

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

TEMA:

**EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DEL ACEITE
DE CAFÉ ARÁBIGO (*Coffea arabica L*) Y SU APLICACIÓN EN LA
AGROINDUSTRIA**

AUTORES:

CUZCO ARGOS MAURO PASCUAL

CHACHA CHUCAY JESÚS TARQUINO

DIRECTORA DEL PROYECTO:

ROMERO VISTIN AIDA SALOMÉ

PUYO-ECUADOR

2019- 2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Los criterios, opiniones, críticas y comentarios emitidos en el proyecto de investigación presentado con el tema “**EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DEL ACEITE DE CAFÉ ARÁBIGO (*Coffea arabica L*) Y SU APLICACIÓN EN LA AGROINDUSTRIA**”, así como también los contenidos, análisis, conclusiones y recomendaciones son de exclusiva responsabilidad de Cuzco Argos Mauro Pascual y Chacha Chucay Jesús Tarquino bajo la dirección de la Ing. Romero Vistin Aida Salome MSc, directora del proyecto de investigación.

Cuzco Argos Mauro Pascual
CI. 060441913-5

Chacha Chucay Jesús Tarquino
CI. 140118828-7

CERTIFICADO DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Por medio del presente yo Romero Vistin Aida Salome con **CI. 060313889-2** certifico que Cuzco Argos Mauro Pascual y Chacha Chucay Jesús Tarquino egresados de la carrera Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Estatal Amazónica realizaron el proyecto de investigación titulado **“EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DEL ACEITE DE CAFÉ ARÁBIGO (*Coffea arabica L*) Y SU APLICACIÓN EN LA AGROINDUSTRIA”** previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial bajo mi supervisión.

Ing. Romero Vistin Aida Salome MSc

DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND



Oficio No. 29-SAU-UEA-2020

Puyo, 24 de enero de 2020

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Proyecto de Investigación correspondiente a los egresados CHACHA CHUCAY JESÚS TARQUINO con C.I. 1401188287 y; CUZCO ARGOS MAURO PASCUAL con C.I. 0604419135, con el Tema: **"EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DEL ACEITE DE CAFÉ ARÁBICO. (*coffea arabica. L*) Y SU APLICACIÓN EN LA AGROINDUSTRIA"**, de la carrera, Ingeniería Agroindustrial. Directora del proyecto Ing. Romero Vistin Aída Salome MSc, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 0%, Informe generado con fecha 24 de enero de 2020 por parte de la directora, conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco MSc.
ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND - UEA - .

Urkund Analysis Result

Analysed Document: proyecto aceite de café.rtf (D62953156)
Submitted: 1/24/2020 7:00:00 PM
Submitted By: \${Xml.Encode(Model.Document.Submitter.Email)}
Significance: 0 %

▾ Sources included in the report:

Instances where selected sources appear:

0

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación de proyecto de investigación, aprueba el trabajo titulado
**“EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DEL ACEITE
DE CAFÉ ARÁBIGO (*Coffea arabica* L) Y SU APLICACIÓN EN LA
AGROINDUSTRIA”**

Ing. Matteo Radice
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

BQF. Fernando Basantes
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. María Castelo
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, deseo expresar mi agradecimiento a Dios por darme la sabiduría y el conocimiento necesario en toda mi vida y durante el desarrollo del proyecto.

Le doy gracias a mis padres y a mis hermanos por apoyarme en cada momento, a mis padres por los valores que me inculcaron, sobre todo por ser un ejemplo excelente a seguir y a mis hermanos por ser parte importante de mi vida y darme aliento cuando más lo necesito.

Agradezco a mi tutor, maestros, amigos y a las personas involucradas por haber compartido conmigo sus conocimientos y sobre todo la calidad humana y también por ayudarme hacer posible el cumplimiento de este proyecto.

Cuzco Argos Mauro Pascual

DEDICATORIA

Este proyecto se lo dedico a Dios en primer lugar por haberme dado la vida y permitir completar mi vida profesional a pesar de momentos buenos y difíciles.

A la memoria de mi padre Pascual Cuzco a quien Dios tiene en su gloria, por ser el pilar fundamental en la familia y enseñarme a ser perseverante y amar a Dios sobre todas las cosas.

Y de la misma manera dedico este trabajo a mi madre por ser la persona que me acompaño durante toda la vida y mi trayecto estudiantil siendo ella la fuente de inspiración.

Cuzco Argos Mauro Pascual

RESUMEN

En la amazonia ecuatoriana los cultivos de café *C. arábico*, se encuentran en crecimiento, por lo tanto, nació el interés de realizar estudios e investigaciones relacionadas con esta materia prima ya que es uno de los productos que genera economía ya sea comercializada a granel y también los subproductos. De este modo el presente proyecto de investigación tuvo como objetivo aplicar los métodos de extracción y caracterización del aceite de café *C. arábico*, análisis fisicoquímicos y la elaboración de un jabón artesanal. Partiendo desde la obtención de la materia prima, los métodos empleados para la extracción fueron por prensa hidráulica donde no se obtuvo aceite y el método Soxhlet, con un rendimiento de 10,3 % para el café seco y 6,5% del café tostado con 12% de humedad, para el análisis fisicoquímico se empleó un diseño factorial donde se tomaron las medias de varias muestras obtenidas de los análisis de aceite de café seco y tostado, tratamiento tres y cuatro, con valores de acidez de 5,25 y 5,17 y una densidad de 2,53 y 3,55 kg/L respectivamente, en cuanto a la solubilidad, no es soluble en agua y alcohol, pero si en solventes orgánicos, se determinó el índice de refracción de 1.47, índice de saponificación 106,247 de KOH/ g, índice de yodo 130, 61 mg de I/ g e índice de peróxidos de 3meq/1kg, que indican la calidad del producto, con el aceite obtenido del tratamiento cuatro se elaboró un jabón artesanal que contiene un pH de 9.7.

Palabras claves: *C. arabica*, extracción, análisis, Soxhlet.

ABSTRACT

In the Ecuadorian Amazon C coffee crops, Arabica, are growing, Therefore, the interest was born to carry out studies and research related to this raw material since it is one of the products that generates economy whether it is marketed in bulk and also the by-products. In this way the present research project aimed to apply the methods of extraction and characterization of coffee oil C, Arabic, physic-chemical analysis and the elaboration of a traditional soap. n this way the present research project aimed to apply the methods of extraction and characterization of coffee oil C, Arabic, physic-chemical analysis and the elaboration of a traditional soap. Starting from the raw material, the methods used for extraction were by hydraulic press where no oil was obtained and the Soxhlet method, a yield of 10.3 % for dry coffee and 6.5% for roasted coffee with 12% humidity, for physicochemical analysis a factorial design was used where the averages of several samples obtained from the analysis of dry coffee oil and roasted, treatment three and four, with acidity values of 5,25 and 5,17 and a density of 2,53 and 3,55 kg/L respectively were taken, as for solubility, it is not soluble in water and alcohol, but if in organic solvents, the refractive index of 1.47, saponification index 106,247 KOH/ g, iodine index 130, 61 mg I/ g and peroxide index of 3meq/1kg was determined, which indicate the quality of the product, a handmade soap containing a pH of 9.7 was made from the oil obtained from treatment four.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.	3
CAPÍTULO II.....	4
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	4
2.1. BASES TEÓRICAS.....	4
2.1.1. Taxonomía del café.....	5
2.1.2. Composición química del grano de café.....	5
2.1.3. Subproductos derivados del café	6
2.1.4. Generalidades.....	7
2.1.4.1. Aceite y grasas	7
2.1.4.2. Ácido graso	7
2.1.4.3. Ácido graso saturado.....	7
2.1.4.4. Ácido graso insaturado.....	8
2.1.4.5. El aceite de café	8
2.1.4.6. La importancia del tostado de café (<i>C. arabico</i>).....	9
2.1.4.7. Extracción del aceite de café.....	10
2.1.4.8. Extracción por extrusión:	10
2.1.4.9. Extracción por solvente (Soxhlet).....	11
2.1.4.10. Saponificación.....	12
2.1.4.11. Jabón.....	13
2.1.4.12. Composición del jabón.....	13
2.1.4.13. Grasas y aceites usados para elaboración de jabón.	13
2.1.4.14. Componentes no grasos usados en la elaboración de jabón.....	14
2.1.4.15. El proceso de elaboración del jabón.....	15
CAPÍTULO III	16
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	16
3.1. LOCALIZACIÓN.....	16
3.2. TIPOS DE INVESTIGACIÓN	16

3.3.	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	16
3.4.	PROCEDIMIENTO	16
3.4.1.	DISEÑO EXPERIMENTAL	16
3.4.2.	OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA Y EXTRACCIÓN.	17
3.4.3.	EXTRACCION.....	18
3.4.4.	DENSIDAD.	21
3.4.5.	ACIDEZ.....	22
3.4.6.	DETERMINACION DEL INDICE DE SOLUBILIDAD.....	22
3.4.7.	DETERMINACION DEL INDICE DE REFRACCION	23
3.4.8.	DETERMINACION DEL INDICE DE SAPONIFICACIÓN	23
3.4.9.	DETERMINACION DEL ÍNDICE DE YODO (Método de Hanus).....	24
3.4.10.	DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PERÓXIDOS.	25
3.4.11.	ELABORACIÓN DEL JABON	25
CAPITULO IV		26
4.	RESULTADOS	26
4.1.	RENDIMIENTO.	26
4.2.	ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS	26
4.3.	ACIDEZ	27
4.4.	DENSIDAD	27
4.5.	INDICE DE SOLUBILIDAD	28
4.6.	INDICE DE REFRACCION.....	29
4.7.	ÍNDICE DE YODO (MÉTODO HANUS).....	29
4.8.	ÍNDICE DE PERÓXIDOS.	30
4.9.	INDICE DE SAPONIFICACION.....	30
4.10.	Jabón.....	31
CAPITULO V		32
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	32
5.1.	CONCLUSIONES	32
5.2.	RECOMENDACIONES	32
CAPÍTULO VI.....		33
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	33
CAPITULO VII.....		37
7.	ANEXOS.....	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del café arábica.	5
Tabla 2. Principales constituyentes del grano de café (% en materia seca).	6
Tabla 3. Diseño bi-factorial.	17
Tabla 4: Equipos, materiales y reactivos.	19
Tabla 5. Rendimiento obtenido entre el grano de café seco y tostado.	26
Tabla 6. Diseño experimental en los análisis fisicoquímicos del aceite de café.	27
Tabla 7. Repeticiones del aceite de café seco y tostado.	27
Tabla 8. Comparación de la densidad entre el aceite de café tostado y seco.	28
Tabla 9. Resultado de la solubilidad del aceite de café.	28
Tabla 11. Apreciación del índice de yodo.	30
Tabla 12. Determinación de índice de peróxidos.	30
Tabla 13. Determinación de muestras en el índice de saponificación.	30

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico1. Fruto de C. arabica (cerezas).....	4
Grafico 2. Extrusor para la obtención del aceite de café.	11
Grafico 3. Equipo Soxhlet para extracción de aceites.	12
Grafico 4: Construcción de la prensa hidráulica con material reciclable.	20
Grafico 5. Solubilidad del aceite de café.....	29

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación parte desde la producción de café en el Ecuador hasta la extracción de aceite de café y la elaboración de un producto agroindustrial, siendo uno de los países con tradición en cultivo de café de dos tipos, el Arábico 68% y Robusta 32%, sin embargo, desde los años 90 ha sufrido un descenso en producción de manera que no se ha recuperado hasta la actualidad. La producción de café en el Ecuador se da en zonas tropicales cercanas al nivel del mar con un aproximado de 2000 msnm principalmente en la provincia de Manabí ocupando el 43.86% del área total seguido de Loja con 19,17%, el Oro con 7,8%, Orellana con 6,34%, Sucumbíos 6,05% y el 17,30 lo ocupan Esmeraldas, Guayas, Los Ríos, Napo, Pichincha, El Oro, Cotopaxi, Azuay, Bolívar, Imbabura, Carchi, Chimborazo, Cañar, Santa Elena, Santo Domingo y Zamora Chinchipe (ESPAC, 2012), en la provincia de Pastaza la principales producciones corresponden a los cantones Pastaza con una superficie de café existente de 126,5, Mera con 35, Santa Clara con 84 y Arajuno con 57,5 dando un total en toda la provincia de 303 hectáreas de superficie existente de café. (MAG, 2015).

La producción de café involucra a pueblos y nacionalidades de la Amazonía entre ellas achuar, andoa, shuar, kichwa, siwiar, waorani y zapara siendo una parte significativa de esta población. En lo ambiental los cultivos son agroforestales contribuyendo a la conservación de la biodiversidad y los recursos naturales. En la salud el consumo directo de café tostado y molido disminuye el peligro de diabetes, enfermedades neuro-generativas. (MAG, 2015).

Por el desconocimiento y la falta de interés en cuanto al café y al aceite de café dentro de la provincia de Pastaza y el país entero, surge la necesidad de realizar una investigación a partir de la pos cosecha del café; el tostado, la extracción del aceite (método soxhlet y prensa hidráulica), los análisis fisicoquímicos del aceite fijo de café, y la elaboración de un jabón mediante la utilización del aceite de café.

Partiendo desde el grano de café seco y tostado se enfocó en la extracción del aceite fijo de café utilizando métodos de extracción Soxhlet y una prensa hidráulica lo cual durante varias extracciones nos permitió obtener cantidad suficiente de aceite, para los análisis fisicoquímicos y la elaboración del jabón en barra. Siendo los análisis fisicoquímicos los que permitieron determinar los diferentes parámetros como el índice de yodo, peróxidos, índice de saponificación, índice de residuos, rendimiento.

1.1. JUSTIFICACIÓN

El *C. arábica* comúnmente consumido mantiene ciertas características como el aroma, sabor, compuestos odoríferos presentes en el café tostado, al ser sometidos a una transformación y degradación química, en el caso del café verde al ser sometido a un proceso térmico. Por lo tanto, el café tostado proporciona entre un 12% a 18% de aceite fijo, esta variación tiene que ver con la variedad de café que se esté tratando. El aceite de café mantiene una composición química similar a la de otras oleaginosas tales como, soja, maíz, coco, oliva, linaza y otros. Contiene gran cantidad de insaponificables con una variación de 7% a 12%, a temperatura ambiente es líquido, su contenido aromático es gracias al tostado, depende también del método de extracción que se usa. Existen un sinnúmero de métodos que se pueden usar para extraer el aceite fijo. (López F, 2007).

Se realizará la extracción del aceite mediante dos métodos extrusión y método Soxthel; donde el método de extrusión da como resultado el aceite y la torta. Para dicha operación se utiliza café tostado ya que contiene gran cantidad de compuestos odoríferos tomando en cuenta que el aroma es fundamental para el aceite de café, con este método también se obtiene una gran cantidad de carga volátil siendo favorables en cuanto a características organolépticas, se pueden evaluar factores de variación tales como; rendimiento, análisis sensorial, análisis cualitativo de compuestos volátiles y la durabilidad. Y en cuanto a la torta, el pH, el % de sólidos solubles, humedad. (López F, 2007).

Uno de los métodos utilizados es el método Soxhlet el cual consiste en una extracción mediante un solvente orgánico. Como solvente usado en esta extracción es el hexano siendo un solvente económico, de fácil recuperación, y una selectividad a los lípidos neutros, es un solvente muy seguro que se puede utilizar dentro de la industria, de baja toxicidad y eficiente para extraer ácidos grasos. (Gonzales, Viatcheslav, & Guzman , 2009).

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Ecuador tiene una producción de café de 28.542 toneladas al año (MAG, 2015) los cuales están destinadas a la exportación y al consumo interno del país, la importancia de dar un valor agregado a los subproductos del café ha generado un realce en la economía de las comunidades involucradas en el país. La provincia de Pastaza cuenta con un índice bajo de producción de café, esta decadencia puede verse afectado debido al desconocimiento de las tecnologías involucradas en los diferentes procesos de producción y al desconocimiento de las bondades y propiedades que aporta el grano de café.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar las características físico químicas del aceite de café arábigo (*coffea arabica*) y su aplicación en la agroindustria, (Elaboración de jabón).

1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Extraer el aceite de café (*Coffea arabica*) por los métodos de prensado y Soxhlet.
- Realizar el análisis físico químico del aceite de café (*Coffea arabica*).
- Elaborar un jabón empleando aceite de café (*Coffea arabica*).

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. BASES TEÓRICAS

El café (*C. arabica*) es originario del continente africano en Etiopía anteriormente llamada Abisinia, este cultivo es una de las fuentes económicas de mayor demanda de muchos países dedicados a esta actividad. La bebida de café se obtiene a partir de los granos de café secos, tostados y molidos, siendo consumido naturalmente sin la adición de algún edulcorante se le considera como una bebida energética, además posee otros beneficios como antibacterianas, antiinflamatorias y antioxidantes, y en su estado de pos cosecha presentan cerezas de color rojizo o amarillo dependiendo de la variedad como es el caso del *C. arabica* el fruto es rojo Grafico 1. (Melvin & Rojas, 2007).

Grafico1. Fruto de *C. arabica* (cerezas).



Fuente: Los autores, 2019

2.1.1. Taxonomía del café

C. arabica es el arbusto perteneciente a la familia de a la familia rubiaceae con un sinnúmero de variedades identificadas en un promedio de cien especies alrededor del mundo. Por su adaptabilidad son tres variedades las más cultivadas ya que posee mejores características organolépticas y químicas. (Melvin & Rojas, 2007).

Este café presenta bajo contenido de cafeína por lo tanto es suave y aromático. Siendo vulnerable a las enfermedades como la roya anaranjada, la antracnosis, las cuales son las enfermedades que atacan a esta especie. Militan también otras variedades con vida muy prolongada de hasta 20 años mismos que son muy productivas, las variedades con las características mencionadas se muestran en la Tabla 1 ya que esta es la más representativa dentro de la producción mundial y a nivel nacional.

Tabla 1. Clasificación taxonómica del café arábica.

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL CAFÉ	
Taxonomía	Nombre
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Sub-división	Angiospermae
Clase	Magnoliatae
Sub-clase	Asteridae
Orden	Rubiales
Familia	Rubiaceae
Genero	<i>Coffea</i>
Especie	<i>Arabica</i>

Fuente: (Melvin & Rojas, 2007).

2.1.2. Composición química del grano de café

Como toda variación botánica la planta de cafeto contiene miles de componentes químicos con características químicas diferentes. Siendo una de las plantas más investigadas y estudiadas, aún existen componentes no detectados y el desconocimiento en los efectos al ser humano de todas las sustancias que existen en los granos de café.

En base al desarrollo de la investigación se han detectado muchos componentes que conforman el grano de café, estos componentes interactúan y reaccionan en las diferentes etapas del procesamiento de café para originar un producto con una mejor estructura, gran diversidad y compleja. La variedad entre el café arábica y robusta se diferencian cualitativamente y cuantitativamente con diferencias en composición química como se menciona en la Tabla 2.

Tabla 2. Principales constituyentes del grano de café (% en materia seca).

CONSTITUYENTE	ARÁBIGO	ROBUSTA
- Cafeína y trazas de purines	1.2	2.2
- Trigonelina		
- Aminoácidos totales	1.0	0.7
- Aminoácidos libres	10.3	10.3
- Carbohidratos	0.5	0.8
- Ácidos alifáticos	56.9	60.8
- Lípidos	1.7	1.6
- Glucósidos	16.0	10.0
- Minerales	0.2	Traces
- Potasio	4.2	4.4
- Cafeína	1.7	1.8

Fuente: (CENICAFE, 2011).

2.1.3. Subproductos derivados del café

En la industria alimentaria todos los componentes del grano de café son aprovechados en su totalidad para la generación de subproductos. El café al ser un grano está compuesto por la pulpa, el mucilago y el pergamino o cascarilla las cuales son aprovechadas para la generación de nuevos derivados.

La pulpa es el primer producto que se obtiene en el método usado para el procesamiento del grano de café, y representa en base seca, alrededor del 29% del peso del fruto entero. La pulpa de café puede ser extraída con agua o solventes orgánicos, para obtener cafeína, aceites esenciales y otros compuestos. El residuo de este proceso puede, de nuevo, utilizarse como alimento para animales, otra posibilidad podría ser la hidrólisis de la pulpa

para producir melaza, la fermentación para producir alcohol, y la obtención de una variedad de extractos para bebidas gaseosas, mermeladas y otros tipos similares de alimentos. Por medio de la fermentación natural puede hacerse un buen fertilizante orgánico, proceso en que se libera gas biológico. Esta última posibilidad es atractiva debido a la escasez constante y al alto costo de las fuentes de energía comúnmente utilizadas. Cascarilla o cascabillo: debido a su composición química, la cascarilla de café no ofrece tantas posibilidades de utilización como la pulpa de café. Pero su uso como alimento para animales, la cascarilla puede jugar un papel importante como material de relleno únicamente en raciones para rumiantes; Mucilago: el mucilago del fruto del café es muy rico en sustancias pépticas, de las que se podría obtener pectina. Estas sustancias, sin embargo, son difíciles de recuperar actualmente debido a que el despulpado y lavado, operaciones inherentes al proceso del beneficiado, deben llevarse a cabo utilizando grandes cantidades de agua, y casi siempre en un estado de fermentación. (Braham & Bressani, 1978).

2.1.4. Generalidades

2.1.4.1. Aceite y grasas

Los aceites y/o grasas son aquel conjunto de sustancias solubles en disolventes apolares e insolubles en agua, componentes de los seres vivos, presentes de forma general en los alimentos y que intervienen en múltiples funciones fisiológicas y bioquímicas. Por analogía con los prótidos y los glúcidos, a este conjunto de compuestos se les conoce genéricamente como lípidos (Constante, 2006).

2.1.4.2. Ácido graso

Es una biomolécula orgánica de naturaleza lipídica formada por una larga cadena hidrocarbonada lineal, de número par de átomos de carbono, en cuyo extremo hay un grupo carboxilo. Existen dos tipos de ácidos grasos saturados e insaturados (Constante, 2006).

2.1.4.3. Ácido graso saturado

Predominan en las grasas con esqueleto lineal y número par de carbonos y hacen parte de los triglicéridos. Los de bajo peso molecular (<14 carbonos) solo están presentes en la

leche de coco y palma, mientras que los de peso molecular mayor (<18 carbonos) se detectan en las leguminosas (Constante, 2006).

2.1.4.4. Ácido graso insaturado

Los que predominan en los lípidos contienen uno, dos o tres grupos alilo, con el doble enlace aislado y con puentes de metileno que siempre tiene la configuración cis, considerada biológicamente activa. Estos ácidos grasos se pueden clasificar según el terminal metilo en tres familias: w-3, w-6 y w-9. Los ácidos grasos insaturados también se pueden clasificar según la estructura de su molécula en “cis” o “trans”. La mayoría de los ácidos grasos insaturados de la dieta tienen conformación cis; sin embargo, la carne y la leche de los rumiantes, como bovinos y ovejas, contienen pequeñas cantidades de ácidos grasos insaturados en forma de trans (Cabezas, Hernandez, & Vargas, 2016).

2.1.4.5. El aceite de café

C. arábica tostado presenta un contenido de aceite fijo que varía entre 12% y 18% en peso, dependiendo de la variedad de café de que se trate. El aceite fijo contenido en el grano de café tostado tiene una composición química similar a la de muchos aceites vegetales comestibles tales como el de la semilla de algodón, soya, maíz, coco, oliva y linaza, entre otros; es líquido a temperatura ambiente y presenta una porción grande de insaponificables que varían del 7% al 12%. Al extraer este aceite, parte significativa del contenido aromático del café tostado, que varía según el método de extracción usado, sale con Él. Existen algunos métodos de extracción con los cuales se obtiene un aceite fijo con una alta carga volátil, la cual puede emplearse en diversos usos, principalmente en la rearomatización del café soluble (López, 2007).

C. arabica está compuesto de ácidos grasos enriquecida en ácido linoleico, ácido palmítico, ácido oleico, ácido esteárico, ácido araquídico y ácido linoleico. El aceite de café posee ácidos grasos saturados en un promedio de 47.55 % y lo restante son ácidos grasos insaturados (López, 2007).

El endospermo y la capa externa es la parte del grano que contiene la mayor parte de la fracción lipídica del café también se encuentra la mayor porción de contenido de ceras. La composición lipídica en los granos de café verde es de 7 a 17 % dependiendo de la variedad, en el caso de la especie *C. arábica* es de 15% y para la especie de *C. robusta* es del 10%. Aun después del proceso de tostado estos porcentajes se mantienen con presencia

de aceite fijo de 12 a 18 % en estado natural, para que no exista variación depende también del método de extracción que se aplica y de las condiciones en las que se encuentra la materia prima. A esta parte se menciona como aceite de café. Medicinalmente el aceite de café verde es usado como tratamiento de cefaleas y el asma, se puede usar también como un componente en la producción de cosméticos, de uso nutricional, farmacéutico y aplicación como conservante. En el caso del aceite de café tostado se usa como un ingrediente saborizante,(aplicado en helados y bebidas), uno de los productos más consumidos como es el café instantáneo ayudando a mejorar el sabor y el aroma, además existen propuestas que mencionan la producción de combustible como es el biodiesel (Diaz & Vasquez, 2011).

2.1.4.6. La importancia del tostado de café (*C. arabico*)

No se puede consumir los granos de café verde debido a su sabor astringente y amargo. Por esta razón es muy importante que los granos de café sean tostados con la finalidad de potenciar sus características organolépticas y sensoriales los cuales lo podemos percibir con los sentidos como el sabor y el aroma. En la etapa de tostado se produce la reacción de pirolisis dando cambios físicos y a la composición de sustancias encargadas de las cualidades sensoriales de los granos de café (Giner, 2015).

A lo largo del proceso, el grano gana un 100% de volumen, disminuye entre un 12 y un 20% su peso y pierde alrededor del 10% de cafeína. Desciende, también, sus componentes ácidos y aumentan ligeramente las grasas”(Giner, 2015).

El proceso de tostado de los granos de café es considerado una operación delicada y artesanal en donde el café revela sus secretos. En el tostado los granos de café cambian de tamaño hinchándose y volviéndose más oscuros y quebradizos. En este proceso los granos de café están expuestos a altas temperaturas por distintos tiempos en función de las características deseadas en el producto (Días & Vasques, 2011).

El proceso puede ser dividido en tres etapas: secado, tostado y pirolisis, enfriamiento. La primera etapa del proceso consiste en la pérdida de peso del grano de ca 15-20 % debido a la evaporación del agua, etapa endotérmica donde los granos están relativamente secos y aumentan su temperatura. La segunda etapa es exotérmica, el grano aumenta de volumen entre 100 y 200% liberando compuestos orgánicos volátiles, CO₂ (una parte se escapa y la

otra es retenida en la célula de los granos), y agua. Los granos se tornan marrones ocurriendo la crepitación, generando un cambio en sus propiedades fisicoquímicas y produciendo reacciones de oxidación, de reducción y de polimerización que conducen a la formación de sustancias esenciales para dar entre otros las cualidades sensoriales del sabor y aroma característico del café. Durante la segunda etapa hay un breve periodo endotérmico que es seguido por otro periodo exotérmico, donde ocurre la segunda crepitación. Finalmente, el café es enfriado rápidamente para detener las reacciones y prevenir que se queme (Díaz & Vasquez, 2011).

El tueste de los granos produce una pérdida de reducción de la densidad y cambio de color. Este último es el más importante ya que es usado como un parámetro para describir el nivel de tostion de los granos de café, clasificado generalmente como verde, muy ligero, ligero, medio, medio oscuro y oscuro, sin embargo, estudios han demostrado que la consecución de los mismos colores del grano de café con diversas condiciones de temperatura y tiempo, no aplica necesariamente que el café sea igual en términos de aroma y propiedades físicas y químicas. Durante el tostado los granos de café cambian de color de verde a amarillo y después a tonos marrones hasta un color negro marrón, en dependencia de las características deseadas, de la temperatura y el tiempo a las que son expuestas los granos de café, de manera que no necesariamente el grano es llevado hasta la segunda crepitación. Muchos componentes del café verde como la lignina, celulosa, cafeína y los compuestos orgánicos no reaccionan de manera significativa. Otros como la sacarosa, proteínas, azúcares reductores, trigonelina, GGA y ciertos aminoácidos reaccionan de manera amplia siendo parcialmente degradados (Días & Vasques, 2011).

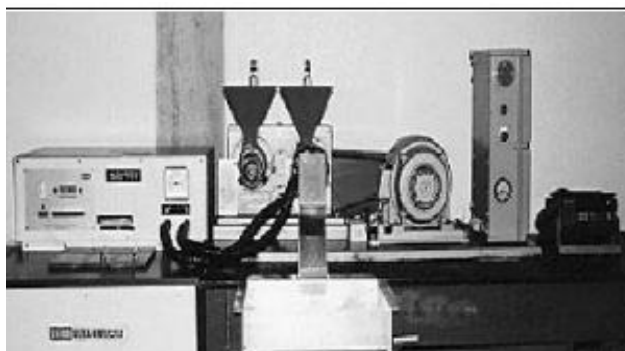
2.1.4.7. Extracción del aceite de café

Existen dos métodos para la extracción del aceite de café, la primera la extracción del aceite por extrusión o prensa hidráulica y la extracción de aceite por solventes empleando el equipo Soxhlet.

2.1.4.8. Extracción por extrusión:

En la extracción de aceite de café por extrusión se usó un extrusor, prensa de husillo, tornillo sinfín, Grafico 2 el cual consiste básicamente en un sistema de prensado o compresión del grano de café tostado, logrando así la separación del aceite, del resto de los componentes del café (López, 2007).

Grafico 2. Extrusor para la obtención del aceite de café.



Fuente: (Lopez Fontal, 2007)

2.1.4.9. Extracción por solvente (Soxhlet)

Uno de los métodos continuos de extracción para aceites en este caso para materia sólida. Está constituida por colocar materia prima que se puede extraer aceite de café previamente pulverizada y pesada colocada en cartuchos de celulosa que se inserta en la cámara de extracción que se encuentra en conexión con balones de destilación y por la parte superior a un refrigerante con circulación de agua. El disolvente que contiene los valones es llevado a calentamiento hasta ebullición, generando vapor que es llevado por un tubo que se encuentra en la parte lateral de la cámara de extracción permitiendo el contacto con el refrigerante y de esta manera la condensa y cae sobre la materia que se va extraer el aceite, alcanzando el nivel de la sifona regresa el solvente al balón. Existe una recirculación hasta que exista un agotamiento que se desea en la materia que estamos empleando. Generalmente los compuestos orgánicos son más solubles en disolventes orgánicos que en agua sabiendo también que se pueden extraer de soluciones acuosas.

El disolvente que se va a emplear en la extracción depende de la solubilidad del combinado que se va a extraer también de la volatilidad, inflamabilidad y toxicidad de aquellos disolventes que posiblemente se vayan a emplear de manera que podemos apreciar en el Grafico 3. (Lamarque, y otros, 2008).

Grafico 3. Equipo Soxhlet para extracción de aceites.



Fuente: Los autores, 2019

2.1.4.10. Saponificación

En el proceso de saponificación los triglicéridos se combinan con una base fuerte para formar sales metálicas de ácidos grasos en el proceso de elaboración del jabón. La dureza, el aroma, limpieza, espuma y la capacidad hidratante de los diferentes jabones, lo determinan la distribución de ácidos grasos saturados e insaturados. Los extractos de las diferentes plantas, como el perejil, los aceites vegetales y esenciales, se añaden con frecuencia a los diversas variedades de jabones para mejorar la calidad y el atractivo sensorial (Prieto, y otros, 2018).

La reacción que produce la formación de jabones se le conoce saponificación. La causa principal de esta reacción es la disociación de los triglicéridos en un medio alcalino, separándose ácidos grasos y glicerina. Estos dos últimos se asocian con los álcalis constituyendo las sales sódicas de los ácidos grasos: el jabón. Esta reacción se denomina también desdoblamiento hidrolítico y es una reacción exotérmica (Pita & Pincay, 2011-2012).

En las calderas se hierve la grasa y se añade la disolución de hidróxido de sodio e hidróxido de potasio con agua, agitando la mezcla continuamente hasta que comience a ponerse viscosa. En este instante es cuando tiene lugar la reacción de saponificación (Guerrero, 2014).

2.1.4.11. Jabón.

Los aceites y grasa están directamente relacionadas con el jabón ya que gracias a este subproducto se lo puede elaborar. Pero para la elaboración del jabón se debe conocer sus propiedades y las limitaciones en cuanto a la grasa y el aceite de esta manera determinamos las combinaciones que sean más factibles para su elaboración (Cavitch, 2013).

La mayoría de los jabones el método de fabricación usado es el de saponificación de grasas y aceites el cual es el más utilizado, porque el equipo requerido para obtener productos de buena calidad es relativamente sencillo y poco costoso. La producción y manipulación de ácidos grasos requiere metales resistentes a los ácidos, caros y difíciles de conseguir. Por ello, resulta más difícil fabricar jabones de alta calidad con grasas y aceites neutros que instalar equipos especiales para hacer jabón con equipos especiales (Pita & Pincay, 2011-2012).

2.1.4.12. Composición del jabón.

La ecuación que se menciona a continuación verifica la reacción química dentro de la elaboración de jabón que contiene aceites y grasas.



El subproducto que se aprovecha en la elaboración del jabón es la glicerina. La cantidad que se requiere de hidróxido de sodio NaOH en la saponificación en una cantidad neutra de grasa. Es calculado por el índice de saponificación de la grasa, donde podemos expresar como el número de miligramos de hidróxido de potasio KOH (a base de 100%) necesario que nos permita la saponificación de un gramo de grasa. El número necesario de NaOH en miligramos se obtiene multiplicando el índice de saponificación por el factor 0,715 (Pita & Pincay, 2011- 2012).

2.1.4.13. Grasas y aceites usados para elaboración de jabón.

Por lo general los ácidos grasos que conviene para los jabones son el láurico, el mirística, el palmítico y el oleico ya que estos poseen de 12 a 18 átomos de carbono. Como sabemos que las características de los jabones mantienen una relación con los ácidos grasos de las materias primas que se usan. Con excepción al ácido oleico los demás ácidos mencionados son saturados, la mayor parte de su formación es el sebo y el aceite de coco. La relación

entre el aceite y el sebo se encuentra entre 3:1 y 4:1 mayormente usados en jabones de lavandería y tocador. Y la formulación dependerá de la cantidad que se dese en el producto terminado (Pita & Pincay, 2011- 2012).

Para producir jabón la grasa o manteca ocupa el segundo lugar en importancia entre las materias grasas utilizadas en el proceso de saponificación. En las calderas de saponificación la grasa pocas veces se utiliza sola, generalmente se utilizada combinada con el sebo. Los jabones elaborados con manteca son algo más blandos que los elaborados con sebo, además no tiene el olor y la estabilidad peculiares de los hechos con sebo. El sebo contiene menor porcentaje de ácidos grasos sin saturar que la manteca (Pita & Pincay, 2011- 2012).

El aceite de los diferentes productos como el de coco, de palma, de cacahuate, de oliva, de maíz y sésamo, se utilizan combinados con los triglicéridos utilizadas en la elaboración de jabón. Se utilizan para jabones muy especiales con propiedades diferentes a las de los jabones comunes. Estos jabones no tienen mucho impacto en el mercado debido a que son muy caros por las materias primas utilizadas por ser de características similares (Pita & Pincay, 2011- 2012).

2.1.4.14. Componentes no grasos usados en la elaboración de jabón.

Las grasas empleadas en la elaboración de jabón son el aceite de pino y ácidos naftenos. En cuanto a los materiales no grasos son triglicéridos pero que no son parte de la glicerina en la transformación de jabones. Son jabones que se encuentran en cantidades mínimas que se unen con jabones ordinarios y estos son de uso en la lavandería y jabones industriales. Es importante el uso del álcali para que genere la reaccio, tomando en cuenta que es un solo elemento caustico y peligroso, en su manejo se debe tomar las debidas precauciones manipulándolo de manera segura y sin riesgos. El hidróxido de sodio y el hidróxido de potasio son los álcalis más utilizados en la elaboración de jabones. Por esta razón el que labora en la creación del jabón debe estar debidamente capacitado con conocimientos amplios sobre álcalis y tiene que saber acerca de las reacciones químicas que esta produce, en la saponificación realizada ofrece de esta manera garantías de un producto final sin ningún riesgo para la piel (Pita & Pincay, 2011- 2012).

2.1.4.15. El proceso de elaboración del jabón

El proceso de elaboración del jabón artesanal a base de aceite de *C. arabica* es el siguiente proceso.

Se coloca el aceite o grasa en un recipiente de acero inoxidable (paila). Se calienta la paila mediante un serpentín o camisa de calefacción por donde circula vapor. Cuando la grasa se ha fundido o el aceite se ha calentado a unos 80-100°C, se agrega lentamente y con agitación continua la solución acuosa de álcali (sosa o potasa).

Se continúa agitando hasta obtener la saponificación total. Se agrega una solución de sal común, NaCl ó KCl (dependiendo del álcali que hayamos elegido), para que el jabón se separe y quede flotando sobre la solución acuosa que contiene glicerina. Se recoge el “jabón base” y se le agregan colorantes, perfumes, aromas u otros ingredientes, dependiendo del uso que se le quiera dar.

Si el jabón que vamos a producir va a ser en barras (sólido, llamado comúnmente jabón de tocador), se enfría y se corta en porciones, las que enseguida se secan y prensan, dejando un material con un contenido de agua en torno al 35%. Si por el contrario vamos a obtener un jabón líquido, se deja enfriar, pero menos tiempo que el anterior, y se le añade más agua junto con los ingredientes finales, para embotellarlo (Guerrero, 2014).

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. LOCALIZACIÓN.

El presente proyecto de investigación se realizó en la ciudad de Puyo, capital de la provincia de Pastaza ubicada a $76^{\circ} 40'$ y $78^{\circ} 10'$ de longitud oeste y entre los $1^{\circ} 10'$ y $2^{\circ} 35'$ de latitud sur, en cuya Provincia se localiza la Universidad Estatal Amazónica (UEA) que se encuentra ubicado en el Km $2\frac{1}{2}$ vía al Tena, provincia de Pastaza con una altitud de 950 msnm. La obtención de los granos de café para la extracción del aceite se realizará en la parroquia 10 de agosto perteneciente al cantón y Provincia de Pastaza en la finca del señor Juan Pérez y la caracterización del aceite en los Laboratorios de la Institución.

3.2. TIPOS DE INVESTIGACIÓN

La Investigación que se realizó es de tipo experimental el cual permitió determinar un proceso sistemático a aproximaciones científicas mediante laboratorio, y la descriptiva porque nos ayudó a recolectar datos que se fueron desarrollando dentro de la investigación.

3.3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Los métodos cualitativos y cuantitativos son los que se emplearon para medir la cantidad de aceite de café extraído del grano tostado y seco y una identificación de las características físico-químicas en el producto obtenido.

3.4. PROCEDIMIENTO

3.4.1. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para determinar el mejor tratamiento en función al rendimiento se aplicó un diseño experimental bi-factorial en donde se analizaron 2 variables; variable A método de extracción, variable B estado físico del grano, con 3 repeticiones cada una Tabla 3.

FACTOR A: Método de extracción

FACTOR B: estado del café

A0: extracción por prensado

B0: granos de café seco

A1: extracción por Soxhlet

B1: granos de café tostado

Tabla 3. Diseño bi-factorial.

Simbología	Método de extracción	Estado del café
A0B0	Prensado	Granos de café seco
A0B1	Prensado	Granos de café tostado
A1B0	Soxhlet	Granos de café seco
A1B1	Soxhlet	Granos de café tostado

Fuente: Los autores, 2019

Tratamiento 1 (A0, B0): extracción por prensado + granos de café seco

Tratamiento 2 (A0, B1): extracción por prensado + granos de café tostado

Tratamiento 3 (A1, B0): extracción por método Soxhlet + granos de café seco

Tratamiento 4 (A1, B1): extracción por método Soxhlet + granos de café tostado

3.4.2. OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA Y EXTRACCIÓN.

Se realizó la extracción del aceite a partir de los granos de café procedente de la finca del señor Juan Pérez

Para la obtención del aceite de *C. arábica* se realizó la extracción de los granos secos y tostados del café mediante dos métodos físicos, la extracción por Soxhlet y la extracción por extrusión, los cuales nos permitirán determinar el rendimiento del aceite obtenido. Para la extracción por método Soxhlet se emplearán 20 gramos de café tostado y 20 gramos de café seco, luego de obtener el extracto se realizó una breve cuantificación del aceite obtenido para determinar el rendimiento. Para la extracción por extrusión se empleó un extrusor en el cual se colocaron 200 gramos de café seco y 200 gramos de café tostado para la extracción del aceite de *C. arábica*, posteriormente de haber obtenido el extracto etéreo se realizó una breve cuantificación del aceite para determinar si el estado físico del grano influye en la obtención del aceite, posteriormente se comparará el rendimiento de los dos métodos empleados para la obtención del extracto etéreo de café y se definirá cual es el más factible.

Evaluación físico-químico

La evaluación de las propiedades químicas se realizó en el laboratorio de química de la Universidad Estatal Amazónica en el cual se evaluó las propiedades del aceite como el pH, acidez, densidad y el índice de solubilidad.

Aplicación del aceite en la elaboración del jabón artesanal.

La cosmetología, es la ciencia encargada de hacer el estudio de distintos productos que al ser aplicados generan numerosos beneficios, haciendo énfasis en la piel del rostro, el aceite de café al ser un extracto etéreo es un fluido con propiedades muy benéficas debido a su alto contenido de vitamina E y antioxidantes que ayudan a la hidratación de la piel, también ayudan en la eliminación de los radicales libres evitando el envejecimiento de la piel, entre otros beneficios. Por esta razón el aceite de café se aplicará en este campo para la elaboración de jabones (Altomare, Fernández, & Rosi, 2008).

3.4.3. EXTRACCION

La variedad de café que se utilizó en la extracción de fue el arábigo, para lo cual se realizó en dos condiciones diferentes; secas y tostadas de manera que nos permitió evaluar su rendimiento en las dos condiciones y también se realizó los análisis fisicoquímicos, para la elaboración del jabón se empleó el aceite del grano tostado.

Los métodos de extracción empleados fueron el método Soxhlet y la prensa hidráulica o extrusor donde el método Soxhlet se realizó en el laboratorio de química de la Universidad Estatal Amazónica el cual cuenta con el equipo y la prensa se elaboró en una mecánica industrial ubicada en el barrio Obrero del cantón Pastaza.

Extracción de aceite fijo de café mediante el método Soxhlet.

Se evaluó la materia prima verificando que se encuentre en su estado de secado óptimo que es del 12 % de humedad y un tostado adecuado, contando con 200 gramos de granos de café seco tostado, procedemos a moler y al contar con el café molido realizamos 4 cartuchos con el filtro corrugado que abastezca 50 gramos cada uno.

Se pesó 50 gramos de café y se colocó en el papel filtro corrugado de un corte de 35 de ancho por 50 de largo de esta manera formando un cartucho de un tamaño adecuado para

poder introducir en la cámara de extracción correspondiente a un tamaño de 150ml. En un tubo de ensayo se midió 160 ml de hexano par cada balón de 250 ml ya que en cada extracción se emplearon 2 balones.

Para armar el equipo se necesita de amplitud y un lugar adecuado para su ubicación, se colocó los balones con hexano en sus respectivos calentadores de esta manera se sobrepone la cámara de extracción con el cartucho incluido, sujetando con las pinzas que unen al soporte universal y en la parte superior va el refrigerante unidas por mangueras que permiten la circulación del agua de un solo flujo.

Se realizó una revisión de fugas y que el equipó se encuentre debidamente armado, luego se procedió a conectar energía eléctrica de 110 V. con un regulador de 0 a 12, al llegar al punto de ebullición lo mantenemos durante 2 horas. En este tiempo existe la interacción del hexano con el cartucho de café en polvo, permitiendo la liberación de la parte grasa de esta materia prima. Pasado este tiempo sacamos de poco a poco la cantidad de hexano mediante la salida del hexano a la cámara de atracción, de esta manera los balones son los que se encargan de almacenar el aceite extraído.

Equipos materiales y reactivos

Tabla 4: Equipos, materiales y reactivos.

EQUIPOS	MATERIALES	REACTIVOS E INSUMOS
Equipo Soxhlet	Filtro corrugado para extracción de aceite	Hexano
Balanza analítica	Prensa hidráulica.	Alcohol
Estufa		Agua destilada
		Café seco molido
		Café tostado molido

Fuente: Los autores, 2019

Extracción de aceite fijo por prensa hidráulica

Las prensas hidráulicas para extracción de aceites son importadas por lo tanto el precio para adquirirlos es elevado, así como el caso de un extrusor, pero la necesidad de desarrollar una investigación nos hace optimizar recursos y buscar alternativas.

Para esto se propuso aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera de ingeniería agroindustrial y construir o diseñar una prensa hidráulica con características ya existentes que nos permita la extracción de aceite fijo, y su adquisición sea de un costo muy bajo.

El diseño del cuerpo fue creado por material reciclable, acero sobrante de una mecánica industrial, se formó un cilindro de 30 centímetros de alto por 10 centímetros de diámetro con agujeros hasta la altura de 15 centímetros, para su soporte se elaboró una base metálica de 15 centímetros de diámetro con un grosor de 1,5 centímetros, se procedió a armar el equipo se colocó el café tostado, debido a la presión generada por la prensa hidráulica el filtro sufrió un ensanchamiento y el daño a la base lo cual no nos permitió continuar con el proceso. En cuanto a los resultados no se dio los deseados, ya que el costo de elaboración y de adquisición de materiales y equipos es elevado, en el Grafico 4, podemos observar el diseño de prensa.

Grafico 4: Construcción de la prensa hidráulica con material reciclable.



Fuente: Elaboración propia.

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

3.4.4. DENSIDAD.

La densidad es una magnitud escalar que sirve para medir la cantidad de masa en un determinado volumen ya sea de una sustancia líquida o un material sólido, la densidad de los aceites es menor si la comparamos con la del agua. La densidad nos indica la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo, es decir la cantidad de materia que posee un cuerpo en una determinada unidad de volumen (Dupon & George, 2007).

La determinación de la densidad se realizó mediante la utilización de los picnómetros de vidrio, que durante el procedimiento. Se lavó los picnómetros, llenarlo completamente con agua destilada recién hervida y enfriada hasta 20°C, y tapanlo cuidadosamente evitando la inclusión de burbujas de aire. A continuación, sumergirlo en el baño de agua a 25 °C y mantenerlo allí durante 30 min, para remover cuidadosamente cualquier porción de agua que haya exudado el capilar, sacar el picnómetro del baño y secarlo con algún papel absorbente adecuado. Enfriarlo a temperatura ambiente durante 30 minutos y pesarlo. Se vació el picnómetro y enjuagarlo varias veces con alcohol etílico y luego éter etílico, dejarlo secar completamente y, junto con todas sus partes, y después pesarlo.

Se llenó completamente el picnómetro con la muestra preparada y fue llevada a 23°C y tapanlo cuidadosamente evitando la inclusión de burbujas de aire. A continuación, sumergirlo en el baño de agua a 25°C y mantenerlo allí durante 30 minutos. Y finalmente se removió cuidadosamente cualquier porción de muestra que haya exudado, sacar el picnómetro del baño y secarlo con algún papel absorbente adecuado. Enfriarlo a temperatura ambiente durante 30 minutos y pesarlo (INEN, 1973).

$$D = \frac{w_2 - w}{w_1 - w}$$

Dónde:

D= densidad relativa

W= masa del picnómetro vacío en g.

w1= masa del picnómetro con agua destilada, en g.

w2= masa del picnómetro con muestra en g.

3.4.5. ACIDEZ

Acidez es, en una grasa o aceite, el contenido de ácidos grasos libres, expresado convencionalmente como gramos de ácido oleico, láurico o erúxico por cada 100 gramos de sustancia (Castillo, 1973)

Para la determinación de acidez se realizó por titulación. Se transfirió 300 ml de la mezcla de alcohol éter a un matraz Erlenmeyer, añadir 1 ml de fenolftaleína y agregar agitando moderadamente solución de hidróxido de sodio al 0.1 N hasta que aparezca un color rosado que persista durante unos 30 segundos aproximadamente. Sobre un matraz Erlenmeyer de 250 ml se pesó, una cantidad de muestra preparada. Se agregó 100 ml de la mezcla de alcohol y titular los ácidos grasos libres con la solución de hidróxido de sodio a la 0.1 N hasta alcanzar el punto final correspondiente al indicador (coloración rosada persistente durante aproximadamente 30 segundos). La solución debe agitarse enérgicamente durante la titulación. El volumen de la solución 0,1 empleado en la titulación debe ser menor de 20 ml, en caso contrario debe usarse la solución de 0,5 de hidróxido de sodio o de potasio (INEN, 1973).

Determinación del índice de acidez

$$i = \frac{56,1.V.N}{m}$$

Dónde:

i= índice de acidez del producto

V= volumen de la solución de hidróxido de sodio

N= normalidad de la solución de hidróxido de sodio

M= masa de la muestra analizada en g.

3.4.6. DETERMINACION DEL INDICE DE SOLUBILIDAD.

Solubilidad se trata de la capacidad que tiene una sustancia para disolverse o juntarse con otra. La sustancia que se disuelve se conoce como soluto, mientras en la sustancia que este se disuelve se le conoce como solvente.

Se procede a colocar 2 ml de aceite de café en un tubo de ensayo de 10 ml con un total de 3 muestras. Posteriormente se mezcla con 3 ml de cada uno de los solventes usados, agua destilada, alcohol, cloroformo y hexano respectivamente, con la finalidad de determinar en qué sustancia es soluble el aceite de café.

3.4.7. DETERMINACION DEL INDICE DE REFRACCION

El índice de refracción viene a ser propiedades muy específicas y propias de una sustancia en este método podemos definir la relación que existe entre la velocidad de la luz con el vacío y también la velocidad de la luz en contacto con la muestra (Dupon & George, 2007).

Es un factor empleado para determinar la calidad del aceite, la variación del índice indica una adulteración de la sustancia. En la medición de esta variable se utilizó un refractómetro.

Se colocó 2 gramos de aceite de café en un vaso de precipitación de 10 ml, posteriormente se colocó el vaso en baño maría hasta que la temperatura del aceite este entre los 20°C y finalmente se añadió 2 gotas de aceite de café en el refractómetro para determinar su índice de refracción.

3.4.8. DETERMINACION DEL INDICE DE SAPONIFICACIÓN

La saponificación es un término que significa hidrolisis de un éster para formar el correspondiente alcohol y el ácido o la sal del ácido correspondiente. Aplicado este término en las grasas denota la reacción entre una base fuerte y un aceite o una grasa, dando como resultado la formación de un jabón. El índice saponificación es una medida de la cantidad de base fuerte requerida para saponificar una determinada masa de aceite o grasa y, generalmente, se expresa como el número de miligramos de hidróxido de potasio necesarios para saponificar un gramo de triglicérol (Herrera, Bolaños, & Lutz, 2003).

Sobre un matraz Erlenmeyer de 250 ml se pesó, una cantidad de muestra preparada comprendida entre 2 y 3g, se agregó 25 ml de la solución etanólica de hidróxido de potasio, se llevó a baño maría durante 60 minutos. Posteriormente se añadió 1 ml de la solución indicadora de fenolftaleína y titular, en caliente, el exceso de hidróxido de potasio

con la solución 0,5 N de ácido clorhídrico o sulfúrico hasta que desaparezca la coloración rosada. Simultáneamente, y para cada determinación, se realizó un ensayo en blanco con todos los reactivos, sin la muestra y siguiendo el mismo procedimiento descrito (INEN, 1973).

$$\text{Índice de saponificación} = \frac{(Vb - Vm) \times N \times 56.1}{C}$$

Dónde:

Vb= volumen de HCL 0.5 N gastado para titular el blanco

Vm= volumen de HCL 0.5 N gastado para titular la muestra

N= normalidad de la solución de hidróxido de sodio

C= peso de la muestra

3.4.9. DETERMINACION DEL ÍNDICE DE YODO (Método de Hanus)

El índice de yodo permite medir el grado de instauración es decir que podemos medir el número de enlaces dobles de grasas. De manera que permite observar los gramos de yodo que se absorben en por cada 10 gramos de muestra (grasa).

La Normativa Técnica Ecuatoriana menciona que el índice de yodo es una medida del grado medio de instauración de ciertas sustancias orgánicas, expresando como centigramos de yodo absorbido, bajo condiciones determinadas, por cada gramo de sustancias (INEN, 1973).

La determinación del índice de yodo se realizó mediante titulación, para esto pesó una muestra de 0,15 y 0,14 de aceite de café para luego se introdujo las dos muestras en la Sorbona y a cada uno se colocó 100 ml de cloroformo CHCL₃ y 10 ml de Wijs y lo agitamos y se mantuvo en reposo durante 30 minutos para luego agregar una solución de yoduro de potasio KI al 15% y se llevó a agitación magnética permitiendo añadir 15 gotas de almidón al 1% y lo titulamos con tiosulfato de sodio Na₂S₂O₃.

$$\text{Índice de yodo} = \frac{12,69 \cdot N \cdot (Vf - Vi)}{p}$$

3.4.10. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PERÓXIDOS.

El índice de peróxidos permite determinar la mili equivalente de oxígeno activos que contiene cada Kilogramo de grasa. Indica en que extensión ha experimentado el aceite la rancidez oxidativa.

La determinación del índice de peróxidos se realizó mediante titulación donde se procedió a colocar el acético en la muestra de café donde se agito en un lapso de 3 a 5 minutos, luego de este tiempo se adiciono la solución saturada correspondiente a 15 gotas y luego lo mantenemos en reposo durante 10 minuto y finalmente lo titulamos con tiosulfato de sodio $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

$$\text{Índice de peroxidos} = \frac{1000 \cdot N \cdot (V_f - V_i)}{p}$$

3.4.11. ELABORACIÓN DEL JABON

La saponificación, es el hidrolisis básico de los esterés. El ion hidroxilo de una base metálica realiza un ataque nucleofílico sobre el carbono carbonílico del grupo carboxilato.

Se pesó en un vaso de precipitación de 400 ml. 102 gramos de danfat, 60 gramos de grasa vegetal (aceite de unguahua) y 16 gramos de aceite de café, se colocó el vaso con la muestra y la pastilla magnética bajo agitación en el calentador para que se disuelva la muestra de aceite, la grasa se mantiene a temperatura de 45 °C, a medida que se calienta la fase lipídica controlar la temperatura con la ayuda de un termómetro.

Se añadió lentamente bajo agitación el hidróxido de sodio al 30% en un tiempo de 1 a 2 minutos, observando los cambios de viscosidad que se va presentando en la muestra, dejar reposar la muestra de 2 a 3 días a temperatura ambiente para su respectiva maduración.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS

4.1. RENDIMIENTO.

Extracción Soxhlet

La extracción de aceite realizados por el método Soxhlet tanto para el grano seco como para el tostado se realizó mediante la diferenciación del peso inicial menos el peso final lo cual nos permitió determinar mediante una regla de tres el porcentaje de aceite que obtuvimos en los dos estados del grano, de esta manera nos da como resultado del rendimiento lo que nos permite apreciar en la Tabla 5.

Tabla 5. Rendimiento obtenido entre el grano de café seco y tostado.

Unidad experimental	PESO INICIAL (gramos)	PESO FINAL (gramos)	RENDIMIENTO (porcentaje)
Café seco	50	4,9	6,45 %
Café tostado	50	5,13	10,27 %

Fuente: Los autores, 2019

Prensa hidráulica.

La extracción por prensado no dio resultados esperados debido a que los granos de café no contienen aceite en gran cantidad y los materiales usados en la construcción de la prensa no son los adecuados.

4.2. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

La acidez, densidad y solubilidad son análisis fundamentales para un diseño experimental y los demás análisis realizados nos demuestra la calidad del producto. En la fase experimental resultó que el tratamiento con la prensa no permita obtener aceite, por lo tanto, los análisis fisicoquímicos realizados son de la extracción Soxhlet. Datos que podemos apreciar en la Tabla 6.

Tabla 6. Diseño experimental en los análisis fisicoquímicos del aceite de café.

ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DEL ACEITE DE CAFÉ SECO Y TOSTADO.				
ANÁLISIS	T1	T2	T3	T4
Acidez	-	-	5.2466	5.17
Densidad	-	-	2.5245	3.55
Solubilidad	-	-	-	-

Fuente: Los autores, 2019

4.3. ACIDEZ

Como se puede observar en la Tabla 7. la variación de la acidez en las muestras analizadas de las dos variedades de aceite de café difiere uno del otro, es decir que existe una diferencia entre los rangos de los valores calculados, esta variación puede estar dada por distintos parámetros internos y externos con respecto a los granos de café y al método de extracción, muchos autores señalan que la temperatura es uno de los factores más influyentes para que estos valores puedan verse afectados.

Tabla 7. Repeticiones del aceite de café seco y tostado.

Acidez del aceite de café			
Aceite de café seco		Aceite de café tostado	
R1	2.5245		3.0855
R2	2.805		3.927
R3	2.244		3.6645

Fuente: Los autores, 2019

4.4. DENSIDAD

Existe una variación mínima de la densidad en las dos variedades de aceite analizadas. La densidad del aceite de café tostado es menor a la densidad del aceite de café seco, basándonos en la literatura se puede decir que esta variación se ve afectada en la operación del tueste de los granos debido al incremento de la temperatura en este proceso, la densidad calculada para el aceite de café seco y el aceite de café tostado se encuentra en los parámetros establecidos por las diferentes normativas para los aceites fijos mencionado en la Tabla 8.

Tabla 8. Comparación de la densidad entre el aceite de café tostado y seco.

Densidad del aceite de café		
	Aceite de café seco	Aceite de café tostado
R1	0.9281	0.9024
R2	0.9291	0.9559
R3	0.92822	0.9199

Fuente: Los autores, 2019

4.5. INDICE DE SOLUBILIDAD

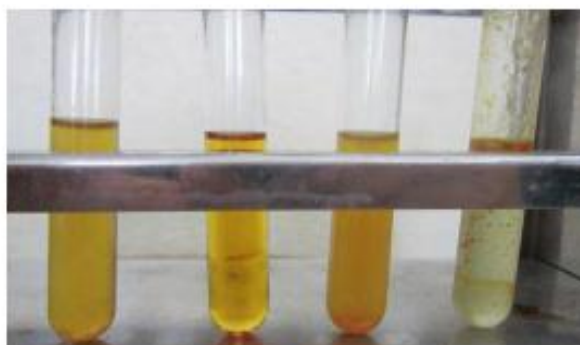
En la Tabla 9. se expresa Mediante la experimentación de la prueba de la solubilidad del aceite de café se puede determinar que el aceite no es soluble con el agua, es parcialmente soluble en etanol tomando la prueba como negativa, ya que pocos minutos después se pudo observar la separación de fases de las mismas, con los solventes apolares la prueba dio positiva debido a que se formó una solución homogénea ya que el aceite de café posee ácidos carboxílicos afines a las moléculas de hexano y cloroformo, Gráfico 5. (ALTON, 1984).

Tabla 9. Resultado de la solubilidad del aceite de café.

SOLUBILIDAD DEL ACEITE DE CAFÉ	
Solvente	Resultado
Agua	Insoluble
Alcohol	Insoluble
Hexano	Soluble
Cloroformo	Soluble

Fuente: Los autores, 2019

Grafico 5. Solubilidad del aceite de café.



Fuente: Los autores, 2019

4.6. ÍNDICE DE REFRACCION

Con una variación mínima en las 3 muestras analizadas Tabla 10. el índice de refracción es un análisis de laboratorio que no se debe de pasar por alto en ningún tipo de aceite puesto a que esto nos permite determinar la calidad y la pureza de la misma. El índice de refracción se encuentra en los valores establecidos por las diferentes normativas. Se puede decir que el aceite de café analizado no presenta adulteración alguna.

Tabla 10. Determinación de muestras para el índice de refracción.

ÍNDICE DE REFRACCION	
Muestra	Valor
Muestra 1	1.4787
Muestra 2	1.4783
Muestra 3	1.4785

Fuente: Los autores, 2019

4.7. ÍNDICE DE YODO (MÉTODO HANUS)

Se realizó dos repeticiones en la determinación del índice de yodo Para el caso de la extracción con solvente hexano determinamos un promedio entre los resultados de las repeticiones y se obtuvo 130, 61 mg de I/ g de aceite como podemos observar en la siguiente Tabla 11.

Tabla 11. Apreciación del índice de yodo.

TRATAMIENTOS	MEDIA	CV
1	133,47	3.99
2	127,75	6,68

Fuente: Los autores, 2019

4.8. ÍNDICE DE PERÓXIDOS.

Se obtuvo como resultado de las dos repeticiones realizadas una media de 3meq/1kg de grasa, con este resultado podemos mencionar que el aceite de café contiene baja cantidad de peróxidos gracias a la titulación con $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ como se puede observar en la Tabla 12. Esto quiere decir que este aceite tiene grados de oxidación muy bajo o peróxido cero.

Tabla 12. Determinación de índice de peróxidos.

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PERÓXIDOS	
MUERTAS	MEDIA
Muestra 1	4
Muestra 2	2

Fuente: Los autores, 2019

4.9. INDICE DE SAPONIFICACION.

Se observó que existe muy poca variabilidad entre las tres muestras obtenidas análisis realizado con un índice de saponificación correspondiente a 106,247 de KOH/ g de aceite mencionado en la Tabla 13

Tabla 13. Determinación de muestras en el índice de saponificación.

INDICE DE SAPONIFICACION	
Muestra	Valor
Muestra 1	106.59
Muestra 2	107.712
Muestra 3	114.44

Fuente: Los autores, 2019

La variabilidad presente en las 3 muestras analizadas del índice de saponificación puede verse afectado debido a los componentes externos como los ácidos grasos del grano de café u otro factor que no se ha logrado identificar mediante la extracción y el análisis del aceite.

4.10. Jabón

El jabón obtenido presenta las características físicas y organolépticas adecuadas, se determinó el pH el cual fue de 9.7, se podría concluir que el pH se encuentra en los rangos establecidos según la norma INEN 841 requisitos para jabones en barra (INEN, Normas, 2016).

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

La extracción se realizó por dos métodos diferentes, extracción por prensado y método Soxhlet, el segundo método nos proporcionó mejores resultados debido a que el proceso de extracción es mucho más eficiente, en cuanto al rendimiento, en base a los resultados obtenidos el promedio fue de 5,13 gramos de aceite de café extraídos de 50 gramos de gramos de café tostado, correspondiente a 10,27% con respecto al peso inicial.

En cuanto a parámetros de acidez y densidad se encuentra de acuerdo a las Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 0038 y 0035 respectivamente, en el aceite café seco con una acidez de 2,5 y densidad de 0,92 kg/L y en el aceite de café tostado con acidez de 3,5 y densidad de 0,9. Y finalmente verificamos que el aceite no se disuelve en agua y en alcohol excepto en compuestos inorgánicos.

Se elaboró el Jabón con el aceite de café obtenido, presentando características sensoriales agradables.

5.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar con estudios relacionados del aceite de café de grano seco y sus diferentes métodos y técnicas de extracción que sean posible aplicar a este tipo de proceso, todo esto aplicado a las diferentes variedades de café.

Para la construcción de un extractor por prensado es necesario contar con materiales adecuados (acero inoxidable, cilindro de mayor grosor) para un diseño eficiente del equipo.

Realizar investigaciones de la capacidad antioxidante del aceite de café y vitamina E.

Evaluar las características físicas y químicas del jabón en barra (jabón combinado) elaborado con aceite de café.

CAPÍTULO VI

6. BIBLIOGRAFÍA

- Altomare, V., Fernández, C., & Rosi, M. (diciembre de 2008). *Scielo*. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-07702008000400014&lang=es
- ALTON, B. (1984). *Aceites y grasas industriales*. Barcelona: REVERTE, S.A.
- Alvarado, M., & Rojas, G. (2017). *google academico*. Obtenido de google academico: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=15qrSG-5114C&oi=fnd&pg=PR7&dq=taxonomia+del+cafe&ots=Of_dq3O8aN&sig=NBkuooUSgrJskI076xt0hYW9nUc#v=onepage&q=taxonomia%20del%20cafe&f=false
- Braham, J., & Bressani, R. (1978). *google academico*. Obtenido de google academico: [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/IDL-4722%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/IDL-4722%20(2).pdf)
- Cabezas, C., Hernandez, B., & Vargas, M. (30 de 3 de 2016). Aceites y grasas: efectos en la salud y regulación mundial. *Scielo*. doi:<http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v64n4.53684>
- Castillo, R. (1973). *INEN*. Obtenido de INEN: https://www.academia.edu/8969698/NTE_INEN_0038_Grasas_y_aceites_comestibles._Determinaci%C3%B3n_de_la_acidez
- Cavitch, S. (2013). *GUÍA PRÁCTICA PARA HACER JABÓN*. Barcelona: PAIDOTRBO.
- CENICAFE. (Diciembre de 2011). Composición química del café. *cenicafe.org*. Obtenido de <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt04142.pdf>
- Chacha C, J. T. (12 de 2019). Solubilidad del aceite de café. Puyo.
- Constante, E. G. (2006). *los aceites y grasas composición y propiedades*. Sevilla: Mundi-Prensa.
- Cuzco, M. (10 de 12 de 2019). Equipo Soxhlet. Puyo.
- Días, V., & Vasques, E. (2011). *tangara.uis.edu.co*. Obtenido de tangara.uis.edu.co: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2011/140944.pdf>

- Diaz, V., & Vasquez, E. (2011). *tangara.uis.edu.co*. Obtenido de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2011/140944.pdf?fbclid=IwAR05DQgUTQ1etz8H8w0nG00jn4rro1gbFB11YnIjTfV9LMXPKsCK84omr8w>
- Dupon, D., & George, G. (2007). *Quimica Organica Experimental*. Barcelona: Reverté, S.A.
- ForumCafe. (2015). La fisica y quimica en el teste de cafe. *ForumCafe*. Obtenido de https://www.forumdelcafe.com/sites/default/files/biblioteca/f-41_fisica_quimica_tueste.pdf?fbclid=IwAR3pHFiX0gdFHSX3g18LG3bLImbSslQZK5aDVFwjv1INRbl20qn06EKf0IY
- Giner, J. (2015). *www.forumdelcafe.com*. Obtenido de [www.forumdelcafe.com](https://www.forumdelcafe.com/sites/default/files/biblioteca/f-37_tueste_de_cafe.pdf): https://www.forumdelcafe.com/sites/default/files/biblioteca/f-37_tueste_de_cafe.pdf
- Gonzales, A., Viatcheslav, K., & Guzman, A. (2009). *redalyc.org*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4962/4962597.pdf>
- Gotteland, M., & Saturnino, d. P. (2017). *Scielo*. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182007000200002
- Guerrero, C. (Junio de 2014). Diseño de planta de fabricación de jabón a partir de aceites vegetales. Obtenido de <http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/3371/Proyecto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Herrera, C. H., Bolaños, N., & Lutz, G. (2003). *google Books*. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=8VpJ8foyDiIC&pg=PA22&dq=saponificacion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjI6cedwe_mAhXCq1kKHZRmBR4Q6wEIMTAB#v=onepage&q=saponificacion&f=false
- INEN. (1973). Obtenido de <https://181.112.149.204/buzon/normas/40.pdf>
- INEN. (1973). Obtenido de <https://archive.org/details/ec.nte.0037.1973/page/n6>
- INEN. (1973). Obtenido de <https://archive.org/details/ec.nte.0035.1973/page/n5>

- INEN. (1973). Obtenido de https://www.academia.edu/8969698/NTE_INEN_0038_Grasas_y_aceites_comestibles._Determinaci%C3%B3n_de_la_acidez
- INEN. (2016). *Normas*. Obtenido de https://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_841-3.pdf
- Lamarque, A., Zygadlo, J., Labuckas, D., Lopez, L., Torres, M., & Maestri, D. (2008). *google académico*. Obtenido de *google académico*: <https://books.google.com.ec/books?id=dehU1lJRKy8C&pg=PA51&dq=metodo%20soxhlet&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEWjN4sCH5ezkAhVtoFkKHQCPASgQ6AEIJzAA&fbclid=IwAR2RNI1V7fGHtZa09-EEWK3NNYNxNx1XzZ5v5sMSNZ7ddH5DeF2aFspQ6cI#v=onepage&q=metodo%20soxhlet&f=false>
- López F, E. M. (2007). *scielo.org*. Obtenido de www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092007000100004
- López, E. (4 de 2007). Extracción de aceite de café. *Ingeniería e Investigación*, 2.
- MAG. (2015). *Proyecto de reactivación de café y cacao fino de aroma*. Puyo. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/1klsAy6-IVGuwQZ1R-kdR9oP0WCqqv11L/view>
- Melvin, A., & Rojas, G. (2007). *google académico*. Obtenido de *google académico*: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=15qrSG-5114C&oi=fnd&pg=PR7&dq=taxonomia+del+cafe&ots=Of_dq3O8aN&sig=NBkuooUSgrJskI076xt0hYW9nUc#v=onepage&q=taxonomia%20del%20cafe&f=false
- Méndez H, L. B. (Agosto de 2012). *biblioteca.usac.edu.gt*. Obtenido de biblioteca.usac.edu.gt: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0632_MI.pdf
- Mesa, R., Nerina, Y., Medrano, J., Martínez, P., Maricelys, L., Grave de Peralta, M., & Cabrera Hechavarria, Y. (julio de 2017). *Scielo*. Obtenido de Scielo: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1560-43812017000300022&fbclid=IwAR3NS-MmRhvgK1CckJ0wUVR0PPLkcyt8tvWmx2nL7wWKBtTKGtvJI_ClrY
- normalización, I. E. (s.f.). *normas*. Obtenido de <https://181.112.149.204/buzon/normas/35.pdf>

- Perez, E., Clímaco Alvarez, & Lares, M. (2001). *censalud*. Obtenido de https://censalud.ues.edu.sv/CDOC-Deployment/documentos/CARACTERIZACION_F%C3%93NICA_Y_QUANTITATIVA_DE_GRANOS_DE_CACAO.....pdf
- Pita, M., & Pincay, A. (2011- 2012). Obtención del jabón a partir del bagazo de café. *Universidad de guayaquil*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/4699/1/T199.pdf>
- Prieto, N., Adeseun, O., Pham, T., Mumtaz, A., Manful, C., Callahan, G., . . . Thomas, R. (2018). *Pubmed*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30223479>
- Ramírez, F. D. (2013). *cultivo del cafe*. colombia: Grupo Latino Editores S.A.S.

CAPITULO VII

7. ANEXOS

Propiedades físico químicas

Anexo 1: (extracción por Soxhlet + granos de café seco).

Propiedades	Repeticiones			
	R1	R2	R3	
pH	5.22	5.25	5.27	5.2466
Acidez	2.5245	2.805	2.244	2.5245
Densidad	0.9281	0.9291	0.92822	0.9284
Solubilidad	-	-	-	-

Anexo 2: (extracción por Soxhlet + granos de café tostado)

Propiedades	Repeticiones			
	R1	R2	R3	
pH	5.19	5.17	5.15	5.17
Acidez	3.0855	3.927	3.6465	3.55
Densidad	0.9024	0.9559	0.9199	0.9260
Solubilidad	-	-	-	-

Anexo 3. INDICE DE ACIDEZ

Índice de acidez del aceite de café tostado.

- Muestra número 1.

$$i = \frac{56,1 \times 1,1 \times 0,1}{2}$$

$$i = 3.0855$$

- Muestra número 2.

$$i = \frac{56,1 \times 1,4 \times 0,1}{2}$$

$$i = 3.927$$

- Muestra número 3.

$$i = \frac{56,1 \times 1,3 \times 0,1}{2}$$

$$i = 3.6465$$

Índice de acidez del aceite de café seco.

- Muestra número 1.

$$i = \frac{56,1 \times 0,9 \times 0,1}{2}$$

$$i = 2.5245$$

- Muestra número 2

$$i = \frac{56,1 \times 1 \times 0,1}{2}$$

$$i = 2.805$$

- Muestra número 3

$$i = \frac{56,1 \times 0,8 \times 0,1}{2}$$

$$i = 2.244$$

Anexo 4. DENSIDAD DEL ACEITE DE CAFÉ TOSTADO

Muestra número 1:

$$D = \frac{21.0127 - 11.5459}{22.0371 - 11.5459}$$

$$D = \mathbf{0.9024}$$

Muestra número 2

$$D = \frac{41.2572 - 16.02329}{42.4197 - 16.02329}$$

$$D = \mathbf{0.9559}$$

Muestra número 3

$$D = \frac{21.196 - 11.5459}{22.0366 - 11.5459}$$

$$D = 0.9199$$

a. Densidad del aceite de café seco

Muestra número 1

$$D = \frac{21.2827 - 11.5459}{22.0367 - 11.5459}$$

$$D = 0.9281$$

Muestra número 2

$$D = \frac{21.2928 - 11.5459}{22.0355 - 11.5459}$$

$$D = 0.9291$$

Muestra número 3

$$D = \frac{21.2836 - 11.5459}{22.0366 - 11.5459} \quad D = 0.92822$$

Anexo 5. CALCULO DE ÍNDICE DE SAPONIFICACIÓN.

- Índice de Saponificación Muestra número 1

$$IS = \frac{(14,5 - 5) \times N \times 56.1}{2,5}$$

$$IS = 106.59$$

- Índice de Saponificación Muestra número 2

$$IS = \frac{(14,5 - 4,9) \times N \times 56.1}{2,5}$$

$$IS = 107.712$$

- Índice de Saponificación Muestra número 3

$$IS = \frac{(14,5 - 4,3) \times N \times 56.1}{2,5}$$

$$IS = 114.44$$

Anexo 6. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE PERÓXIDOS.

$$\text{Índice de peróxidos} = \frac{1000 \cdot N \cdot (V_f - V_i)}{p}$$

$$\text{Índice de peróxidos} = \frac{1000 * 0,1 * (0,4 - 0,2)}{5}$$

$$\text{Índice de peróxidos} = 4 \frac{\text{ml}}{\text{kg}}$$

Anexo 7. Elaboración de jabón

