIPO DE ROTA VAPOR**



**Fuente:** Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ingeniería Química-Universidad de Guayaquil.

**FIGURA 3.5.9:SEPARANDO EL ACEITE DEL SOLVENTE**



**Fuente:** Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ingeniería  
Química-Universidad de Guayaquil.

**FIGURA 3.5.10: PRODUCTO FINAL**



Aceite extraído con etanol



Aceite extraído con hexano

**Fuente:** Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ingeniería  
Química-Universidad de Guayaquil.

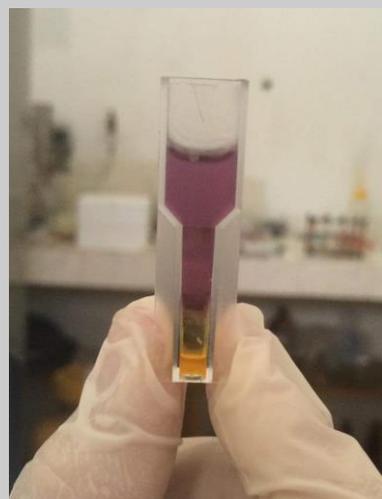
**PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN LA CAPACIDAD  
ANTIOXIDANTE DEL ACEITE SEMILLA DE GUAYABA EXTRAÍDO CON  
SOLVENTE ETANOL Y HEXANO.**

**FIGURA 3.6.1: MUESTRA CON UNA  
DILUCIÓN 100 ML METANOL**



**Fuente:** Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ingeniería  
Química-Universidad de Guayaquil.

**FIGURA 3.6.2: INICIO DE ANÁLISIS ESPECTROFOTÓMETRO**



Muestra de solución de DPPH



Ubicación de muestra en el espectrofotómetro

**Fuente:** Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ingeniería Química-Universidad de Guayaquil.

**FOTOS DE LOS ANALISIS INHIBICIÓN ACEITE DE SEMILLA DE GUAYABA (ETANOL Y HEXANO) CON DIFERENTES VOLUMENES 50  $\mu$ l Y 100  $\mu$ l**

**FIGURA 3.7.1: MATERIALES Y EQUIPO**



**Fuente:** Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ingeniería Química-Universidad de Guayaquil.

**FIGURA 3.7.2: CAJAS PETRI QUE YA CONTIENEN LAS CEPAS DE BACTERIAS**



**FIGURA 3.7.3: AGITAR EL HISOPO EN AGUA PEPTONA**



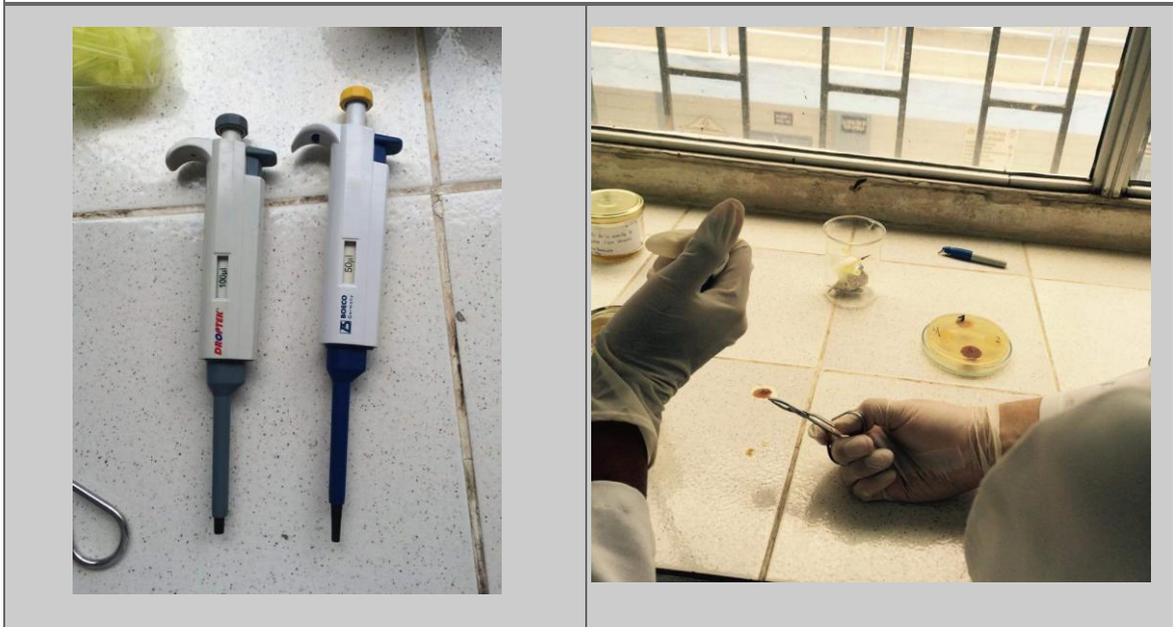
**Fuente:** Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ingeniería Química-Universidad de Guayaquil.

**FIGURA 3.7.4: SE TRASPASA DEL AGUA DE PEPTONA A LAS CAJAS CON EL AGAR ESTERILIZADO**



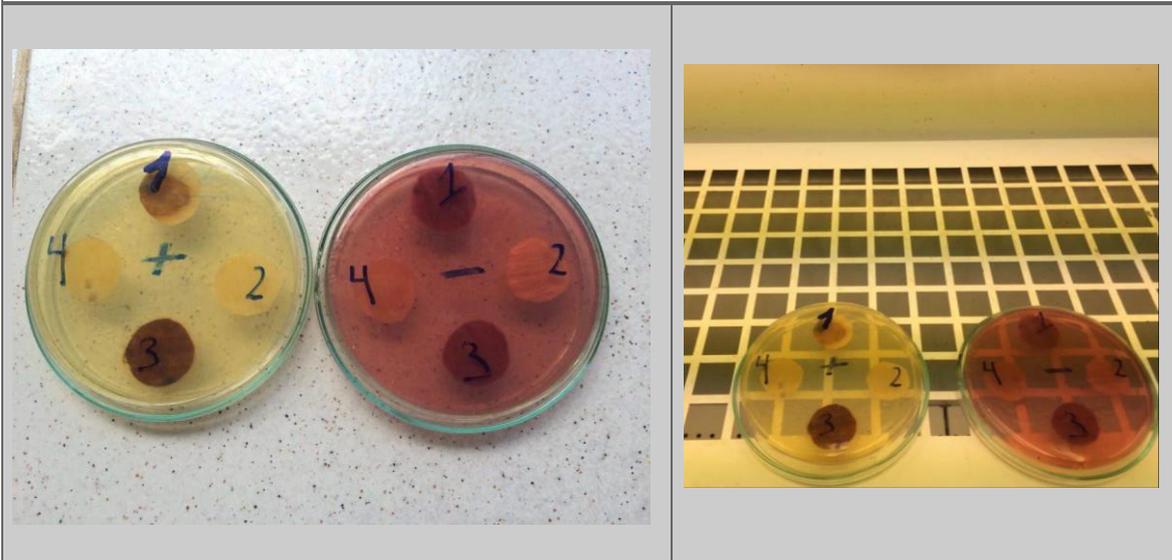
**Fuente:** Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ingeniería  
Química-Universidad de Guayaquil.

**FIGURA 3.7.5: LA MUESTRA SE LE AGREGA POR SEPARADO DISTINTOS VOLÚMENES**



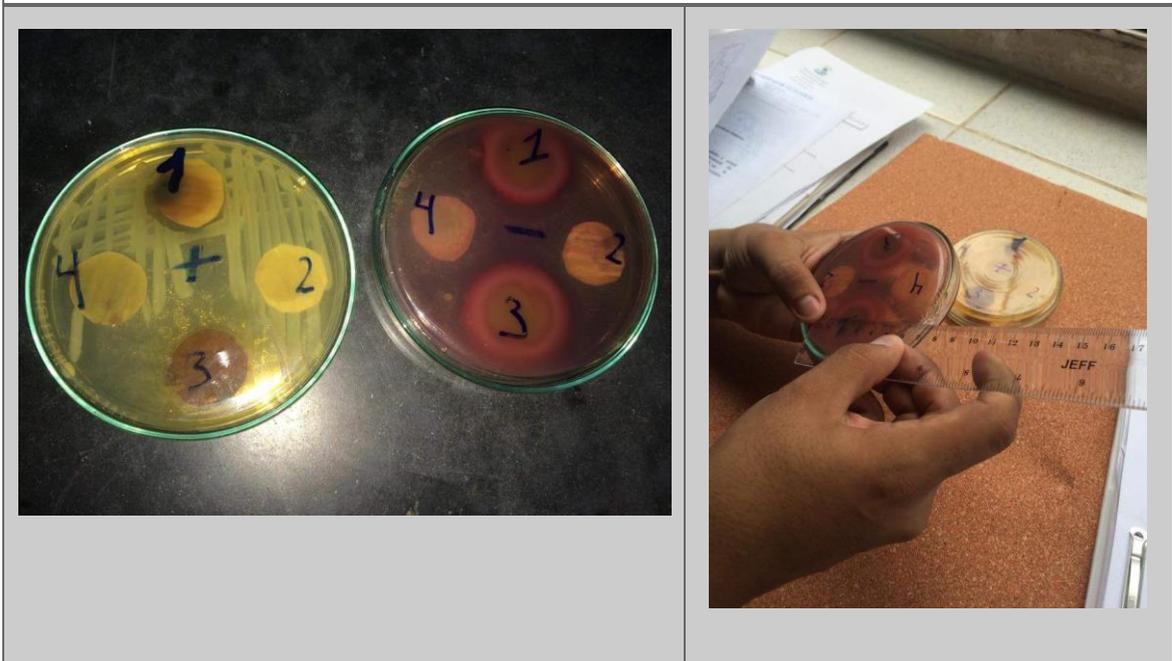
**Fuente:** Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ingeniería  
Química-Universidad de Guayaquil.

**FIGURA 3.7.6: CUATROS DISCO EN CADA CAJA PETRI Y SE PROCEDE INCUBAR**



**Fuente:** Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ingeniería Química-Universidad de Guayaquil.

**FIGURA 3.7.7: LUEGO QUE PASE LAS 24HR SE VE SI HAY INHIBICIÓN**



**Fuente:** Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ingeniería Química-Universidad de Guayaquil.

**FIGURA 4.1: ÍNDICE DE REFRACCIÓN DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE GUAYABA.**

	LA-IIT-UG LABORATORIO DE ALIMENTOS Universidad de Guayaquil		INFORME DE ENSAYOS REALIZADOS		
	Cda. Universitaria, Ave. Kennedy y Francisco Boloña - Teléfono y Fax (593)(04) 2292456 Guayaquil, Ecuador				

Nº 15034 PÁGINA 1 DE 1

FECHA DE RECEPCIÓN: 27 DE MARZO 2015  
SOLICITANTE: SR. VICTOR ALFONSO GUERRERO VILLA  
DIRECCION DEL SOLICITANTE CDLA EL RECREO  
CIUDAD: DURAN  
MUESTRA: ACEITE SEMILLA DE GUAYABA (extracción con hexano)  
CÓDIGO: 15034E  
FECHA DE INICIO/FINAL DEL ENSAYO: 30/03/2015 - 30/03/2015

ENSAYOS	UNIDADES	VALORES	CONDICIONES AMBIENTALES	METODO	OBSERVACIONES
INDICE DE REFRACCIÓN	---	1,472	25 °C	REFRACTOMÉTRICO	-----

La muestra fue tomada por el cliente

Guayaquil, 31 de marzo 2015

  
Ing. Radium Aviles Chonillo  
Jefe de Laboratorio LA-IIT-UG

El contenido de este informe solo afecta al objeto sometido a ensayo.  
Este informe solo puede ser reproducido en su totalidad y con autorización del LA-IIT-UG



LA-IIT-UG  
LABORATORIO DE ALIMENTOS  
Universidad de Guayaquil

INFORME DE ENSAYOS REALIZADOS

C.da. Universitaria, Ave. Kennedy y Francisco Bolloña - Teléfono y Fax (593)(04) 2292456  
Guayaquil, Ecuador

Nº 15033

PÁGINA 1 DE 1

FECHA DE RECEPCIÓN: 27 DE MARZO 2015

SOLICITANTE: SR. VICTOR ALFONSO GUERRERO VILLA

DIRECCION DEL SOLICITANTE CDLA EL RECREO

CIUDAD: DURAN

MUESTRA: ACEITE SEMILLA DE GUAYABA (extracción con etanol)

CÓDIGO: 15033E

FECHA DE INICIO/FINAL DEL ENSAYO: 30/03/2015 - 30/03/2015

ENSAYOS	UNIDADES	VALORES	CONDICIONES AMBIENTALES	METODO	OBSERVACIONES
INDICE DE REFRACCION	---	1,475	25°C	REFRACTOMÉTRICO	-----

La muestra fue tomada por el cliente

Guayaquil, 31 de marzo 2015

  
Ing. Rádium Avilés Chonillo  
Jefe de Laboratorio LA-IIT-UG

El contenido de este informe solo afecta al objeto sometido a ensayo.  
Este informe solo puede ser reproducido en su totalidad y con autorización del LA-IIT-UG