



## **UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente**

**Carrera de Agroindustrias**

### **Tema:**

OBTENCIÓN DEL ACEITE DE COCO (*Cocos nucifera L.*) MEDIANTE DOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN: PENSADO EN FRÍO Y DESTILACIÓN FRACCIONADA EN LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR.

**Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agroindustria.**

### **Autoras:**

Mirian Hortensia Ponce Rochina

Johanna Maribel Rivera González

### **Tutor:**

Ing. Darwin Núñez Mg.

**Guaranda – Ecuador**

2024

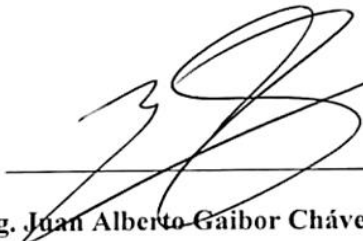
OBTENCIÓN DEL ACEITE DE COCO (*Cocos nucifera* L.) MEDIANTE DOS  
MÉTODOS DE EXTRACCIÓN: Prensado en frío y destilación  
fraccionada en la Universidad Estatal de Bolívar.

REVISADO Y APROBADO POR:



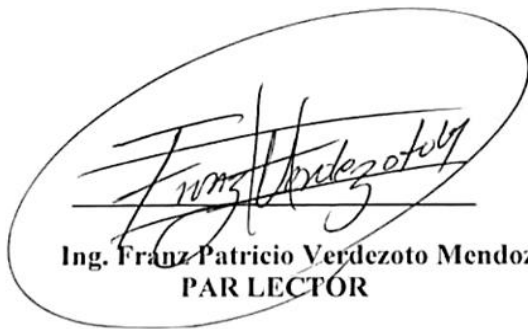
Ing. Darwin Alberto Núñez Torres Mg.

TUTOR



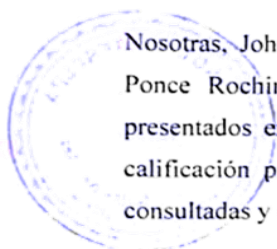
Ing. Juan Alberto Gaibor Chávez PhD.

PAR LECTOR



Ing. Franz Patricio Verdezoto Mendoza  
PAR LECTOR

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA



Nosotras, Johanna Maribel Rivera González con C.I. 225036434-2 y Mirian Hortensia Ponce Rochina con C.I. 025004278-5, declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe no han sido presentados previamente para ningún grado o calificación profesional; y que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con sus respectivos autor(es).

La Universidad Estatal De Bolívar puede hacer usos de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional Vigente.

**Johanna Maribel Rivera**  
C.I. 225036434-2

**Mirian Hortensia Ponce**  
C.I. 025004278-5

**Ing. Darwin Núñez Mg.**  
C.I.0201977576



*Notaria Tercera del Cantón Guaranda*  
*Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez*  
*Notario*

Notario

Nº ESCRITURA 20240201003P00211

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADA POR:

MIRIAN HORTENSIA PONCE ROCHINA y

JOHANNA MARIBEL RIVERA GONZALEZ

INDETERMINADA

DI: 2 COPIAS L.L.

Factura: 001-001-000014709



En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día veinticinco enero del dos mil veinticuatro, ante mi Abogado Magister HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, comparecen las señoritas MIRIAN HORTENSIA PONCE ROCHINA soltera, domiciliada en el sector de San Francisco parroquia Guanujo del Cantón Guaranda, celular 0997125497 y, JOHANNA MARIBEL RIVERA GONZALEZ soltera, domiciliada en el Cantón Joya de Los Sachas y de paso por esta ciudad de Guaranda, celular 0990674844, por sus propios derechos, obligarse a quienes de conocerlas doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana; bien instruidas por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertido de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presenta su declaración Bajo Juramento declaran lo siguiente "Previo a la obtención del Título de Ingeniera Agroindustrial, de la carrera de Agroindustrias, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad Estatal de Bolívar, manifestó que los criterios e ideas emitidas en el presente estudio de caso titulado "OBTENCIÓN DEL ACEITE DE COCO (*Cocos nucifera* L.) MEDIANTE DOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN: PRENSADO EN FRÍO Y DESTILACIÓN FRACCIONADA" es de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autoras". Es todo cuanto puedo declarar en honor a la verdad, la misma que la hago para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que les fue a las comparecientes por mí el Notario en unidad de acto, se incorpora al protocolo de esta Notaria la presente escritura, de todo lo cual doy fe.-

MIRIAN HORTENSIA PONCE ROCHINA

025004278-9

JOHANNA MARIBEL RIVERA GONZALEZ

2250364342

AB. HENRY ROJAS NARVAEZ

NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA



NOMBRE DEL TRABAJO

**Tesis final Joha&Mirian (1)**

AUTOR

**Johana Rivera**

RECuento DE PALABRAS

**16386 Words**

RECuento DE CARACTERES

**94396 Characters**

RECuento DE PAGINAS

**90 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**4.3MB**

FECHA DE ENTREGA

**Jan 24, 2024 5:03 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jan 24, 2024 5:06 PM GMT-5**

• **9% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base c

- 9% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

• **Excluir del Reporte de Similitud**

- Base de datos de trabajos entregados
- Bloques de texto excluidos manualmente



---

**Ing. Darwin Núñez Mg.**  
e-mail: danuñez@ueb.edu.ec  
C.I.0201977576  
**TUTOR**

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme la dicha de vivir, por darme siempre fuerzas y guiar mi camino, por regalarme y mantener lo más preciado que tengo en mi vida mi familia.

A mi querida madre Roció González mi más grande amor que desde que llegue al mundo ha luchado día a día por mi bienestar apoyándome siempre con sus consejos y motivándome siempre a ser mejor, a mi padre Geovanny Rivera, por estar conmigo en las buenas y en las malas, gracias por motivarme a que cumpla todas mis propuestas, a no rendirme en los malos momentos impulsándome a ser mejor cada día.

A mis hermanas quienes han estado conmigo motivándome y apoyándome siempre para que cumpla todas mis metas propuestas que gran orgullo verlas crecer día a día viéndonos unos a los otros.

*Johana Rivera*

## **DEDICATORIA**

A Dios quien ha sido mi guía, fortaleza y su mano de fidelidad y amor que ha estado conmigo hasta el día de hoy.

Llena de alegría, amor y esperanza dedico a mi madre María Ponce quien ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores lo cual me ayulado a seguir adelante en los momentos difíciles.

A mi hermano Alejandro él es la razón que me motivo a culminar esta meta, gracias por confiar en mí.

También dedico a mi hija Ariana Naranjo quien ha sido mi mayor motivación para nunca rendirme en los estudios y poder llegar a ser un ejemplo para ella.

Y sin dejar atrás a toda mi familia por confiar en mí, a mis abuelitos, tíos y primos, gracias por ser parte de mi vida y por permitirme ser parte de su orgullo.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todos mis compañeros por apoyarme cuando más les necesite y extender su mano en los momentos más difíciles.

*Mirian Ponce*

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, agradezco a Dios por darme salud y sabiduría para completar esta etapa de mi vida, él es mi fuerza en mis momentos de debilidad.

A mis padres por ser un pilar indispensable en toda mi vida, gracias a ellos, estoy cumpliendo una de mis metas y objetivos que me propuse. A mis hermanas por su amor y apoyo incondicional.

Mis agradecimientos a la Universidad Estatal De Bolívar, a la Carrera de Agroindustrias por abrirme las puertas por el camino de la enseñanza y conocimiento teniendo en el proceso muy buenas experiencias de aprendizaje. A todos los docentes que formaron parte de mi vida en esta formación académica inculcando siempre conocimiento y sus experiencias que fueron transmitidas en mi preparación.

Agradezco sinceramente a mi tutor de tesis Ing. Darwin Núñez quien nos apoyó de manera incondicional en todo el proceso de investigación sabiendo guiarnos durante la realización de este trabajo investigativo. A mis pares evaluadores Dr. Juan Gaibor Chávez e Ing. Franz Verdezoto quienes supieron dar consejos constructivos para la contribución del desarrollo del trabajo de investigación.

*Johana Rivera*



## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer a Dios por haberme derramado su infinito amor y bendiciones en todo momento de mi vida y formación académica por iluminarme en los días difíciles que se presentaron en mi vida y también por darme fuerzas, salud a mí y mi familia. También agradezco a mi madre, abuelos que han sido la base fundamental que con su apoyo hicieron posible que llegue a culminar mi educación universitaria.

Un agradecimiento a especial a la Carrera de Agroindustrias , a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del ambiente de la Universidad Estatal de Bolívar por haberme brindado la oportunidad de ocupar un espacio en sus instalaciones siempre permitiéndonos a los estudiantes el uso de sus aulas, equipos, laboratorios que han sido de complemento para mi formación academia y de igual manera a los docentes quienes con sus enseñanzas hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ustedes por la paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

A nuestro tutor Ing. Darwin Núñez por la confianza que deposito en mí, su constante apoyo, sus indicaciones y orientaciones indispensables en el desarrollo de este trabajo. Sus consejos siempre fueron útiles cuando me quedé sin ideas para escribir lo que logré hoy.

Al tribunal de titulación Ing. Patricia Iza Coordinador de la Unidad de Integración Curricular a mis pares evaluadores Dr. Juan Gaibor Chávez e Ing. Franz Verdezoto los cuales de forma ética profesional contribuyeron al desarrollo y la culminación de este trabajo

***Mirian Ponce***

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
CAPÍTULO I.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.2. PROBLEMA .....	3
1.3. OBJETIVOS .....	5
1.3.1. Objetivo general.....	5
1.3.2. Objetivos específicos .....	5
1.4. HIPÓTESIS.....	6
1.4.1. Hipótesis nula (Ho).....	6
1.4.2. Hipótesis alterna (Hi).....	6
CAPÍTULO II .....	7
2. MARCO TEÓRICO .....	7
2.1. Generalidades del coco.....	7
2.2. Fruto del coco .....	7
2.1.1. Copra de coco .....	8
2.3. Taxonomía.....	8
2.4. Valor nutricional.....	8
2.5. Variedades .....	10
2.5.1. Coco enano .....	10
2.5.2. Coco gigante .....	10
2.5.3. Coco híbrido .....	11
2.6. Usos del coco.....	11
2.7. Aceite de coco .....	12
2.7.1. Características del aceite.....	12
2.7.2. Composición química .....	12

2.7.3. Propiedades físico, químicas de los aceites .....	13
2.7.4. Compuestos bioactivos .....	14
2.8. Beneficios .....	14
2.9. Usos agroindustriales .....	14
2.10. Actividad antimicrobiana .....	15
2.11. Métodos de extracción.....	15
2.11.1. Prensado en frío .....	15
2.11.6. Destilación fraccionada.....	17
2.11.7. Beneficios .....	18
2.12. Destilación por arrastre de vapor .....	18
2.13. Cromatografía de líquida (HPLC).....	19
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>20</b>
<b>3. MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>20</b>
3.1. Ubicación y caracterización de la investigación .....	20
3.1.1. Localización de la investigación.....	20
3.2. Situación geográfica y climática.....	20
3.3. Zona de vida.....	21
3.4. Materiales y equipos.....	21
3.4.1. Material experimental .....	21
3.4.2. Material de campo .....	21
3.4.3. Equipos .....	21
3.4.4. Materiales de oficina.....	22
3.4.5. Materiales de bioseguridad. ....	22
3.5. Métodos .....	22
3.5.1. Factores de estudio.....	22
3.5.2. Tratamientos para el secado del prensado en frío.....	23

3.5.3. Factor de estudio para la destilación fraccionada .....	23
3.5.4. Tratamientos para destilación fraccionada .....	24
3.5.5. Características del experimento .....	24
3.6. Tipo de diseño experimental.....	25
3.6.1. Análisis de varianza (Anova).....	25
3.6.2. Pruebas de rangos múltiples .....	25
3.7. Metodología.....	26
3.7.1. Localización de recolección de la materia prima.....	26
3.8. Caracterización de la materia prima .....	26
3.9. Proceso para la extracción del aceite de coco. ....	27
3.9.1. Extracción mediante prensado en frío .....	27
3.9.2. Extracción mediante destilación fraccionada .....	27
3.9.1. Descripción de secado del coco.....	28
3.9.1. Diagrama de flujo del secado del coco. ....	29
3.9.2. Descripción de la extracción de prensado en frío .....	29
3.9.3. Diagrama de la extracción de aceite por prensado en frío .....	30
3.9.4. Descripción de la extracción por destilación fraccionada .....	30
3.9.4. Diagrama de flujo de la extracción por destilación fraccionada.....	31
3.9.5. Diagrama de proceso para la extracción del aceite de coco. ....	32
3.10. Análisis físico-químico y microbiológico del mejor tratamiento.....	32
3.10.1. Análisis físico-químico .....	32
3.10.2. Análisis microbiológicos .....	33
3.11. Determinación de ácidos grasos por cromatografía líquida HPLC.....	33
3.12. Presentación del producto.....	33
CAPÍTULO IV.....	34
4. RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	34

4.1. Caracterización de la materia prima .....	34
4.2. Determinar el mejor tiempo de secado para la extracción del aceite .....	34
4.4. Extracción del aceite de coco por prensado en frío para el mejor tratamiento. .....	39
4.5. Análisis físico-químico (Índice de refracción, índice de yodo, índice de saponificación, ensayo de rancidez, densidad, acidez) y microbiológico de los mejores tratamientos.....	39
4.6. Determinación de los ácidos grasos mediante cromatografía líquida HPLC. .....	42
4.6.1. Resultados del aceite de coco mediante prensado en frío. ....	44
4.7. Producto terminado .....	46
4.7.1. Empaque comercial.....	46
4.8. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	47
4.8.1. Hipótesis nula ( $H_0$ ).....	47
4.8.2. Hipótesis alterna ( $H_1$ ).....	47
4.8.3. Comprobación de la Hipótesis.....	47
CAPITULO V .....	48
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	48
BIBLIOGRAFÍA .....	50
ANEXOS .....	62

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Nº TABLAS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Pág.</b>
1	Clasificación taxonómica .....	8
2	Valor nutricional por 100 g de pulpa .....	9
3	Usos del coco .....	12
4	Composición química del aceite de coco por cada 100 g .....	13
5	Localización del laboratorio general de la Universidad Estatal de Bolívar .....	20
6	Parámetros geográficos y climáticos de la ciudad de Guaranda .....	20
7	Factores de estudio para el secado de la copra del coco para prensado en frío .	22
8	Tratamientos para el secado de la copra del coco para el prensado en frío .....	23
9	Factor de estudio para destilación fraccionada .....	23
10	Combinación de tratamientos para la destilación fraccionada .....	24
11	Características del experimento .....	24
12	Anova .....	25
13	Localización de recolección de materia prima .....	26
14	Parámetros de operación para prensado en frío. ....	27
15	Parámetros de operación para la destilación fraccionada. ....	27
16	Resultados de los análisis bromatológicos del coco .....	34
17	Temperaturas y medidas de corte para secado de la copra de coco. ....	35
18	Análisis de varianza para la variable rendimiento del aceite de coco. ....	35
19	Prueba de rangos múltiples del factor A de la variable Rendimiento de aceite.	36
20	Prueba de rangos múltiples del factor A para Rendimiento. ....	36
21	Prueba de rangos múltiples del factor B de la variable Rendimiento .....	37
22	Prueba de rangos múltiples del factor B para Rendimiento .....	38
23	Resultados de la extracción del aceite de coco .....	39
24	Resultados del análisis físico-químico del mejor tratamiento. ....	40
25	Resultados de los análisis microbiológicos del mejor tratamiento .....	41
26	Compuestos del aceite de coco por prensado en frío del tratamiento T1 .....	43
27	Compuestos del aceite de coco por prensado en frío del tratamiento T7 .....	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Nº FIGURAS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Pág.</b>
1	Fruto del coco.....	7
2	Coco enano.....	10
3	Coco gigante.....	11
4	Coco híbrido.....	11
5	Prototipo de una prensa.....	16
6	Equipo de destilación fraccionada .....	18
7	Equipo de destilación por arrastre de vapor.....	19
9	Diagrama de flujo del secado del coco .....	29
10	Diagrama de flujo de la extracción de aceite por prensado en frío.....	30
11	Diagrama de flujo para la destilación fraccionada.....	31
12	Diagrama de proceso para la extracción del aceite de coco.....	32
13	Medias del factor A de la variable Rendimiento de aceite.....	36
14	Medias del factor B de la variable rendimiento .....	37
15	Interacción de los niveles del factor Ax B para rendimiento. ....	38
16	Picos del aceite de coco por prensado en frío del tratamiento T1.....	42
17	Picos del aceite de coco por prensado en frío del tratamiento T7.....	44
18	Etiqueta del aceite de coco .....	46

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Nº ANEXOS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Pág.</b>
<b>1</b>	Localización de la investigación .....	62
<b>2</b>	Resultados análisis físico quimicos.....	63
<b>3</b>	Resultados microbiológicos .....	64
<b>4</b>	Cromatogramas .....	65
<b>5</b>	Compuestos aceite de coco .....	66
<b>6</b>	Caracterización de la materia prima.....	68
<b>7</b>	Secado del coco para la extracción del aceite .....	71
<b>8</b>	Extracción del aceite de coco .....	72
<b>9</b>	Análisis físico-químico del aceite .....	73
<b>10</b>	Análisis microbiológico del aceite del mejor tratamiento.....	74
<b>11</b>	Análisis de cromatografía líquida .....	75
<b>12</b>	Etiqueta comercial.....	76



## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue obtener aceite de coco (*Cocos nucifera L.*) mediante dos métodos de extracción: prensado en frío y destilación fraccionada en la Universidad Estatal de Bolívar. Se realizó una revisión bibliográfica acerca de cada una de las características que presenta la materia prima (coco), los métodos de extracción del aceite de coco mediante el método de prensado en frío y destilación fraccionada, las características físico químicas y cromatografía para determinar los porcentajes de cada uno de los compuestos que se encuentra constituido el aceite de coco. La materia prima se recolectó en el cantón la Joya de los Sachas se encuentra ubicado en la Región Amazónica Ecuatoriana. La parte experimental se realizó en los laboratorios de investigación de la Universidad Estatal de Bolívar. Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), en arreglo factorial A\*B (3x3) con tres repeticiones donde los factores de estudio fueron temperatura de destilación con tres niveles y troceado con tres niveles. Se procedió a secar el coco de acuerdo al tamaño de corte de 2,3,4 cm<sup>2</sup> y con temperaturas para el secado de 50,60 y 70°C para posteriormente presar en frío. La variable de respuesta fue rendimiento. Se obtuvo en (T1) un rendimiento de 200 mL y (T7) 217mL. Se identificó 15 compuestos en el tratamiento T1 algunos de los más importantes son ácido oleico con 10,21, ácido láurico con un porcentaje de 36,54, ácido esteárico con 4,22, ácido mirístico con 21,74, ácido palmítico con 12,88 así mismo en el tratamiento T2 se identificaron 11 compuestos entre ellos: ácido caprílico con (5,59), ácido caprílico (5,19), ácido mirístico con (20,95) ácido oleico con (10,19) y linoleico con (3,35). Como conclusión, la materia prima estudiada se encuentra en grandes cantidades en la región costa especialmente en Manabí, Esmeraldas y en la región oriente en la zona del Sacha, Shushufindi existiendo suficiente materia prima para que pueda ser utilizada en procesos agroindustriales de calidad como es el caso de la obtención del aceite de coco reportado en esta investigación.

**Palabras clave:** Cromatografía, prensado en frío, Índice de refracción, índice de yodo, índice de saponificación.

## SUMMARY

The objective of this research was to obtain coconut oil (*Cocos nucifera L.*) through two extraction methods: cold pressing and fractional distillation at the State University of Bolivar. A bibliographic review was made about each of the characteristics of the raw material (coconut), the methods of extraction of coconut oil by cold pressing and fractional distillation, the physical-chemical characteristics and chromatography to determine the percentages of each of the compounds that are constituted by coconut oil. The raw material was collected in the canton of La Joya de los Sachas, located in the Ecuadorian Amazon Region. The experimental part was carried out in the research laboratories of the State University of Bolivar. A completely randomized design (DCA) was applied, in factorial arrangement A\*B (3x3) with three replications where the study factors were distillation temperature with three levels and chopping with three levels. The coconut was dried according to the cut size of 2,3,4 cm<sup>2</sup> and with drying temperatures of 50,60 and 70°C for subsequent cold pressing. The response variable was yield. A yield of 200 mL was obtained in (T1) and 217 mL in (T7). Fifteen compounds were identified in the T1 treatment, some of the most important being oleic acid with 10.21 lauric acid with a percentage of 36.54, stearic acid with 4.22, myristic acid with 21.74, palmitic acid with 12.88, and in the T2 treatment 11 compounds were identified, among them: caprylic acid with 5.59, capric acid (5.19), myristic acid with 20.95, oleic acid with 10.19, and linoleic acid with 3.35. In conclusion, the raw material studied is found in large quantities in the coastal region, especially in Manabí, Esmeraldas and in the eastern region in the area of Sacha, Shushufindi, where there is enough raw material to be used in quality agro-industrial processes, as in the case of obtaining coconut oil reported in this research.

**Key words:** Chromatography, cold pressing, refractive index, iodine index, saponification index.

# CAPÍTULO I

## 1.1. INTRODUCCIÓN

El uso de los aceites extraídos de las platas se ha venido utilizando desde hace mucho tiempo y en algunas culturas se lo utiliza ya sea para uso estético por las propiedades que pueden contener o para preparar otros alimentos debido a su alto calentamiento (Escobar, 2018). A nivel mundial se genera más de 61,520,382 Tm de coco anualmente quedando en un rendimiento promedio de 5.3 Tm por hectárea dando más usos a la copra con el agua y existiendo un escaso interés por los residuos generados en los procesos (Cañada, 2020). El consumo directo y la explotación a nivel industrial del coco generan residuos por el consumo de este fruto debido a que del todo el coco solo se utiliza el 15% y el restante se desecha generando contaminación, pero así mismo se aprovecha para transformarlo en un producto útil (Baque, 2018).

Hoy en día el cultivo de coco se ha extendido en las zonas intertropicales a nivel mundial, teniendo como principales productores en primer lugar a Indonesia seguida Filipinas y India, constituyendo un porcentaje del 72% de producción mundial (Orús, 2023). Dentro de los alimentos de origen vegetal del grupo de las grasas saturadas el coco es muy demandado en mercados internacionales como Europa, Estados Unidos, Asia, Oriente Medio ,África teniendo precios elevados (Montenegro, 2021). La demanda de este producto a nivel mundial y sus derivados siguen en crecimiento a más de un 10% anualmente, mientras que su producción en la actualidad está en un 2% (Tradenews, 2018).

Está constituido por el exocarpio que es la corteza exterior gruesa, el mesocarpio que es la fibra, el endocarpio que es la cascara o concha interior dura y de color marrón que tiene adherida el endospermo que es la pulpa blanca y aromática (Sinisterra, 2021). El aprovechamiento del endospermo o copra del coco se lo se utiliza para la extracción de aceites esenciales, comestibles, mismo que contiene diferentes compuestos como ácidos grasos, compuestos fenólicos, aminoácidos, minerales, vitaminas, hidratos de carbono simples (Valenzuela, 2023).

La extracción de aceite es una actividad agroindustrial transcendental donde se utilizan materias primas vegetales existiendo diferentes métodos de extracción

como prensado en frío, calor, filtración, purificación, almacenamiento y disolventes orgánicos para obtener aceite, fluidos supercrítico, arrastre de vapor (Benavides, 2023). Los aceites de coco están constituidos por compuestos como ácidos grasos saturados, especialmente ácido láurico, ácido mirístico, ácido palmítico así mismo contiene ácidos grasos insaturados, tocoferoles, polifenoles y fitoesteroles (Cárdenas, 2021). El endospermo del coco es una fuente muy necesaria para la obtención de aceite que puede ser utilizado para diversos usos en el área de la agroindustria.

## **1.2. PROBLEMA**

El coco (*Cocos nucifera L*) es un fruto que se utiliza para la elaboración y obtención de diferentes productos agroindustriales. Se genera de este proceso residuos como la cascara fibrosa y la concha, mismos que son utilizados para la elaboración de diferentes artesanías, o como fertilizante; así mismo el agua y endospermo o pulpa se lo utiliza para la obtención de diferentes derivados alimenticios como aceite.

Para Martínez (2022), el uso de la copra es muy limitado, usándose para la elaboración de dulces, como ingredientes para repostería y otros debido a que no existe muchas alternativas tecnológicas para obtener aceite.

Campos (2018), da a conocer que existen métodos alternativos como es la, extracción por prensado, calor, filtración, purificación, y disolventes orgánicos para obtener aceite, pero los parámetros no se conocen con total precisión creando incertidumbre de que estos métodos afectaran en las propiedades fisicoquímicas mismas que determinan la calidad del aceite.

A pesar de la existencia del aceite de coco en el mercado no se evidencia estudios experimentales de calidad reportados en publicaciones científicas de aceite de coco con su variedad de coco autóctonas. Además, no se evidencia científicamente parámetros de calidad evaluados en proceso de extracción por métodos de prensado en frío e hidrodestilación en el Ecuador. La escasa agro industrialización de la variedad de coco criolla para la extracción de aceite y otros derivados solo se reportan esporádicos emprendimientos para lograr agro industrializar el coco.

### **1.1.1. Formulación del problema**

De acuerdo a lo mencionado se planteó la siguiente pregunta general:

¿Como obtener aceite de coco (*cocos nucifera L.*) de calidad por dos métodos de extracción: prensado en frío y destilación fraccionada en la Universidad Estatal de Bolívar?

### **1.1.2. Sistematización del problema**

Para el abordaje de la pregunta general se planteó las siguientes preguntas específicas:

¿Cuáles son las composiciones físico químicas de la materia prima (coco) a ser procesa par a la obtención de aceite?

¿Cuál será el mejor tiempo de secado de acuerdo a las temperaturas y medidas de corte del coco?

¿Cómo determinar el mejor tratamiento de los métodos de extracción (prensado en frío y destilación fraccionada) para la obtención de aceite coco?

¿Cuáles son los valores resultantes que presentan las propiedades físico-químico (Índice de refracción, índice de yodo, índice de saponificación, ensayo de rancidez, densidad, acidez) y microbiológico de los mejores tratamientos?

¿Cuáles son los ácidos grasos que serán identificados mediante cromatografía líquida HPLC?

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Obtener aceite de coco (*Cocos nucifera L.*) mediante dos métodos de extracción: prensado en frío y destilación fraccionada en la Universidad Estatal de Bolívar

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Caracterizar la materia prima.
- Determinar el mejor tiempo de secado para la extracción del aceite
- Establecer el mejor tratamiento de los métodos de extracción (prensado en frío y destilación fraccionada).
- Realizar análisis físico-químico (Índice de refracción, índice de yodo, índice de saponificación, ensayo de rancidez, densidad, acidez) y microbiológico de los mejores tratamientos.
- Determinar los ácidos grasos mediante cromatografía líquida HPLC.
- Presentar el producto terminado.

## **1.4. HIPÓTESIS**

### **1.4.1. Hipótesis nula (H<sub>0</sub>)**

**(H<sub>0</sub>):** El aceite de coco (*Cocos nucífera L.*) extraído mediante dos métodos de extracción: prensado en frío y destilación fraccionada, no presentan características físicas, químicas y microbiológicas para su comercialización.

$$H_0: \mu_i = \mu_j$$

### **1.4.2. Hipótesis alterna (H<sub>1</sub>)**

**(H<sub>0</sub>):** El aceite de coco (*Cocos nucífera L.*) extraído mediante dos métodos de extracción: prensado en frío y destilación fraccionada, presentan características físicas, químicas y microbiológicas para su comercialización.

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j$$



## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Generalidades del coco

La planta de coco (*Cocos nucífera L*) es una planta perteneciente a la familia *Cococeae*, que se caracteriza por poseer tallos altos únicos de hasta 20 m, reciclados y de hojas pinnadas (Cuéllar, 2018). La inflorescencia del coco es interfoliar, con ramificaciones simples y con una bráctea peduncular semi-leñosa, las flores son unisexuales que forman grupos triados en la base de las ramas floríferas, de flor pistilada central y dos estaminadas laterales, los frutos de la planta contienen una única semilla, con la característica básica de tener un gran tamaño (Torres, 2020). Comúnmente el término “coco” se utiliza para referirse a un tipo de fruto redondeado y comestible que tiene la cáscara dura y que es producida por algunas especies de palmeras. “Pero esto crea confusión, porque realmente el verdadero coco es el del *Cocos nucífera* y de esta especie existen muchas variedades” (Loor, 2021).

#### 2.2. Fruto del coco

La fruta madura de la palma del coco tiene una cáscara dura cubierta por una capa exterior fibrosa y contiene una médula comestible con el coco en el centro. La cáscara está forrada por una capa carnososa blanca, y el centro hueco está lleno de un líquido fino, un coco dulce puede ser usado como una bebida, la carne seca, llamada copra, es sujeta a ser planchada o extraída, al residuo se lo llama cena copra (Tello, 2020).

#### Figura 1

*Fruto del coco*



*Fuente:* Diario libre, (2018)

### 2.1.1. Copra de coco

La copra o carne de coco, se obtiene a partir del descascarado de la fruta y la eliminación de la piel de color café que rodea a la pulpa y es la parte blanca comestible (Acosta & Suarez, 2018).

La copra de coco es la almendra seca extraída del coco maduro, su contenido de humedad se encuentra alrededor de 6% y se clasifica en dos tipos, comestible y para molido, la primera corresponde a una calidad superior y es utilizado para diversas preparaciones comestibles, así como, para el consumo directo, la segunda es utilizada para la extracción de aceite (Becerra & Clavijo, 2018).

### 2.3. Taxonomía

Es una planta cuyas características lo ubican dentro de la siguiente clasificación taxonómica.

**Tabla 1**

*Clasificación taxonómica*

Reino	Vegetal
División	Tráoaeophyta
Sub. División	Pteropsidae
Clase	Angiosperma
Sub. Clase	Monocotiledóneas
Orden	Príncipes
Familia	Palmáceas
Género	Cocos
Especie	<i>Coco nucífera L.</i>

*Fuente:* Bohorquez, (2022)

### 2.4. Valor nutricional

El coco es calórico, ya que unos 100 g de coco crudo aportan unas 342 calorías que proceden de sus grasas saturadas (34%). Es pobre en hidratos de carbono (4,8 g por 100 g) y en proteínas (4,2 g en 100 g), aunque notable en fibra (8 g). Cuenta con vitaminas y minerales como potasio, fósforo, magnesio, hierro y vitaminas E, C y del grupo B en mínimas cantidades, su agua es una bebida isotónica excelente y su aceite resulta antiviral, antimicrobiano y antimicótico (Tello, 2020).

**Tabla 2***Valor nutricional por 100 g de pulpa*

Carbohidratos	15,23 g
Grasas	33,49 g
Proteínas	3,3 g
Tiamina (vit. B1)	0,066 mg (5%)
Riboflavina (vit. B2)	0,02 mg (1%)
Niacina (vit. B3)	0,54 mg (4%)
Ácido pantoténico (vit. B5)	0,3 mg (6%)
Vitamina B6	0,054 mg (4%)
Ácido fólico (vit. B9)	26 µg (7%)
Vitamina C	3,3 mg (6%)
Calcio	14 mg (1%)
Hierro	2,43 mg (19%)
Magnesio	32 mg
Fósforo	113 mg (16%)
Potasio	356 mg (8%)
Zinc	1,1 mg (11%)

*Fuente:* García, (2019)

El coco es un fruto rico en ácidos grasos saturados, por lo que se considera que posee un valor calórico pronunciado en comparación de las demás frutas, posee una baja cantidad de hidratos de carbono y menor aún de proteína (Santana, 2022). Sin embargo, presenta un alto contenido de fibra que mejora el tránsito intestinal y contribuye a reducir el riesgo de ciertas alteraciones y enfermedades; tiene vitamina E, de acción antioxidante y ciertas vitaminas hidrosolubles del grupo B, necesarias para el buen funcionamiento de nuestro organismo (Romero *et al.*, 2020).

## 2.5. Variedades

### 2.5.1. Coco enano

Las variedades más cultivadas son Amarillo de Malasia (AAM), Verde de Brasil (AVEB) de Río Grande del Norte, Naranja Enana de la India. Debido al buen sabor del agua y el pequeño tamaño de estos cocos, se emplean fundamentalmente para la producción de bebidas envasadas, la copra es de mala calidad (Perlaza, 2020).

El agua de su interior tiene muy buen sabor y por eso, y por lo pequeños que son, se usan, principalmente, para la producción de bebidas envasados. A diferencia de los cocos gigantes que tienen un alto contenido en copra y de buena calidad, la copra de los cocos enanos es de mala calidad (Loor, 2021).

#### **Figura 2**

*Coco enano*



*Fuente:* Morales, (2022)

### 2.5.2. Coco gigante

Se emplean para la producción de aceite y los frutos para consumo fresco. Su contenido de agua es elevado y su sabor poco dulce. Entre sus ventajas destacan el tamaño del fruto y el contenido elevado de copra (Enriquez, 2022). Las variedades gigantes más cultivadas son: Gigante de Malasia (GML), Gigante de Renell (GRL) de Tahití, Gigante del Oeste Africano (GOA) de Costa de Marfil, Alto de Jamaica, Alto de Panamá, indio de Ceilán, Java Alta, Laguna, Alto de Sudán (Perlaza, 2020).

### **Figura 3**

*Coco gigante*



*Fuente:* Agro tendencia, (2018).

#### **2.5.3. Coco híbrido**

Este tipo de coco se obtuvo del cruce de las dos variedades anteriores, su sabor es exquisito y la copra de buena calidad y abundante, el que más se cultiva es el MAPAN VIC 14, que es una mezcla entre el Alto de Panamá y el Enano de Malasia (Loor, 2021).

### **Figura 4**

*Coco híbrido*



*Fuente:* Aprococo, (2020).

#### **2.6. Usos del coco**

Principales usos de las variedades del coco.

**Tabla 3***Usos del coco*

Variedades	Usos
Enano	Producción de bebidas envasadas debido a que su agua presenta excelente sabor.
Gigante	Producción de aceite y consumo directo.
Híbrido	Producción de copra y agua.

*Fuente:* Acosta & Suarez, (2018)

## **2.7. Aceite de coco**

El aceite de coco procede de la nuez de la palmera *Cocus nucífera*, nuez conocida mundialmente, el aceite de coco se puede extraer de la pulpa fresca, pero normalmente se extrae de la “copra”, palabra que deriva de copra, la palabra india para coco, y que consiste en la pulpa de coco secada al sol o en secaderos artesanales calentados con fuegos de leña, el coco fresco tiene un contenido de alrededor del 23% que se eleva al 65% en la copra (Becerra & Clavijo, 2018).

### **2.7.1. Características del aceite**

El aceite de coco virgen contiene grasa saturada saludable que controla el peso, ayuda con la digestión y apoya la inmunidad debido a que contiene ácido láurico, ácido cáprico y ácido caprílico, tiene mayor resistencia a la temperatura que otras grasas con las que se acostumbra a cocinar, es el único aceite de cocina que no pierde sus propiedades ni se oxida a altas temperaturas (Noli & Chamorro, 2019).

### **2.7.2. Composición química**

El aceite está compuesto principalmente por una mezcla de ácidos grasos de cadena media, donde los saturados se encuentran en mayor proporción (92%). De estos, los mayoritarios son los ácidos láurico y mirístico, se han descrito varias actividades farmacológicas tanto para el aceite de coco, como para sus componentes individuales, tal es el caso de la actividad hipotensora del ácido láurico y el efecto neuro protector y anticonvulsivo del ácido caprílico (Gómez *et al.*, 2018).

**Tabla 4***Composición química del aceite de coco por cada 100 g*

Composición	Valor	Concepto	Valor
Calorías	862 kcal	Monoinsaturado	5,8 g
Agua	0 g	Ácido oleico	5,8 g
Proteínas	0 g		
Hidratos de carbono	0 g	Poliinsaturados	1,8 g
Grasas	100 g	Ácido linoleico	1,8 g
Grasas saturadas	86,5 g		
Ácido láurico	44,6 g	Otros valores	
Ácido mirístico	16,8 g	Hierro	0,04 mg
Ácido palmítico	8,2 g	Vitamina E	0,09 mg
Ácido cáprilico	7,5 g	Vitamina K	0,5 microgramos
Ácido cáprico	6 g		
Ácido estérico	2,8 g		
Ácido cáproico	0,6 g		

*Fuente:* Alcivar, (2020).**2.7.3. Propiedades físico, químicas de los aceites**

Los aceites esenciales son por lo general insolubles en agua y solubles en disolventes orgánicos, aunque pueden disolverse en el agua la cantidad suficiente de aceite para comunicar el olor intenso (Gutiérrez & Tunqui, 2019).

En los aceites esenciales se determinan los siguientes análisis:

- ▲ Constituyentes carbonilados.
- ▲ Contenido de fenoles.
- ▲ Poder rotatorio específico y la desviación polarimétrica.
- ▲ Residuo por evaporación.
- ▲ Índice de acidez.
- ▲ Índice de refracción.
- ▲ Densidad relativa de 20°C.
- ▲ Índice de éster.

#### **2.7.4. Compuestos bioactivos**

En particular, el aceite de coco virgen (VCO), promovido recientemente como aceite saludable, es reconocido como alimento funcional o nutracéutico. Sus propiedades funcionales o nutracéuticas son atribuidas a compuestos bioactivos como los ácidos grasos de cadena media, principalmente el ácido láurico, mirístico y palmítico; los compuestos fenólicos y vitamina E (Burgeño, 2022). Estos compuestos bioactivos son reconocidos por sus propiedades antiinflamatorias, antioxidantes y antimicrobianas. Asociado a ello, el VCO puede tener utilidad en la industria de belleza para elaborar tratamientos de cabello y piel, puede ser utilizado además como ingrediente alimenticio (Robles *et al.*, 2021).

#### **2.8. Beneficios**

El consumo de aceite de coco ayuda para la prevención, e incluso curar, la enfermedad de Alzheimer, la base de estas alegaciones se centra en el desbalance para oxidar la glucosa y producir así energía en el cerebro durante ciertas enfermedades neurodegenerativas (Zabala, 2020). Aunque es bien conocida la habilidad de metabolismo cerebral para utilizar otras fuentes de energía como son los cuerpos cetónicos, cuando se metabolizan los MCT, presentes en el aceite de coco, se generan cuerpos cetónicos que pueden proporcionar una fuente de energía y mejorar el metabolismo energético del cerebro (Mero, 2019).

#### **2.9. Usos agroindustriales**

El aceite de coco tiene distintos usos, siendo el principal el consumo humano como producto de cocina, sin embargo, este también ha demostrado tener potencial para ser utilizado para la elaboración de biocombustible y la obtención de glicerol el cual es un alcohol con una gran cantidad de usos para las industrias cosméticas y textiles (Lagunes, 2020). El aceite de coco es utilizado en la industria química en elevadas cantidades cuyas aplicaciones varían desde las mecánicas, farmacéuticas y las cosméticas (Muñoz, 2021).

Bastidas & Campos (2018), menciona la aplicación de los aceites esenciales en distintos ámbitos:



- ▲ **Cosmética:** Elaboración de perfumes, pastas dentífricas, cremas ungüentos-relajante
- ▲ **Alimenticia:** Saborizantes, aromatizantes.
- ▲ **Química fina:** Precursores químicos. Plásticos para enmascarar el mal olor (aromatizantes) que tienen algunos cauchos y plásticos.
- ▲ **Aseo y limpieza:** Para otorgar fragancia a los productos de limpieza, aromatizantes ambientales.

## **2.10. Actividad antimicrobiana**

Es la capacidad que presenta un compuesto para inhibir o eliminar el aumento de la población bacteriana, virus, hongos y parásitos, este proceso se verifica mediante un antibiograma, donde el resultado está dado por el tamaño del halo de inhibición formada por la interacción del extracto con los microorganismos estudiados (Guerra & Román, 2018).

Los antimicrobianos son medicamentos que actúan a bajas concentraciones contra los microorganismos, matándolos o deteniendo su crecimiento, y estos pueden ser antibacteriano, antivirales, antimicóticos, anti micobacterianos, antiparasitarios y antirretrovirales (Morales, 2020).

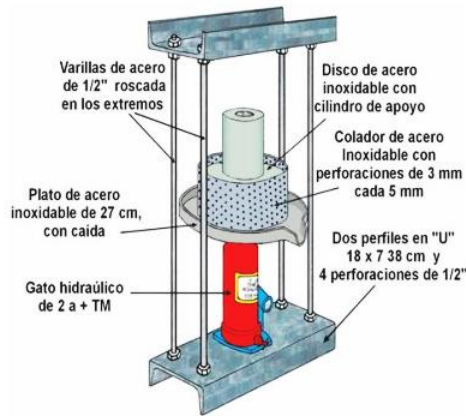
## **2.11. Métodos de extracción**

### **2.11.1. Prensado en frío**

En este proceso se logra menos aceite, la copra molida es exprimida a temperatura ambiente para que contenga más vitaminas y fitoesteroles. El aceite obtenido por prensado en frío no necesita ser refinado a diferencia del obtenido por prensado en caliente, gracias a ello sufre una menor pérdida de vitaminas y fitoesteroles (Tantalean, 2023). El prensado en frío se realiza a muestras vegetales y son sometidos a altas presiones ejercidas mecánicamente para separar aceite y ser recolectado y filtrado (Nolia & Chamorro, 2019).

## Figura 5

### Prototipo de una prensa



*Nota:* Figura de un prototipo de una prensa en frío

#### 2.11.2. Fundamento del prensado en frío

La existencia de aceites cuyas características organolépticas son más delicadas, requieren de un mayor cuidado durante el proceso de extracción. Este método mecánico puede llegar a calentar el aceite debido al prensado de las semillas por lo que se debe tener un cuidado especial para que la temperatura no sobrepase los 45°C y no pierdan sus cualidades (Barrera, 2018).

#### 2.11.3. Características

La técnica de prensado en frío se caracteriza porque conserva en excelentes condiciones el contenido de las propiedades nutricionales y de antioxidantes como la quercetina y la miricetina, a diferencia de la extracción con disolventes y la extracción con fluidos supercríticos cuyos residuos de solventes y altas condiciones de temperatura, respectivamente son factores que pueden alterar la composición del extracto (Villamil, 2021).

#### 2.11.4. Beneficios

Los aceites, que resultaron del prensado en frío, aportan con más sustancias en beneficio del organismo, al triturarse las semillas, éstas liberan todos sus nutrientes y aceites naturales propios, logrando así sabor y calidad en el producto final, debido a que no se lleva a cabo el proceso de refinamiento, donde se somete a las semillas y al aceite a temperaturas elevadas y a químicos ajenos a las mismas, no hay

presencia de humo por lo que el aceite no se descompone, su color no cambia y mantiene su sabor original (Barrera, 2018).

#### **2.11.5. Ventajas y desventajas del prensado en frío**

Según Guayta (2021), menciona las siguientes ventajas y desventajas del uso del prensado en frío de los aceites.

- ▲ El proceso de prensado consiste en una compresión de las semillas en frío, se caracteriza por ser sencillo, rápido y ecológico, ya que la torta o producto secundario puede utilizarse como materia prima para otro proceso, brinda buena conservación de los agentes oxidantes del aceite, sin embargo, puede presentarse bajo rendimiento en la obtención del aceite.
- ▲ Se caracteriza por ser un proceso de adecuada producción y simplicidad económica, su condición principal es la de presiones altas durante el proceso, además de no requerir de personal especialista, produce aceites de buena calidad y buen rendimiento en la extracción.

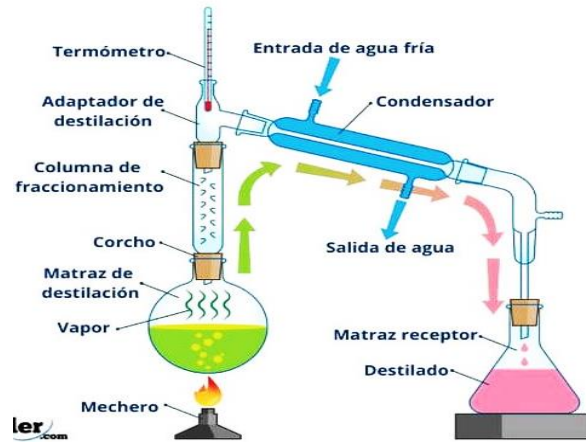
#### **2.11.6. Destilación fraccionada**

Es una técnica para la obtención de diferentes sustancias, se basa en una alimentación constante del material a ser separado, con la ayuda de una columna o torre de destilación, este tipo de destilación se emplea para separar compuestos que poseen puntos de ebullición semejantes o parecidos, la obtención de los compuestos es por diferencia de densidades pues el líquido desciende mientras que el vapor asciende por la columna entrando en contacto con el líquido presente en cada sección de la columna (Gutiérrez & Tunqui, 2019).

En esta destilación se emplea para separar dos o más compuestos volátiles, el principio de la misma es basado en la ejecución de ciclos teóricos de condensación evaporación, y en el cual la columna de fraccionamiento se produce un equilibrio entre el líquido del condensado que desciende en el interior y los vapores ascendentes, por lo que produce el efecto de múltiples ciclos de evaporación condensación, para la longitud y tipo de columna de fraccionamiento depende del punto de ebullición de los componentes que se necesitan separar, esto a su vez consigue separaciones adecuadas los cuales difieren en los puntos de ebullición entre unos 15 o 20°C (Perez, 2018).

**Figura 6**

*Equipo de destilación fraccionada*



*Fuente:* Equipo editorial, (2020).

### **2.11.7. Beneficios**

Permite obtener un mayor rendimiento al lograr condensar el vapor y reciclar parte de este condensado como líquido (Ortiz, 2020).

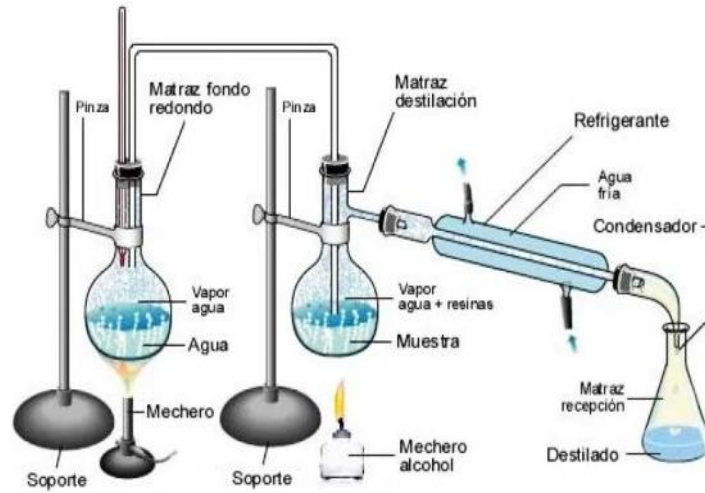
### **2.12. Destilación por arrastre de vapor**

Es un proceso de extracción de aceites esenciales usando vapor de agua saturada a presión atmosférica, este procedimiento no tiene un nombre específico, se llama arrastre de vapor por lo que en su interior ocurre reacciones al usar vapor saturado o sobrecalentado, se aplican para obtener aceites que poseen componentes volátiles y el rendimiento de esta técnica son muy bajas (Torres, 2018).

Es un método de destilación en el cual se coloca la planta recomendablemente seca (por lo general depende del tipo de planta), pues fresca contiene mucilagos que enturbian el aceite y disminuyen su calidad, o parte que contenga el principio aromático en la caldera de un alambique de hierro, acero inoxidable, cobre o vidrio, y se cubre con agua, al calentar la caldera se evapora el agua y el aceite volátil, que se condensa en el refrigerante, reuniéndose con el agua en el colector, de la cual se separa al cabo de cierto tiempo por diferencia de densidades, y finalmente se aísla con un embudo provisto de un grifo en la parte más estrecha (Bardales, 2018).

## Figura 7

### *Equipo de destilación por arrastre de vapor*



*Fuente.* Figura tomada de Aguilar (2019).

### **2.13. Cromatografía de líquida (HPLC)**

La cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC) es una de las técnicas de cromatografía más utilizadas debido a su capacidad de separar analitos de distinta naturaleza presentes en una mezcla. Su aplicación industrial abarca la farmacéutica, la bioquímica, los alimentos, los productos de la industria química, la medicina clínica y la química forense (Suarez & Morales, 2018).

La cromatografía HPLC es una técnica analítica que permite separar mezclas complejas de sustancias de procedencia diversa, con el propósito de identificarlas, cuantificarlas y purificarlas, por este motivo, esta técnica es considerada una de las técnicas de purificación más versátiles y confiables teniendo una amplia aplicación en diversos campos (Ortiz, 2018).

La cromatografía se utiliza comúnmente con fines investigativos en la que se identifica compuestos químicos que posee un extracto de una muestra, en la CG se involucra una fase móvil y una estacionaria, la fase móvil o llamada gas acarreador es un gas inerte como helio, argón o nitrógeno, mientras que la fase estacionaria consiste de columnas en que la parte sólida actúa como fase estacionaria, la separación de los compuestos de una muestra basa en la diferencia de fuerza entre la fase estacionaria (Saynes & Ramirez, 2018).

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Ubicación y caracterización de la investigación

La presente investigación se desarrolló en el Laboratorio de Investigación y Vinculación de la Universidad Estatal de Bolívar, ubicado en Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente.

##### 3.1.1. Localización de la investigación

La tabla que se presenta a continuación muestra la ubicación donde fue desarrollada la investigación

**Tabla 5**

*Localización del laboratorio general de la Universidad Estatal de Bolívar*

Ubicación	Localidad
Provincia	Bolívar
Cantón	Guaranda
Parroquia	Gabriel Ignacio de Veintimilla
Sector	Laguacoto I
Dirección	Vía Guaranda-San Simón km 1 ½

*Fuente:* Estación meteorológica de Laguacoto II Guaranda-Ecuador, (2022).

#### 3.2. Situación geográfica y climática

**Tabla 6**

*Parámetros geográficos y climáticos de la ciudad de Guaranda*

Parámetro	Valor
Altitud	2560 msnm
Latitud	01°24'19'' sur
Longitud	79°01'09'' oeste
Temperatura mínima	8 °C
Temperatura media anual	12 °C
Temperatura máxima	15 °C
Humedad relativa	75%

*Fuente:* Estación Meteorológica de la Universidad Estatal de Bolívar, sector Laguacoto II, (2021)

### **3.3. Zona de vida**

La zona de vida donde se desarrolló la investigación corresponde al Bosque Húmedo Montano Bajo (BHMB) según el esquema para la clasificación de las diferentes áreas terrestres según el comportamiento global bioclimático propuesto por el botánico climatólogo Leslie Holdridge.

### **3.4. Materiales y equipos**

#### **3.4.1. Material experimental**

- ▲ Coco enano (amarillo de malasia)
- ▲ Coco grande (alto de panamá)
- ▲ Coco híbrido

#### **3.4.2. Material de campo**

- ▲ Coladores
- ▲ Bandejas
- ▲ Frascos ámbar
- ▲ Papel aluminio
- ▲ Cajas Petri
- ▲ Vasos de precipitación
- ▲ Probetas
- ▲ Mechero
- ▲ Serrucho para coco
- ▲ Machete
- ▲ Cabos
- ▲ Repelente
- ▲ Carretilla

#### **3.4.3. Equipos**

- ▲ Prensa en frío
- ▲ Destilador para fraccionamiento.
- ▲ Balanza
- ▲ Estufa
- ▲ Refrigeradora
- ▲ Auto clave
- ▲ Cámara de flujo laminar o de bioseguridad

- ▲ Equipo arrastre de vapor

#### 3.4.4. Materiales de oficina

- ▲ Laptop
- ▲ Impresora
- ▲ Papel bond
- ▲ Esferográfico
- ▲ Lápices
- ▲ Libreta de apuntes
- ▲ Cámara fotográfica
- ▲ Flash

#### 3.4.5. Materiales de bioseguridad.

- ▲ Mascarilla
- ▲ Mandil
- ▲ Gel antibacterial
- ▲ Cofia
- ▲ Alcohol antibacterial
- ▲ Guantes de nitrilo.

### 3.5. Métodos

#### 3.5.1. Factores de estudio

Conforme a las características de la investigación propuesta se proyectó a desarrollar dos factores independientes: uno para la destilación fraccionada y otro factor para temperatura de secado para prensado en frío.

**Tabla 7**

*Factores de estudio para el secado de la copra del coco para prensado en frío*

Factores	Códigos	Niveles
Temperatura de secado	A	a <sub>1</sub> : 50 °C
		a <sub>2</sub> : 60 °C
		a <sub>3</sub> : 70 °C
Tamaño del troceado	B	b <sub>1</sub> : 2 cm <sup>2</sup>
		b <sub>2</sub> : 3 cm <sup>2</sup>
		b <sub>3</sub> : 4 cm <sup>2</sup>



### 3.5.2. Tratamientos para el secado del prensado en frío

**Tabla 8**

*Tratamientos para el secado de la copra del coco para el prensado en frío*

Tratamientos	Código	Temperatura de secado	Medidas de corte del Coco
T1	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	50 °C	2 cm <sup>2</sup>
T2	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	50 °C	3 cm <sup>2</sup>
T3	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	50 °C	4 cm <sup>2</sup>
T4	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	60 °C	2 cm <sup>2</sup>
T5	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	60 °C	3 cm <sup>2</sup>
T6	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	60 °C	4 cm <sup>2</sup>
T7	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	70 °C	2 cm <sup>2</sup>
T8	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	70 °C	3 cm <sup>2</sup>
T9	a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	70 °C	4 cm <sup>2</sup>

### 3.5.3. Factor de estudio para la destilación fraccionada

**Tabla 9**

*Factor de estudio para destilación fraccionada*

Factores	Códigos	Niveles
Temperatura de destilación	A	a <sub>1</sub> : 60 °C
		a <sub>2</sub> : 80 °C
		a <sub>3</sub> : 100 °C
Troceado	B	b <sub>1</sub> : 2 cm <sup>2</sup>
		b <sub>2</sub> : 3 cm <sup>2</sup>
		b <sub>3</sub> : 4 cm <sup>2</sup>

### 3.5.4. Tratamientos para destilación fraccionada

**Tabla 10**

*Combinación de tratamientos para la destilación fraccionada*

Tratamientos	Código	Niveles	
		A	B
T1	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	60 °C	2 cm <sup>2</sup>
T2	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	60 °C	3 cm <sup>2</sup>
T3	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	60 °C	4 cm <sup>2</sup>
T4	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	80 °C	2 cm <sup>2</sup>
T5	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	80 °C	3 cm <sup>2</sup>
T6	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	80 °C	4 cm <sup>2</sup>
T7	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	100 °C	2 cm <sup>2</sup>
T8	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	100 °C	3 cm <sup>2</sup>
T9	a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	100 °C	4 cm <sup>2</sup>

### 3.5.5. Características del experimento

**Tabla 11**

*Características del experimento*

Características	Cantidad
Unidad experimental	500 g
Números de factores experimentales	2
Niveles factor A	3
Niveles factor B	3
Tratamientos	9
Número de repeticiones	3
Números de unidades experimentales	27
Variable de respuesta	1

### 3.6. Tipo de diseño experimental

Se aplicó un Diseño completamente al Azar (DCA), en arreglo factorial A\*B (3x3) con tres repeticiones. Para establecer las diferencias entre los tratamientos se aplicó un análisis de varianza (ANOVA), ajustándose al siguiente modelo matemático.

#### Modelo del diseño

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + E_{ijk}.$$

**Donde:**

**Y<sub>ijk</sub>:** Variable sujeta a medición

**$\mu$ :** Representa la media global

**A<sub>i</sub>:** Es el efecto del factor A

**B<sub>j</sub>:** Efecto del factor B

**(AB)<sub>ij</sub>:** Efecto de la interacción A x B

**E<sub>ijk</sub>:** Efecto Del Error Experimental Aleatorio.

#### 3.6.1. Análisis de varianza (Anova)

Se realizan comparaciones entre tratamientos para determinar si existen diferencias estadísticas. Para ello se aplicó un análisis de varianza (ANOVA).

**Tabla 12**

*Anova*

Fuente de Viabilidad	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F <sub>exp</sub>	Valor de P
Factor A	SC <sub>A</sub>	a-1	CM <sub>A</sub>	CM <sub>A</sub> /CM <sub>E</sub>	P(F>F <sub>0</sub> <sup>A</sup> )
Factor B	SC <sub>B</sub>	b-1	CM <sub>B</sub>	CM <sub>B</sub> /CM <sub>E</sub>	P(F>F <sub>0</sub> <sup>B</sup> )
Factor AB	SC <sub>AB</sub>	(a-1)(b-1)	CM <sub>AB</sub>	CM <sub>AB</sub> /CM <sub>E</sub>	P(F>F <sub>0</sub> <sup>AB</sup> )
Error	SC <sub>E</sub>	ab(n-1)	CM <sub>E</sub>		
Total	SC <sub>T</sub>	abn-1			

#### 3.6.2. Pruebas de rangos múltiples

Para determinar el mejor tratamiento se aplicó prueba de diferencia mínima significativa LSD.

## Modelo de LSD

$$LSD = t_{\left(\frac{\alpha}{2}, N-k\right)} x \sqrt{2CM_E / n}$$

### Dónde:

**LSD:** Valor de la diferencia mínima significativa

**$t_{\alpha/2}$ :** Valor de la tasa T - Student a una cierta significancia.

**N – k:** Grados de libertad que corresponden al error.

**$CM_E$ :** Cuadro medio del error.

**n:**s el número de observaciones para los tratamientos i y j.

## 3.7. Metodología

### 3.7.1. Localización de recolección de la materia prima

El cantón La Joya de los Sachas se encuentra ubicado en la Región Amazónica ecuatoriana, al noroeste de la Provincia de Orellana. Por el Norte y por el Este limita con la Provincia de Sucumbíos, mientras que por el Sur y por el Oeste limita con el Cantón Puerto Francisco de Orellana.

**Tabla 13**

*Localización de recolección de materia prima*

Provincia	Orellana
Cantón	La Joya de los Sachas
Parroquia	Tres de noviembre
Sector	Tres de Noviembre
Dirección	25 de diciembre

## 3.8. Caracterización de la materia prima

### ▲ Humedad

Para la determinación de la humedad, se realizó mediante el método establecido por la Asociación Científica Dedicada a la Excelencia Analítica (AOAC 925.10).

### ▲ Ceniza

Se realizo mediante el método establecido por la norma de la Asociación Científica Dedicada a la Excelencia Analítica AOAC 923.03.

### ▲ Grasa

Se determino mediante la norma de la Asociación Científica Dedicada a la Excelencia Analítica (AOAC 2003.06).

#### ▲ **Fibra**

Se realizo mediante el método establecido por los análisis proximales WEENDE.

### **3.9. Proceso para la extracción del aceite de coco.**

#### **3.9.1. Extracción mediante prensado en frio**

Para el prensado en frio se utilizó el extractor por presado de la marca Karaerler en lo cual el coco seco de acuerdo a las temperaturas de secado y tamaños de troceado que fueron de 2 cm<sup>2</sup> ,3cm<sup>2</sup>,4cm<sup>2</sup> ingresaron a través de la tolva hacia el tornillo sin fin mismo que permitió ejercer suficiente presión extruyendo el coco y permitiendo separar el aceite de la copra.

**Tabla 14**

*Parámetros de operación para prensado en frio.*

Método de extracción	Temperatura	Presión (bar)
Prensado en frio	25-50 °C	160-185

#### **3.9.2. Extracción mediante destilación fraccionada**

Para la extracción del aceite de coco se utilizó el equipo de destilación fraccionada que se compone de los siguientes: manta de calentamiento, valón de 1000mL, columna de fraccionamiento, T de destilación, adaptador con termómetro, soportes universales, matraz Erlenmeyer, condensador recto, embudo de decantación, cola de destilación, probeta de 10 mL, vasos de precipitación.

**Tabla 15**

*Parámetros de operación para la destilación fraccionada.*

Método de extracción	Temperatura	Tiempo	Flujo masico (mL/s)
Destilación fraccionada	60°C,80°C,100°C	120-140 min	8,03-16,81

### **3.9.1. Descripción de secado del coco**

#### **▲ Recepción**

Se recepo el coco en las instalaciones del complejo Agroindustrial de la Universidad Estatal de Bolívar, precedente de la Joya de los Sachas de la provincia de Orellana.

#### **▲ Descascarado**

Se elimino la parte fibrosa que recubre al coco para su mejor manipulación.

#### **▲ Cortado**

Los cocos fueron cortados a la mitad para separar la parte liquida de la parte comestible del coco.

#### **▲ Separación de la copra**

Una vez cortados los cocos, se procedió a separar el parte comestible denominado copra para su posterior proceso.

#### **▲ Troceado**

Se troceo la copra en tamaño de 2, 3 y 4 cm<sup>2</sup> de acuerdo al factor de estudio establecido.

#### **▲ Lavado**

Se realiza con el fin de retirar impurezas y mejorar el aspecto que sufrió al momento de realizar el troceado.

#### **▲ Secado o deshidratado.**

La copra troceada se llevó a un deshidratador a temperaturas de 50, 60 y 70 °C de acuerdo al método de estudio.

#### **▲ Pesado**

Se pesa con el fin de identificar el peso inicial y peso final del coco ya seco.

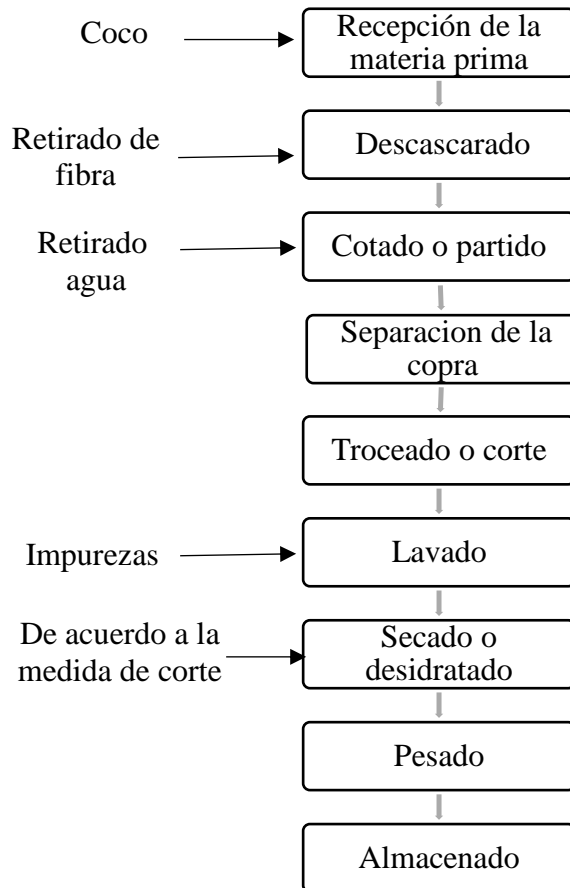
#### **▲ Almacenado**

Finalmente se almaceno el producto en un lugar fresco y seco.

### 3.9.1. Diagrama de flujo del secado del coco.

**Figura 8**

*Diagrama de flujo del secado del coco*



### 3.9.2. Descripción de la extracción de prensado en frío

#### ▲ **Recepción**

Se receipto el coco ya deshidratado.

#### ▲ **Pesado**

Se pesa con el fin de identificar el peso inicial y peso final del coco ya seco.

#### ▲ **Clasificado**

Se lo clasifica de acuerdo a las medidas de corte y temperaturas de secado.

#### ▲ **Prensado**

En el proceso de prensado, a través de la fuerza mecánica empleada a la copra se procederá a extraer el aceite, del cual por un lado obtendremos la torta resultante de la prensa y por otro lado aceite con impurezas.

#### ▲ **Filtrado**

El aceite extraído se procederá a filtrar para separar las impurezas resultantes del prensado.

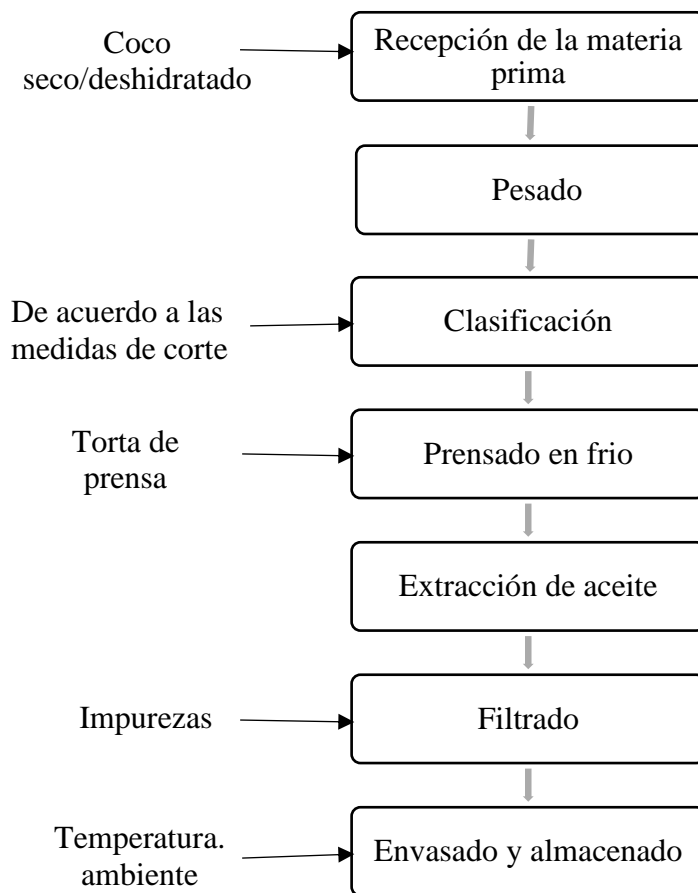
#### ▲ **Envasado y almacenado**

Se procederá a envasar el aceite en frascos de color ámbar de 10 mL y se los almacena a temperatura ambiente.

### **3.9.3. Diagrama de la extracción de aceite por prensado en frío**

**Figura 9**

*Diagrama de flujo de la extracción de aceite por prensado en frío*



### **3.9.4. Descripción de la extracción por destilación fraccionada**

#### ▲ **Recepción**

Se receipta el coco ya deshidratado.

#### ▲ **Pesado**

Se pesa con el fin de identificar el peso inicial antes de ser procesado

#### ▲ **Triturado**



Se lo tritura para un mejor manejo y poder depositar el coco en el balón. En el balón de fondo plano se colocará 500 g de copra de coco y se añadió 500 mL de agua destilada, dejando reposar a la materia prima por 16 horas a temperatura ambiente.

▲ **Calentado**

Se encendió la manta de calentamiento y se mantuvo a temperaturas de 60, 80, 100 °C de acuerdo a los factores estudio.

▲ **Decantado**

El aceite se separó mediante el embudo de decantación y se recolecto en frascos de vidrio de color ámbar.

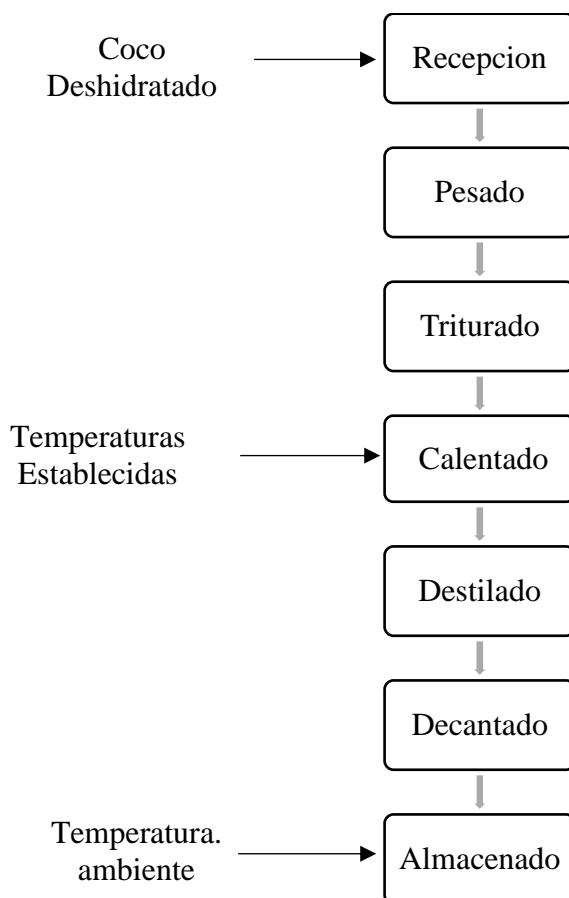
▲ **Almacenado**

Se procedió a envasar el aceite en frascos de color ámbar de 10 mL y se los almaceno a temperatura ambiente.

### 3.9.4. Diagrama de flujo de la extracción por destilación fraccionada

**Figura 10**

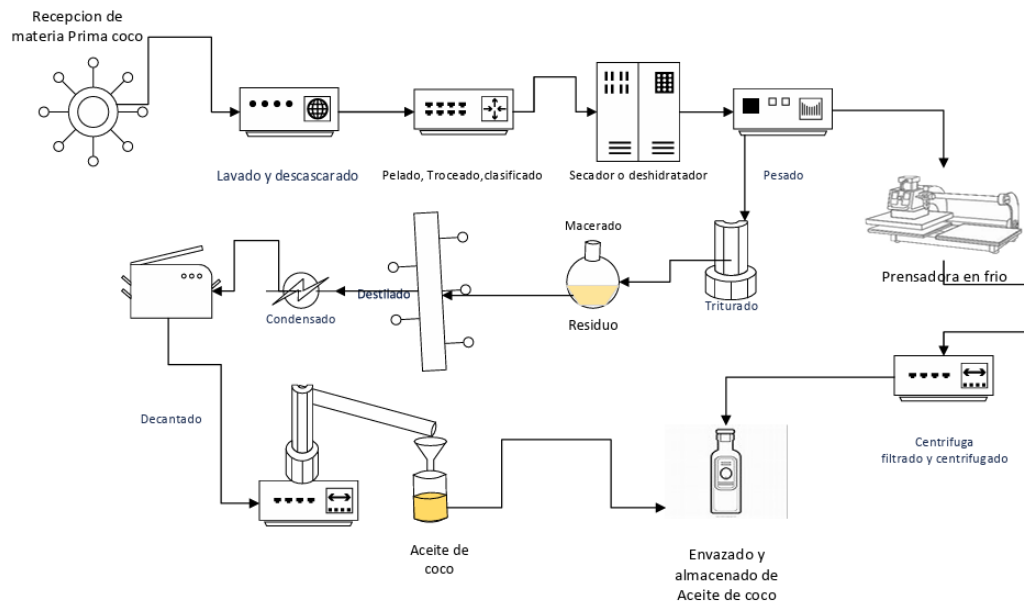
*Diagrama de flujo para la destilación fraccionada.*



### 3.9.5. Diagrama de proceso para la extracción del aceite de coco.

**Figura 11**

*Diagrama de proceso para la extracción del aceite de coco*



### 3.10. Análisis físico-químico y microbiológico del mejor tratamiento

#### 3.10.1. Análisis físico-químico

##### ▲ Índice de refracción

Se realizó mediante el método establecido por la norma NTE INEN 42 Grasas y aceites comestibles, Determinación del índice de Refracción.

##### ▲ Acidez

Se realizó mediante el método establecido por la norma NTE INEN 38, Grasas y aceites comestibles, Determinación de acidez.

##### ▲ Índice de yodo

Se realizó mediante el método establecido por la norma NTE INEN 37, Grasas y aceites comestibles, Determinación del índice del yodo

##### ▲ Índice de saponificación

Se realizó mediante el método establecido por la norma NTE INEN 40, Grasas y aceites comestibles, Determinación del índice de saponificación.

##### ▲ Ensayo de rancidez

Se realizó mediante el método establecido por la norma NTE INEN 45, Grasas y aceites comestibles, Determinación ensayo de rancidez.

#### ▲ **Densidad**

Se realizó mediante el método establecido por la norma INEN 35, Grasas y aceites comestibles, Determinación de la densidad.

#### **3.10.2. Análisis microbiológicos**

##### ▲ **Coliformes totales**

Para la determinación de coliformes totales, se realizó de acuerdo a la norma NTE INEN 1529-6.

##### ▲ *Escherichia coli*

Para la determinación de *Escherichia coli*, se realizó de acuerdo a la norma NTE INEN 1529-8.

#### **3.11. Determinación de ácidos grasos por cromatografía líquida HPLC**

Se determinó los compuestos de los ácidos grasos presentes en el aceite de coco mediante el análisis de cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (GC-MS). Esta técnica permite la determinación e identificación de los compuestos como son los ácidos grasos permitiendo identificar concentraciones en ppm partículas por millón y ppb (partículas por billón), basándose en la difusión de los componentes de una mezcla entre una fase móvil que es el gas portador y una fase estacionaria que es la columna cromatográfica (Santillan, 2018).

Se procedió a ingresar en el cromatógrafo de marca AGILENT TECHNOLOGIES 7890 A con detector AGILENT TECHNOLOGIES 5977A MSD cuya columna de marca DB-WAXetr (60m x 0.250mm x 0.25µm) con una temperatura del inyector de 210°C; volumen de inyección de 1µl en modo splitless; con el programa técnico para una temperatura de del horno de 80°C con isoterma de 1 minuto, se incrementó de 80°C a 125°C a razón de 10°C a 145°C, a razón de 8°C/min con isoterma de 26 minutos y finalmente se incrementó de 145°C a 220 °C a razón de 2°C/min durante un minuto. Temperatura de detector: 240°C tiempo total de corrida: 75.5 minutos.

#### **3.12. Presentación del producto**

El producto obtenido, se presentó en frascos de color ámbar de 10 mL, el cual será etiquetado, según la norma NTE INEN 1334-1 (rotulado de productos alimenticios para consumo humano).

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADO Y DISCUSIÓN

Se presentan los resultados adquiridos de acuerdo a los objetivos planteados.

#### 4.1. Caracterización de la materia prima

La tabla muestra la caracterización bromatológica de la materia realizada a la copra de coco.

**Tabla 16**

*Resultados de los análisis bromatológicos del coco*

Parámetro	Unidad	Resultado	Método
Fibra	%	27,10	WEENDE
Humedad	%	56,87	AOAC 925.10
Ceniza	%	1,32	AOAC 923.03
Grasa	%	87,15	AOAC 2003.06

La tabla 14 muestra la caracterización bromatológica de la materia de la copra del coco donde se identificó un alto porcentaje de grasa con 87,15 % y en fibra adquirió un resultado del 27,10 %. Por otro lado, la copra de coco posee bajos porcentajes de ceniza.

La investigación realizada por Villota (2022), menciona los siguientes resultados realizado al coco, humedad 12%, ceniza 0,91%, fibra 18,37, grasa 20,12 %, estos resultados difieren significativamente con la investigación, esto se le atribuye al secado de la copra del coco.

#### 4.2. Determinar el mejor tiempo de secado para la extracción del aceite

Se detalla los valores de temperatura, pesos iniciales y finales de la copra de coco troceado a diferentes medidas.

**Tabla 17***Temperaturas y medidas de corte para secado de la copra de coco.*

Temperatura de secado	Medidas	Tiempo de secado	Peso inicial	Peso final
50 °C	2 cm <sup>2</sup>	182 min	801,6 g	430,74 g
50 °C	3 cm <sup>2</sup>	220 min	801,67 g	426,86 g
50 °C	4 cm <sup>2</sup>	268 min	795,35 g	433,42 g
60 °C	2 cm <sup>2</sup>	120 min	796,88 g	466,26 g
60 °C	3 cm <sup>2</sup>	128 min	805,30 g	498,89 g
60 °C	4 cm <sup>2</sup>	150 min	802,84 g	506,7 g
70 °C	2 cm <sup>2</sup>	69 min	800,65 g	412,02 g
70 °C	3 cm <sup>2</sup>	75 min	809,5 g	420,51 g
70 °C	4 cm <sup>2</sup>	78 min	800,61 g	408,43 g

En la tabla 15 se muestran los resultados de las diferentes temperaturas de secado se visualiza que a una temperatura de 70°C hay una mayor diferencia de peso.

Según Calderon (2019), el resultado final mediante estas tres temperaturas se alcanza con diferencias de tiempos entre 15 min a 25 min entre unas con la otra, pero gracias a estas temperaturas el color de la copra del coco se mantiene y no se tuesta en lo cual este podría verse afectado en la calidad del aceite.

### 4.3. Extracción del aceite de coco por prensado en frío.

#### 4.3.1. Análisis de varianza (ANOVA) del rendimiento del aceite por prensado en frío.

**Tabla 18***Análisis de varianza para la variable rendimiento del aceite de coco.*

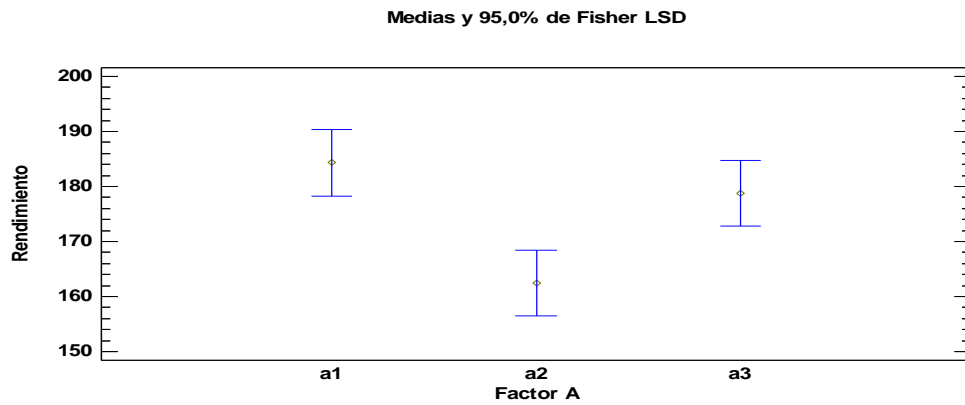
Fuente	Suma Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: Factor A	6200,86	2	3100,43	7,12	0,0016
B: Factor B	11155,1	2	5577,56	12,81	0,0000
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	11613,6	4	2903,39	6,67	0,0002
RESIDUOS	27437,1	63	435,51		
<b>TOTAL (CORREGIDO)</b>	<b>56406,7</b>	<b>71</b>			

*Nota:* \*\*: altamente significativo; ns: no significativo. Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual.

La tabla 16 descompone la variabilidad de los factores A: Temperatura de secado, B: Troceado, de la variable rendimiento. Puesto que 3 valores-P son menores que 0,05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre Rendimiento con un 95,0% de nivel de confianza.

**Figura 12**

*Medias del factor A de la variable Rendimiento de aceite.*



**Tabla 19**

*Prueba de rangos múltiples del factor A de la variable Rendimiento de aceite.*

Factor A	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
a2	24	162,458	4,25984	X
a3	24	178,75	4,25984	X
a1	24	184,333	4,25984	X

En la figura 9 y tabla 17 se evidencia la comparación de medias del factor A para determinar cuáles son significativamente diferentes de las otras. Se evidencia que existe grupos homogéneos agrupados por los niveles a<sub>1</sub> y a<sub>3</sub> pertenecientes a las temperaturas de secado de 70°C y 50°C, pero si diferente con a<sub>2</sub> 60°C.

**Tabla 20**

*Prueba de rangos múltiples del factor A para Rendimiento*

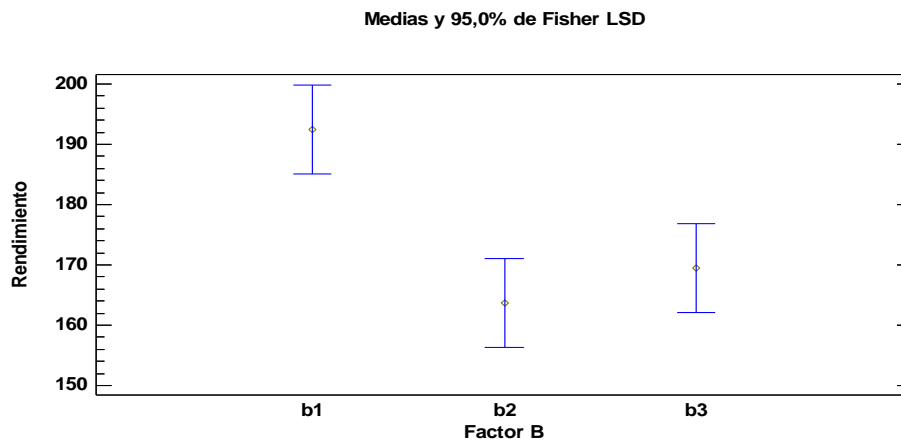
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
a1 - a2	*	21,875	12,0387
a1 - a3		5,58333	12,0387
a2 - a3	*	-16,2917	12,0387

\* indica una diferencia significativa.

En la tabla 18 se aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 2 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas existiendo un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

**Figura 13**

*Medias del factor B de la variable rendimiento*



**Tabla 21**

*Prueba de rangos múltiples del factor B de la variable Rendimiento*

Factor B	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
b2	24	163,625	5,22741	X
b3	24	169,458	5,22741	X
b1	24	192,458	5,22741	X

En la figura 10 y tabla 20 se evidencia la comparación de medias del factor B para determinar cuáles son significativamente diferentes de las otras. Se evidencia que existe grupos homogéneos agrupados por los niveles b<sub>2</sub> y b<sub>3</sub> perteneciente al tipo de troceado de 3cm<sup>2</sup> y 4 cm<sup>2</sup>, pero si diferente con b<sub>1</sub> 2cm<sup>2</sup>.

**Tabla 22**

*Prueba de rangos múltiples del factor B para Rendimiento*

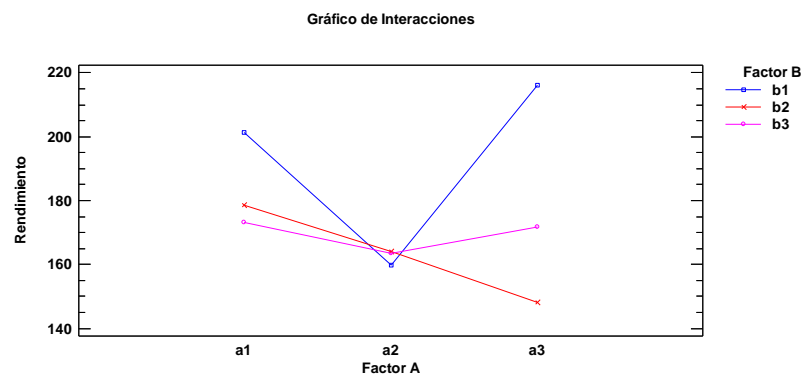
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
b1 - b2	*	28,8333	14,748
b1 - b3	*	23,0	14,748
b2 - b3		-5,83333	14,748

\* indica una diferencia significativa.

En la tabla 20 se aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. El asterisco que se encuentra al lado de los 2 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas existiendo un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

**Figura 14**

*Interacción de los niveles del factor Ax B para rendimiento.*



La figura 11 muestra que la interacción del factor A con el factor B indica que la temperatura de secado y el tipo de troceado tiene un efecto significativo en el rendimiento del aceite. El menor valor final que se obtuvo de coco seco con una temperatura de 70°C y una media da de corte de 2 cm<sup>2</sup> fue de 412,02 g con un peso de inicio de 800,65g y el que obtuvo un mayor peso final fue de 506,7g con un peso de inicio de 802,30 a una temperatura de secado de 60°C con una medida de corte de 2 cm<sup>2</sup> influyendo el tamaño de corte el tamaño en el secado. Para Bastidas (2018), manifiesta que trabajo con 1000g con un tamaño de corte de 3 cm<sup>2</sup> y una temperatura de secado de 70°C obtuvo 732g de coco seco y un rendimiento



de aceite de 300mL. Garcia (2018), en cambio trabajo con 405,4g y una temperatura de secado de 80°C llegando a un peso seco de 158,01g obteniendo un rendimiento de 27,61 gramos de aceite.

#### **4.4. Extracción del aceite de coco por prensado en frio para el mejor tratamiento.**

La tabla que se muestra a continuación detalla los resultados del mejor tratamiento del proceso de extracción de prensado en frio para la obtención de aceite de coco.

**Tabla 23**

*Resultados de la extracción del aceite de coco*

Materia prima	Peso (g)	Centrifugado	Aceite mL
Coco híbrido T1	430,74g	400 rpm/ 20 min	200
Coco híbrido T7	412,02g	400 rpm/ 20 min	217

En la tabla 21 se muestran los resultados por prensado en frio de la variedad coco hibrido en lo cual los tratamientos T1 y T7 presentaron las mejores condiciones para realizar el proceso. Se utilizo 430,74g de materia prima ya deshidratada en lo cual en la prensa marca Karaerler se obtuvo el aceite presentando impurezas por lo que se centrifugo y se obtuvo un total de 200 mL de aceite de coco. Así mismo del tratamiento T7 se utilizó 412,02 de coco seco y se obtuvo 217 mL de aceite. En la investigación realizada por Canavaciolo(2019), da a conocer que en su estudio utilizo 158g ,157,80g y 158,39g de coco previamente secado logrando obtener mediante el proceso de prensado en frio 43,64mL,45,95 mL y 48,33 mL. Para Ballesteros (2021), menciona que despues del proceso de prensado en frio es recomendable realizar centrifugar por la razonde que es un metodo eficaz para separar impurezas y asimismo evitara la oxidacion permitiendo asi obtener un aceite de mejor calidad manteniendo sus propiedades nutricionales.

#### **4.5. Análisis físico-químico (Índice de refracción, índice de yodo, índice de saponificación, ensayo de rancidez, densidad, acidez) y microbiológico de los mejores tratamientos.**

La tabla que se muestra a continuación detalla los análisis realizados tanto físico químicos como microbiológicos de los tratamientos T1, T7 del aceite de coco.

**Tabla 24***Resultados del análisis físico-químico del mejor tratamiento*

Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado %
Aceite de coco T1	Índice de refracción	D	AOAC 921.08/Refractometría	1,4570
	Índice de yodo	%	NTE INEN ISO 3961 Volumétrico	9,92
	Índice de saponificación	Mg/g	INEN 40	1,50
	Índice de rancidez	.....	MFQ-10/ Cualitativo	Negativo
	Densidad	g/cm <sup>3</sup>	INEN 35	0,98
Aceite de coco T7	Índice de acidez	mg KOH/g	INEN 38	3,38
	Índice de refracción	$\eta$	AOAC 921.08/ Refractometría	1,4570
	Índice de yodo	%	NTE INEN ISO 3961 Volumétrico	10,12
	Índice de saponificación	Mg/g	INEN 40	1,36
	Índice de rancidez	.....	MFQ-10/ Cualitativo	Negativo
	Densidad	g/cm <sup>3</sup>	INEN 35	0,94
	Índice de acidez	mg KOH/g	INEN 38	1,12

En la tabla 22 se muestran los resultados tras análisis físico químicos de los mejores tratamientos en lo cual el índice de refracción de los dos tratamientos es similar, mientras que para el índice de yodo el tratamiento T1 tiene un porcentaje de 9,92% y para T7 un porcentaje de 10,12% siendo este un parámetro muy importante en la calidad del aceite. Según Furtado (2020), el índice de yodo (IY) es una medida de la instauración es decir el número de dobles enlace que llega a poseer el ácido graso en los aceites y grasas en cuanto si es alto el grado de instauración mayo es el índice de yodo., mientras que para el índice de saponificación tiene un porcentaje de 1,50 mg /g para el tratamiento 1 y para T7 presenta un % de 1,36 Mg/g. Según Icosa (2023), menciona que el índice de saponificación en un aceite de coco debe tener un máximo de 3,50 Mg/g encontrándose este aceite dentro del este margen. En cuanto a densidad el tratamiento T1 presenta un porcentaje de 0,98 g/cm<sup>3</sup> y el tratamiento T7 un porcentaje de densidad de 0,94 g/cm<sup>3</sup>. Según Soto

(2018), menciona que la densidad del aceite de cocoa 15.5°C debe ser de 0,917 como mínimo y máximo 0,919 y a una temperatura de 20°C la densidad debe ser de 0,960. Para el índice de acidez del tratamiento T1 da un resultado de 3,38 mg KOH/g y el tratamiento T7 da un resultado de acidez de 1,12 mg KOH/g. Según Pinho(2018),de acuerdo al CODEX Alimentarius y RDC N°270 para aceites prensados en frío y sin refinar se permite tener un máximo de 4 mg KOH/g. Mientras que para Souza (2018), en un estudio encontró un valor más alto del índice de acidez que era de 4,16, mg KOH/g de aceite de coco prensado en frío sobrepasando los valores permitidos. Según estos autores el índice de acidez puede estar relacionado con la calidad de la materia prima utilizada, proceso y conservación.

**Tabla 25**

*Resultados de los análisis microbiológicos del mejor tratamiento*

Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
Aceite de coco T1	Mohos y Levaduras	UFC	Petrifilm (AOAC 997 02)	Ausencia
Aceite de coco T7	Mohos y Levaduras	UFC	Petrifilm (AOAC 997 02)	Ausencia

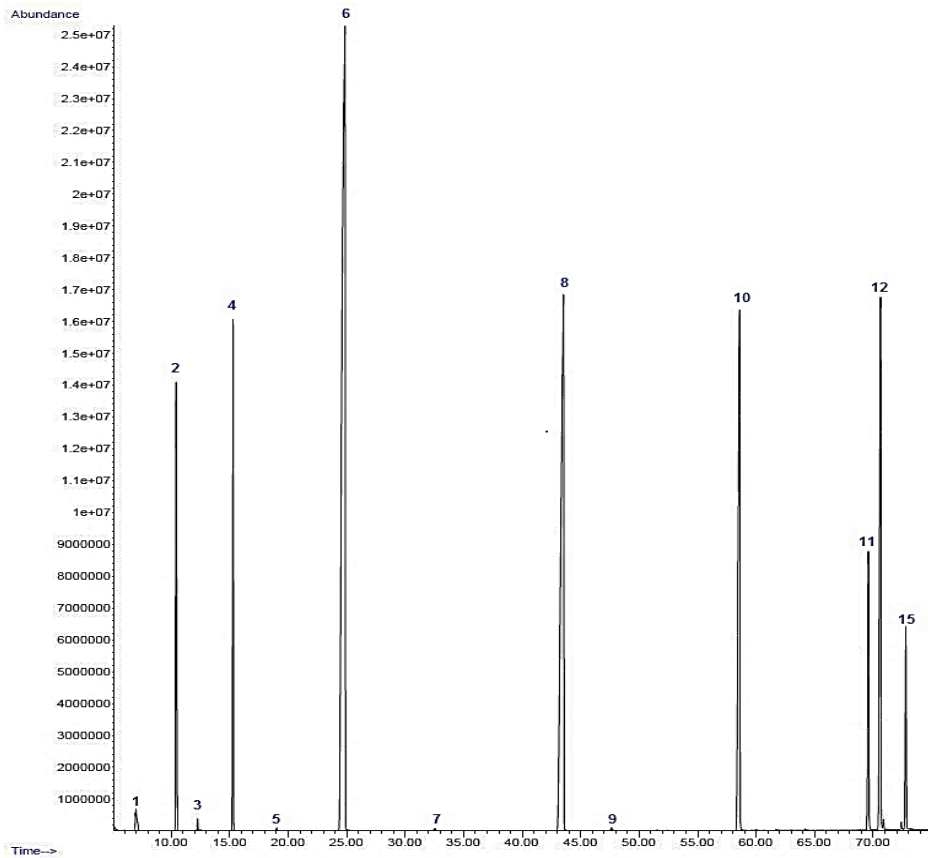
En la tabla 23 se presentan los resultados de los análisis microbiológicos para la detección de mohos y levaduras que se realizó a los tratamientos T1 y T2, dando un resultado de ausencia, todo esto basándose bajo los lineamientos del método Petrifilm (AOAC 997 02).Para Ruiz (2018), menciona que en su estudio microbiológico para evaluar el estado del aceite existe ausencia de microorganismos debido a una alta concentración de ácido laurico y por sus propiedades antivirales, fúngicas y antimicrobiana.

#### 4.6. Determinación de los ácidos grasos mediante cromatografía líquida HPLC.

En la siguiente figura se muestran los resultados de los ácidos grasos mediante cromatografía líquida HPLC detallando en cada uno de los picos del aceite de coco extraídos mediante el proceso de prensado en frío.

**Figura 15**

*Picos del aceite de coco por prensado en frío del tratamiento T1*



En la figura 12 se muestra el cromatograma de los tiempos de retención y abundancia para los compuestos volátiles que se encuentran presentes en el tratamiento T1, en lo cual se muestran 15 picos sobresaliendo el pico 6 con una concentración ácido láurico, methyl ester.

**Tabla 26***Compuestos del aceite de coco por prensado en frío del tratamiento T1*

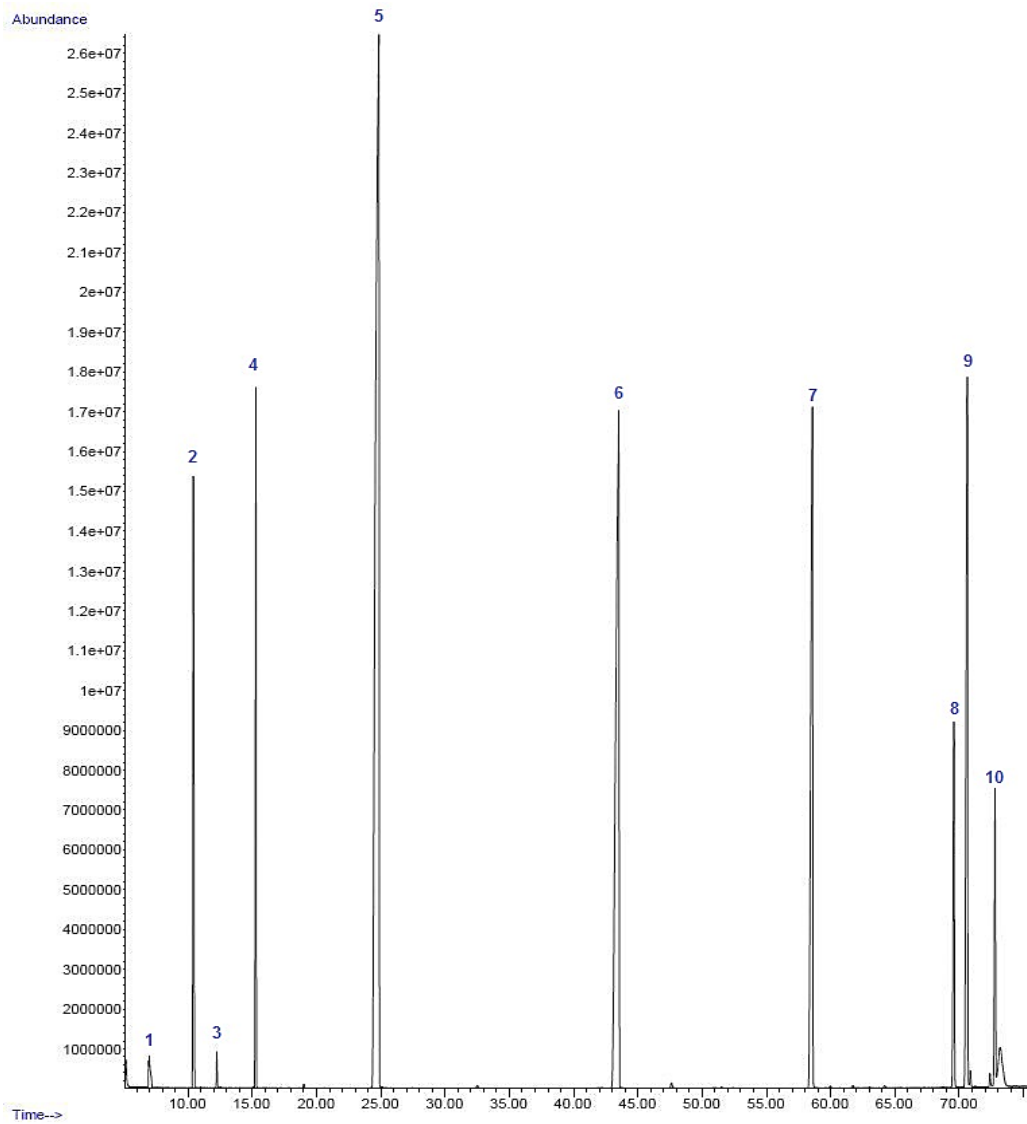
N.º	Compuesto	(TR) (min)	Composición (%)
1	Caproic acid, methyl ester	7,088	0,50
2	Caprylic acid methyl ester	10,415	5,62
3	1-Hexanol, 2-ethyl	12,242	0,06
4	Capric acid methyl ester	15,284	5,12
5	Undecanoic acid, methyl ester	19,019	0,03
6	Lauric acid, methyl ester	24,841	36,54
7	Tridecanoic acid, methyl ester	32,516	0,04
8	Myristic acid, methyl ester	43,511	21,74
9	Caprylic acid	47,621	0,05
10	Palmitic acid, methyl ester	58,573	12,88
11	Stearic acid, methyl ester	69,587	4,22
12	Oleic acid, methyl ester	70,623	10,21
13	Methyl 9-octadecenoate	70,875	0,16
14	Lauric acid	72,397	0,12
15	Linoleic acid, methyl ester	72,788	2,74

En la tabla 24 se identificaron 15 compuestos presentes en el tratamiento T1 del aceite de coco por prensado en frío. Se indica el tiempo de retención (TR) y el porcentaje de composición (% Área) de cada uno de los compuestos presentes en el aceite de coco extraído, mediante los resultados del análisis de la técnica de cromatografía de gases-masas CG/MS con una columna HP5. Dentro de los principales compuestos están: caproico acid, methyl ester (0,50%), Caprylic acid methyl ester (5,62%), Capric acid methyl ester (5,12%), Lauric acid, methyl ester (36,54%), Myristic acid, methyl ester (21,74%), Palmitic acid, methyl ester (12,88), Stearic acid, methyl ester (4,22%), Oleic acid, methyl ester (10,21%), Linoleic acid, methyl ester (2,74%). Estos resultados obtenidos de los compuestos volátiles del aceite de coco mediante el cromatograma concuerdan y tiene una similitud a las investigaciones realizadas por (Sequera, 2019) y (Gonzalez & Gómez, 2018).

#### 4.6.1. Resultados del aceite de coco mediante prensado en frío.

**Figura 16**

*Picos del aceite de coco por prensado en frío del tratamiento T7*



En la figura 13 se muestra el cromatograma de los tiempos de retención y abundancia para los compuestos volátiles que se encuentran presentes en el tratamiento T2, en lo cual se muestran a partir de 11 picos sobresaliendo el pico 5 con una concentración de ácido láurico, methyl ester.

**Tabla 27***Compuestos del aceite de coco por prensado en frío del tratamiento T7*

N.º	Compuesto	(TR) (min)	Composición (%)
1	Caproic acid, methyl ester	7,088	0,47
2	Caprylic acid methyl ester	10,412	5,59
3	1-Hexanol, 2-ethyl-	12,237	0,21
4	Capric acid methyl ester	15,280	5,19
5	Lauric acid, methyl ester	24,839	36,46
6	Myristic acid, methyl ester	43,496	20,95
7	Palmitic acid, methyl ester	58,566	12,25
8	Stearic acid, methyl ester	69,581	3,93
9	Oleic acid, methyl ester	70,618	10,19
10	Linoleic acid, methyl ester	72,779	3,35
11	Phthalic acid, bis(2-ethylhexyl) ester	73,183	2,21

En la tabla 25 se identificaron 11 compuestos presentes en el tratamiento T7 del aceite de coco por prensado en frío. Se indica el tiempo de retención (TR) y el porcentaje de composición de cada uno de los compuestos presentes en el aceite de coco extraído, mediante los resultados del análisis de la técnica de cromatografía de gases-masas CG/MS con una columna HP5. Destro de los principales compuestos están los siguientes: Caproic acid, methyl ester (0,47%), Caprylic acid methyl ester (5,59%), 1-Hexanol, 2-ethyl-(0,21%), Capric acid methyl ester (5,19%), Lauric acid, methyl ester (36,46%), Myristic acid, methyl ester (20,95%), Palmitic acid, methyl ester (12,25%), Stearic acid, methyl ester (3,93%), Oleic acid, methyl ester (10,19%), Linoleic acid, methyl ester (3,35%), Phthalic acid, bis(2-ethylhexyl) ester (2,21%). Estos resultados obtenidos de los compuestos volátiles del aceite de coco mediante el cromatograma concuerdan y tiene una similitud a las investigaciones realizadas por (Sequera, 2019) y (Gonzalez & Gómez, 2018).

Los ácidos grasos mayoritarios como el ácido láurico, ácido mirístico, ácido palmítico en el presente estudio tienen similitud por las investigaciones realizadas

por Estelrich(2018); Murillo, (2018), donde reportaron contenidos mayoritarias de ácido láurico en un 49%, ácido mirístico en un 18%, ácido palmítico en un 8%, ácido oleico 6%, ácido capríco 7% siendo en ambos estudios el principal constituyente del aceite de coco obtenido mediante extracción por presado en frío mientras que para Lopez (2020), reportaron compuestos mayoritarios de ácido láurico en un 45%, ácido mirístico en un 16%, ácido palmítico en un 10%, ácido oleico 10%, ácido capríco 8% presentes en el aceite de coco por presado en frío.

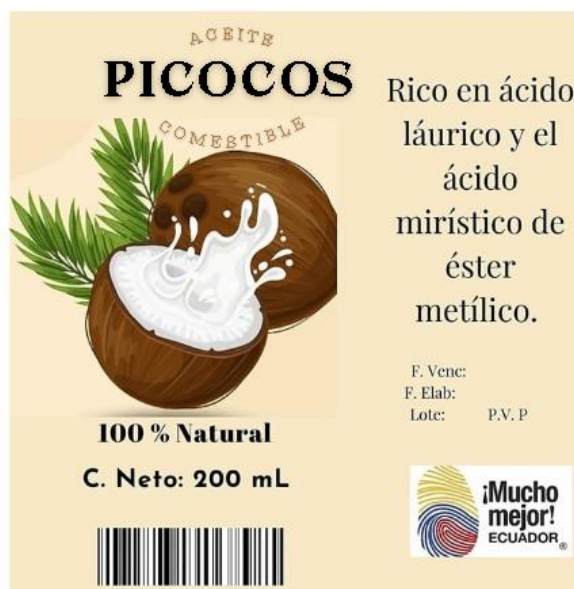
#### 4.7. Producto terminado

##### 4.7.1. Empaque comercial

Para la elaboración de la etiqueta se rigió bajo la normativa NTE INEN 1334-1:2014 cuarta revisión en donde el envase y etiqueta del producto deben presentar características legibles tanto de marca como nombre del producto, así mismo la información sustancial que aporte a y gane interés al producto. Los envases para cada producto deben ser acorde y de un material apropiado para que soporte las diferentes condiciones de manejo desde que sale de proceso, percha hasta llegar al consumidor.

#### Figura 17

*Etiqueta del aceite de coco*





## **4.8. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

### **4.8.1. Hipótesis nula (H<sub>0</sub>)**

(H<sub>0</sub>): El aceite de coco (*Cocos nucifera L.*) extraído mediante dos métodos de extracción: prensado en frío y destilación fraccionada, no presentan características físicas, químicas y microbiológicas para su comercialización.

$$H_0: \mu_i = \mu_j$$

### **4.8.2. Hipótesis alterna (H<sub>1</sub>)**

(H<sub>1</sub>): El aceite de coco (*Cocos nucifera L.*) extraído mediante dos métodos de extracción: prensado en frío y destilación fraccionada, presentan características físicas, químicas y microbiológicas para su comercialización.

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j$$

### **4.8.3. Comprobación de la Hipótesis**

Una vez realizado el estudio investigativo obtenido mediante el método de extracción de prensado en frío los resultados de los valores reportados del aceite extraído de coco cumplen con las diferentes características tanto físicas como químicas presentado diferencias estadísticamente significativas: por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la nula.

## CAPITULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- ▲ De acuerdo a los análisis proximales realizados de la materia prima posee constituyentes como: Humedad 56,87%, Fibra 27,10%, Ceniza 1,32%, Grasa 87,15%, estos datos obtenidos determinan que la materia prima es ideal para obtener aceite.
- ▲ Las temperaturas de secado influyen en la composición de las características fisicoquímicas del aceite. Por lo tanto, a menor temperatura de secado conserva las características de sus compuestos de ácidos grasos; a mayor temperatura de secado tiende a degradarse en su composición.
- ▲ El mejor tratamiento lo constituye el tratamiento T1 que fue secado a una temperatura de 50°C con una medida de corte de 2 cm<sup>2</sup> y T7, que fue secado a una temperatura de 70°C con una medida de corte de 2 cm<sup>2</sup> es el cual presento las mejores características en volumen.
- ▲ De acuerdo al análisis físico químicos realizados de los mejores tratamientos se obtuvieron diferentes porcentajes como T1 presento un Índice de refracción de 1,4570, índice de yodo 9,92, índice de saponificación 1,50, densidad 0,98, acidez 3,38 mientras que para T7 presento un Índice de refracción de 1,4570, índice de yodo 10,12, índice de saponificación 1,36, densidad 0,94, acidez 1,12.
- ▲ El mejor tratamiento en función de la variable experimental rendimiento es T1 seguido del tratamiento T7, los cuales presentaron los mejores valores de rendimiento.
- ▲ Los ácidos grasos mayoritarios identificados por medio del método de cromatografía de gases-masas CG/MS, son ácido láurico con una composición de 36,54%, ácido mirístico 21,74%, ácido palmítico con 12,88%, ácido oleico con 10,21% esto para el tratamiento T1 y en el tratamiento T7 se identificó una composición del 20,95% de ácido mirístico, ácido láurico 36,46%, ácido palmítico con 12,25%, ácido oleico con 10,19%.

## **5.1. Recomendaciones**

- ♣ Se recomienda que se adquiriera un equipo para la realización de la medición de la densidad y la índice refracción del aceite obtenido.
  
- ♣ Se recomienda contar con un sistema de refrigeración estable para guardar la materia prima y en forma secuencial ser obtenido el aceite.
  
- ♣ Se recomienda la adquisición de un equipo de prensado que facilite la realización del estudio.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, G., & Suarez, J. (2018). Diseño de una línea de proceso a escala piloto para la extracción de aceite de coco a partir de pulpa. *Tesis pregrado*. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/45840>
- Agrotendencia. (2018). *cultivo de coco: condiciones, cuánto produce y su cosecha*. Obtenido de <https://agrotendencia.tv/agropedia/cultivos/frutales/cultivo-de-coco/>
- Aguilar, L. (2019). *Química Orgánica*. Obtenido de [https://quimicaorgstv.weebly.com/uploads/4/0/1/0/40103559/pr%C3%A1ctica\\_2\\_destilaci%C3%B3n\\_por\\_arrastre\\_con\\_vapor.pdf](https://quimicaorgstv.weebly.com/uploads/4/0/1/0/40103559/pr%C3%A1ctica_2_destilaci%C3%B3n_por_arrastre_con_vapor.pdf)
- Alcázar, J., Aldapi, A., Becerra, C., Corcuy, K., & Iparraguirre, C. (2020). Diseño de un proceso para la obtención del aceite de coco (coco nucifera) natural para aplicaciones cosméticas. *Tesis pregrado*. Universidad Tecnológica Privada de Santa Cruz, Santa Cruz de la Sierra. Obtenido de <https://dibujotecnicoutepsa.files.wordpress.com/2020/03/proyecto-final-aceite-de-coco.pdf>
- Alcivar, G. (2020). Dentrífugo a base de aceite de coco en la prevención de caries y enfermedad periodontal. *Tesis pregrado*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/49916/4/3375ALCIVAR%20gema.pdf>
- Aprococo. (2020). *Coqueiro hÍbrido. Ventajas y desventajas*. Obtenido de <https://aprococobrasil.org.br/coqueiro-hibrido-vantagens-e-desvantagens/>
- Arcega, L. (2018). *Propuestas Tecnológicas Post Cosecha Para Un Aprovechamiento Integral Del Coco*. Universidad Nacional De La Amazonia Peruana, Facultad De Industrias Alimentarias, Iquitos. Obtenido de <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/3009/T%20664%20Z46.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Ballesteros, L. d. (2021). Caracterización fisicoquímica y compuestos bioactivos en el coco . *Biotecnia*. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/biotecnia/v23n2/1665-1456-biotecnia-23-02-22.pdf>
- Baque, A. (2018). *Estudio De Factibilidad Para El Aprovechamiento Del Coco*. Universidad Estatal Península De Santa Elena , Facultad De Ciencias Agrarias , La Libertad.
- Bardales, M. (2018). Determinación de los componentes mayoritarios del aceite esencial del cedrón (*Aloysia Triphylla*) mediante destilación por arrastre de vapor. *Tesis pregrado*. Universidad de Callao, Callao. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12952/3537>
- Barrera, M. (2018). Desarrollo de una línea de aceites extra virgen a partir del prensado en frío. *Tesis pregrado*. Universidad de las Américas, Quito. Obtenido de <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/9782/1/UDLA-EC-TLG-2018-32.pdf>
- Bastidas. (2018). *Extracción y caracterización de aceite de coco*. Universidad Nacional del Centro del Perú , Peru. Recuperado el 12 de 1 de 2023, de [https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5740/T010\\_47375197\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5740/T010_47375197_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Bastidas, L., & Campos, F. (2018). Extracción y caracterización de aceite de coco por medio de fluidos supercríticos. *Tesis pregrado*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo. Obtenido de <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/5740>
- Becerra, A., & Clavijo, M. (2018). Desarrollo de una propuesta para la tecnificación del proceso de obtención de aceite de coco para la empresa Amanos Artesanal. *Tesis pregrado*. Fundación Universidad de América, Bogotá. Obtenido de <http://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/6694>
- Benavides, H. (2023). *Extraction of essential oils from Chisacá plants (Spilanthes* . Universidad Jorge Tadeo Lozano , Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería. Obtenido de

<https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/31083/Trabajo%20de%20Grado%20Hernan%20Felipe%20Pita%20Benavides%2C%20MIPSI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Bohorquez, J. (2022). Evaluación de las características fisicoquímicas de una bebida a base de agua de coco (cocos nucifera) sábila (aloe vera) y moringa (moringa oleifera lam). *Tesis pregrado*. Universidad Agraria del Ecuador, Quito. Obtenido de

<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/bohorquez%20barahona%20jhonny%20patricio.pdf>

Burgeno, M. (2022). *Caracterización fisicoquímica y compuestos bioactivos en el coco*. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C, Sonora.

Calderon, M. (2019). *Cinética del secado de coco por radiación*. Universidad de Costa Rica , Costa Rica. Recuperado el 23 de 10 de 2023, de [https://www.researchgate.net/publication/332662770\\_Cinetica\\_del\\_secado\\_de\\_coco\\_por\\_radiacion](https://www.researchgate.net/publication/332662770_Cinetica_del_secado_de_coco_por_radiacion)

Campos, J. (2018). *Extracción y Caracterización de Aceite de Coco*. Universidad Nacional Del Centro Del Peru , Facultad De Ingenieria Química, Huancayo. Obtenido de

[https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5740/T010\\_47375197\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5740/T010_47375197_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Canavaciolo, L. (2019). Caracterización de aceite extraído del fruto de Cocos. *Centro Nacional de Investigaciones Científicas*, 49(1). Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/1816/181661081010/html/>

Cañada, O. (2020). *Estadísticas mundiales de la producción de coco*. Ciencias de la horticultura. Recuperado el 15 de 01 de 2024

Cárdenas, C. (2021). *Efectos Del Consumo Del Aceite De Coco Extra Virgen Sobre Los Niveles De Lípidos Y Lipoproteínas Plasmáticas En Individuos Adultos*. Pontificia Universidad Javeriana , Facultad De Ciencias Carrera De Nutrición Y Dietética, Bogota. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/58073/Docume>



- García, S. (2019). Estudio de Factibilidad para la Industrialización de la fibra de coco en el Recinto la Tolita, Pampa de Oro-Esmeraldas. *Tesis pregrado*. Universidad Politécnica Salesiana Sede en Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13414/1/UPS-GT001768.pdf>
- García, Y. (2018). Caracterización de aceite extraído del fruto. *Revista CENIC. Ciencias Químicas*, 4,5. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/1816/181661081010/181661081010.pdf>
- Gómez, M., González, M., García, Y., Vicente, R., González, V., & Rodríguez, C. (2018). Caracterización de aceite extraído del fruto de Cocos nucifera obtenido a escala de laboratorio. *CENIC Ciencia Química*, 1-13. Obtenido de <https://revista.cnic.cu/index.php/RevQuim/article/view/225/216>
- Gonzalez, & Gómez. (2018). Characterization of oil extracted from Cocos nucifera fruit obtained at laboratory scale. *CNIC*, 48, 2,3. Recuperado el 17 de 11 de 2023, de <https://www.redalyc.org/journal/1816/181661081010/html/>
- Guayta, I. (2021). Evaluación de la estabilidad oxidativa del aceite de chía (*Salvia hispanica* L.) obtenido por prensado a diferentes concentraciones de  $\alpha$ -tocoferol como antioxidante. *Tesis posgrado*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34003/1/t1907mquim.pdf>
- Guerra, K., & Román, Á. (2018). Determinación de la actividad antimicrobiana de extractos de hojas de *Mangifera indica* L. *Tesis de pregrado*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/19439/1/BCIEQ-T-0184%20Guerra%20Guam%20c3%a1n%20Katherine%20Juliana%20Roman%20Salmer%20c3%b3n%20Andr%20c3%a9s%20Javier.pdf>
- Gutiérrez, L., & Tunqui, C. (2019). Evaluación de la calidad del destilado alcohólico de anís (*Pimpinella anisum* L.) obtenidos por destilación simple



y fraccionada en una industria licorera. *Tesis pregrado*. Universidad Nacional de San Agustín Arequipa, Arequipa. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5375>

Lagunes, E. (2020). Análisis de la estructura de mercado de la copra en México. *Tesis doctoral*. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo. Obtenido de <https://repositorio.chapingo.edu.mx/server/api/core/bitstreams/356c8bb7-06ed-4b05-b319-4c3efc63ba71/content>

Loor, J. (2021). Transformación de los productos derivados del coco y sus perspectivas de exportación al mercado Chileno. *Tesis pregrado*. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3199/1/Tesis-Tranformacion%20de%20los%20productos%20derivados%20del%20coco%20y%20sus%20pesrpectivas%20de%20exportacion%20al%20merc.Pdf>

Lopez, M. (2020). Aceite de coco: composición y uso en cosmética natural. 4.

MAG, M. d. (2022). *El coco, una alternativa para la reactivación de Esmeraldas*. Quito: Agricultura. Obtenido de <https://www.agricultura.gob.ec/el-coco-una-alternativa-para-la-reactivacion-de-esmeraldas/>

Martinez, V. (2022). *Extracción Artesanal de Aceite de Coco*. Universidad Politècnica De València, Ingeniería Agronómica, Valencia . Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/188397/Martinez%20%20extraccion%20artesanal%20de%20aceite%20de%20coco.pdf?sequence=1>

Mero, E. (2019). Determinación de las características Físicoquímicas del aceite de coco artesanal “Co-Derivados” y aplicación de mejoras en las prácticas de elaboración. *Tesis pregrado*. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta. Obtenido de <https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/2289/1/ulead-agroin-0061.pdf>

Molina, P. (2019). Efecto del oil pulling (aceite de coco) sobre streptococcus mutans contado en saliva en estudiantes de la Facultad de Odontología de

- la Universidad Central del Ecuador. *Tesis pregrado*. Universidad Central del Ecuador, Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/19622>
- Montenegro, B. (2021). *Aumenta demanda de productos derivados del coco en mercados internacionales*. Kiwa. Obtenido de <https://www.kiwa.com/lat/es/medios-de-comunicacion/noticias/aumenta-demanda-de-productos-derivados-del-coco-en-mercados-internacionales/>
- Morales. (2020). Evaluación in vitro de la actividad antimicrobiana de los extractos etanólicos y acuoso de la casaca de plátano (*Musa paradisiaca* L), frente a *propionibacterium acnes* para su uso en la elaboración de un gel anti acné. *Tesis de pregrado*. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18804/4/UPS-CT008782.pdf>
- Morales, L. (2022). *¿Cómo sembrar coco enano en casa?* Obtenido de <https://huerto-en-casa.com/como-sembrar-coco-enano/>
- Muñoz, P. (2021). Evaluación de la adición de mejoradores de textura en la elaboración de la cocada con panela. *Tesis pregrado*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11638/2/03%20EIA%20533%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Murillo, R. (2018). Caracterización de aceite extraído del fruto de Cocos nucifera obtenido a escala de laboratorio. *Rev. CENIC*, 1(49). Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/329656476\\_Caracterizacion\\_de\\_aceite\\_extraido\\_del\\_fruto\\_de\\_Cocos\\_nucifera\\_obtenido\\_a\\_escalade\\_laboratorio](https://www.researchgate.net/publication/329656476_Caracterizacion_de_aceite_extraido_del_fruto_de_Cocos_nucifera_obtenido_a_escalade_laboratorio)
- Noli, A., & Chamorro, C. (2019). Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de aceite de coco. *Tesis pregrado*. Universidad de Lima, Lima. Obtenido de [https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10550/Chamorro\\_Chavez\\_Carmen\\_Jesus.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10550/Chamorro_Chavez_Carmen_Jesus.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Nolia, A., & Chamorro, C. (2019). Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de aceite de coco. *Tesis pregrado*. Universidad de Lima, Lima. Obtenido de <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/10550>
- NTE INEN 35. (1973). *Grasas y aceites. Determinación de la densidad relativa*. Quito.
- NTE INEN 37. (1973). *Grasa y aceites comestibles. Preracaión de la solución de Wijs*. Quito.
- NTE INEN 40. (1973). *Grasa y aceites comestibles. Determinación del índice de saponificación*. Quito.
- NTE INEN 45. (1973). *Grasa y aceites comestibles ensayo de rancidez*. Quito.
- Ortiz, G. (2017). Prácticas de enseñanza de Cromatografía Líquida de Alta Perfomance (HPLC): complementación con un programa simulador. *Enseñanza, Educación y Conocimiento*. Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/66330>
- Ortiz, K. (2020). Diseño y simulación de configuraciones de destilación para el enriquecimiento de alcoholes amflicos a partir del residuo de aceite de fusel utilizando el software PRO/II Process Engineering V10.2. *Tesis pregrado*. Universidad de las Fuerzas Armadas, Latacunga. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/23226/2/T-ESPEL-IPE-0060.pdf>
- Orús, A. (2023). *Principales países productores de coco en el mundo en 2021*. Statista.
- Perez, M. (2018). "Comparación del rendimiento de la obtención de bioetanol a partir de la cáscara de piña (ananás comosus) de la variedad hawaiana y de la variedad md2 por método de fermentación y destilación a nivel laboratorio". *Tesis pregrado*. Universidad Rafael Landívar, Guatemala. Obtenido de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2018/02/13/Perez-Manuel.pdf>

- Perlaza, D. (2020). Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniería Agroindustrial. *Tesis pregrado*. Universidad Nacional del Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/7633/1/Informe%20final%20de%20estudio%20de%20factibilidad%20sr.%20perlaza%20pdf.Pdf>
- Pinho, A. (Mayo de 2018). Extração E Caracterização Do Óleo De Coco (Cocos Nucifera L.). *Sociedad y Desarrollo*, 9. Recuperado el 2 de 11 de 2023, de [https://www.researchgate.net/publication/343865547\\_Caracterizacion\\_fisicoquimica\\_de\\_aceites\\_de\\_frutos\\_secos\\_de\\_coco\\_Cocos\\_nucifera\\_L](https://www.researchgate.net/publication/343865547_Caracterizacion_fisicoquimica_de_aceites_de_frutos_secos_de_coco_Cocos_nucifera_L)
- Ramirez, A. (2018). Aplicación de métodos combinados para la inactivación de Salmonella Typhimurium en agua de coco (Cocos Nucifera L.). *Tesis pregrado*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla. Obtenido de <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/8373>
- Restrepo, M., Zabala, L., & Morales, L. (2020). Aceite de coco: características nutricionales y posibles aportes a la salud humana. *Tesis posgrado*. Corporación Universitaria Lasallista, Caldas. Obtenido de <http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/handle/10567/2682>
- Robles, L., Martínez, Y., Robles, M., Valenzuela, M., Tortoledo, O., & Madera, T. (2021). Caracterización fisicoquímica y compuestos bioactivos en el coco (Cocos nucifera L.) y su aceite: Efecto del cultivar y región de cultivo. *Ciencias Biológicas de la Salud*, 23(2), 22-29. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/biotecnia/v23n2/1665-1456-biotecnia-23-02-22.pdf>
- Romero, V., Rosado, G., Sablón, N., & Burbano, L. (2020). Análisis de la cadena agroalimentaria del coco (cocos nucifera) en la provincia de Manabí, Ecuador. *Revistas de las Agrociencias*(24), 43-72. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8232827>
- Ruiz, X. (2018). *Análisis de Laboratorio Aceite de Coco*. Escuela Superior Politécnica Del Litoral, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Guayaquil. Recuperado el 07 de 1 de 2024, de

<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/45840/1/D-CD88684.pdf>

- Salas, T. (2019). Determinación de compuestos del aceite de oliva virgen relacionados con enfermedades cancerígenas y neurodegenerativas . *Tesis pregrado*. Universidad de Sevilla, Sevilla. Obtenido de <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/91601/SALAS%20ARIAS%2C%20TANIA%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Santana, T. (2022). *Caracterización fisicoquímica y compuestos bioactivos en el coco (Cocos nucifera L.) y su aceite: Efecto del cultivar y región de cultivo*. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. Obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-14562021000200022](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-14562021000200022)
- Santos, M., Ribeiro, V., Soares, A., Ferreira, E., & Silva, V. (2020). Caracterización fisicoquímica de aceites de frutos secos de coco (Cocos nucifera L.). *Society and Development*, 9(9), 1-16. Obtenido de <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/7211/6452>
- Saynes, V., & Ramirez, E. (2018). Uso de la cromatografía de gases en investigaciones de emisión de gases de efecto invernadero del sector pecuario. *AGROProductividad*, 81-88. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Efren-Ramirez-Bribiesca/publication/323911337\\_el\\_uso\\_de\\_la\\_cromatografia\\_de\\_gases\\_en\\_investigaciones\\_de\\_emisiones\\_de\\_gases\\_de\\_efecto\\_invernadero\\_del\\_sector\\_pecuario/links/5ab24dedaca272171000a4f1/el-uso-de-la-cromatogra](https://www.researchgate.net/profile/Efren-Ramirez-Bribiesca/publication/323911337_el_uso_de_la_cromatografia_de_gases_en_investigaciones_de_emisiones_de_gases_de_efecto_invernadero_del_sector_pecuario/links/5ab24dedaca272171000a4f1/el-uso-de-la-cromatogra)
- Sequera, K. (2019). *Análisis De Aceite De Oliva, Soja Y Coco Por Cromatografía De Gases*. Universidad de Carabobo, Venezuela. Recuperado el 16 de 11 de 2023, de <https://www.studocu.com/latam/document/universidad-de-carabobo/analisis-instrumental/analisis-de-aceite-de-oliva-soja-y-coco-por-cromatografia-de-gases/10170769>
- Sinisterra, N. (2021). *Aceite De Coco*. Escuela Superior Técnica De ingeniería Agronomía .

- Soto, J. (2018). *Aceite De Coco*. Mazibogrup, Colombia. Recuperado el 17 de 10 de 2023, de <https://b2bmarketplace.procolombia.co/sites/default/files/products/ficha-tecnica-aceite-de-coco.pdf>
- Souza, F. (2018). Caracterização físico-química dos óleos do fruto seco de coco (Cocos nucifera L.). *Perpectivas Online*, 9. Recuperado el 3 de 11 de 2023, de [https://www.researchgate.net/publication/325109433\\_Extracao\\_E\\_Caracterizacao\\_Do\\_Oleo\\_De\\_Coco\\_Cocos\\_Nucifera\\_L](https://www.researchgate.net/publication/325109433_Extracao_E_Caracterizacao_Do_Oleo_De_Coco_Cocos_Nucifera_L)
- Suarez, D., & Morales, Y. (2018). Principios básicos de la cromatografía líquida de alto rendimiento para la separación y análisis de mezclas. *Semilleros*. Obtenido de <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7731/1/6131978-2018-1-IQ.pdf>
- Tantalean, L. (2023). *Obtención de Aceite de Coco por Prensado en Frío*. Obtenido de <https://document/394091401/Obtencion-de-Aceite-de-Coco-Por-Prensado-en-Frio>
- Tello, S. (2020). Evaluación sensorial, físico química y nutricional de un dulce a base de coco (cocos nucifera) y almendras (prunus dulcis) para personas intolerantes a la lactosa. *Tesis pregrado*. Universidad Agraria del Ecuador, Milagro. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/tello%20lannnuzzeelli%20samantha%20raquel.pdf>
- Torres. (2020). Efecto antimicrobiano del aceite de coco sobre cepas de *Streptococos mutans*. Estudio in vitro. *Tesis pregrado*. Universidad Central del Ecuador, Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/13457>
- Torres, A. (2018). Extracción de aceite a partir de semillas de granadilla (*Passiflora ligularis*) por prensado en frío y solvente orgánico. *Tesis pregrado*. Universidad Señor de Sipán, Pimentel. Obtenido de

<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/5768/Torres%20Mel%C3%A9ndez%20Alex%20Frang.pdf?sequence=1>

Tradenews, M. (2018). *Potencial Mercado para el Coco y sus Derivados*. Procomer Costa Rica, Costa Rica. Recuperado el 15 de 01 de 2024

Valenzuela, A. (2023). *Aceite de coco: ¿tiene beneficios?* Clinica Alemana. Obtenido de <https://www.clinicaalemana.cl/articulos/detalle/2023/aceite-de-coco-tiene-beneficios#:~:text=Algunos%20de%20los%20supuestos%20beneficios,y%20aumentar%20el%20coeficiente%20intelectual.>

Villamil, J. (2021). Extracción de compuestos fenólicos a partir del residuo agroindustrial de frutilla (Fragraria x ananassa). *Tesis posgrado*. Universidad Nacional del Litoral. Obtenido de <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/5762/Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Villota, Y. (2022). Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (Triticum) por harina de coco (Cocos nucifera) en la calidad de una pasta tipo lasagna. *Tesis pregrado*. Universidad Politécnica Estatal de Caechi, Tulcán. Obtenido de <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/1555>

Zabala, M. (2020). *Aceite De Coco: Características Nutricionales Y Posibles*. Corporación Universitaria Lasallista, Facultad de Ingenierías en Alimentación, Caldas.

Zambrano, P. (2018). *Cultivo de coco: condiciones, cuánto produce y su cosecha*. Obtenido de Agro tendencia: <https://agrotendencia.tv/agropedia/cultivos/frutales/cultivo-de-coco/>

## ANEXOS

### Anexo 1

#### *Localización de la investigación*




*Fuente:* Google maps, (2022)



## Anexo 2


### Resultados análisis físico químicos

 <b>DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	<b>Versión</b>	<b>1</b>
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Año</b>	<b>2023</b>
		<b>Página</b>	<b>Página 1 de 1</b>

#### INFORME DE ENSAYOS N°178

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
<b>Solicitante</b>	Johanna Rivera – Mirian Ponce				
<b>Muestra</b>	Aceite de coco T1 – Aceite de coco T7				
<b>Código asignado UEB</b>	INV367- INV368				
<b>Estado de la muestras</b>	Viscosos				
<b>Envase de recepción</b>	Frasco de vidrio transparente				
<b>Análisis requerido(s)</b>	Índice de acidez, densidad, índice de saponificación,				
<b>Fecha de recepción</b>	26 de Junio de 2023				
<b>Fecha de análisis</b>	26 de Junio- de Julio de 2023				
<b>Fecha de informe</b>	12 de Julio de 2023				
<b>Técnico (s) asignado</b>	MPWF				
RESULTADOS OBTENIDOS					
PARAMETROS BROMATOLÓGICOS					
Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV367	Aceite de coco T1	Índice de acidez	mg KOH/g	INEN 38	3,38
		Densidad	g/cm <sup>3</sup>	INEN 35	0,93
		Índice de saponificación	mg/g	INEN 40	1,50
INV368	Aceite de coco T7	Índice de acidez	mg KOH/g	INEN 38	1,12
		Densidad	g/cm <sup>3</sup>	INEN 35	0,94
		Índice de saponificación	mg/g	INEN 40	1,36

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por análisis y a tres diluciones.



Ing. Favián Bayas, PhD.  
**Director DIVIUEB**

### Anexo 3

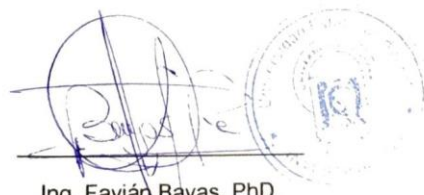
#### Resultados microbiológicos

<b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y FITOQUÍMICA</b> <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	<b>Versión</b>	<b>1</b>
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Año</b>	<b>2023</b>
		<b>Página</b>	<b>Página 1 de 1</b>

#### INFORME DE ENSAYOS N°180

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
<b>Solicitante</b>	Johanna Rivera – Mirian Ponce				
<b>Muestra</b>	Aceite de coco T1 y aceite de coco T7				
<b>Código asignado UEB</b>	INV367-INV368				
<b>Estado de la muestras</b>	Sólido				
<b>Envase de recepción</b>	Bolsa plástica				
<b>Análisis requerido(s)</b>	Microbiológico (mohos y levaduras)				
<b>Fecha de recepción</b>	26 de Junio de 2023				
<b>Fecha de análisis</b>	12 – 14 de Julio 2023				
<b>Fecha de informe</b>	14 de Julio de 2023				
<b>Técnico (s) asignado</b>	MPWF				
RESULTADOS OBTENIDOS					
PARAMETROS BROMATOLÓGICOS					
Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV367	Aceite de coco T1	Mohos y Levaduras	ufc	Petrifilm (AOAC 997.02)	Ausencia
INV368	Aceite de coco T7	Mohos y Levaduras	ufc	Petrifilm (AOAC 997.02)	Ausencia


Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por análisis y a tres diluciones.



Ing. Favián Bayas, PhD.  
Director DJVUEB

Anexo 4

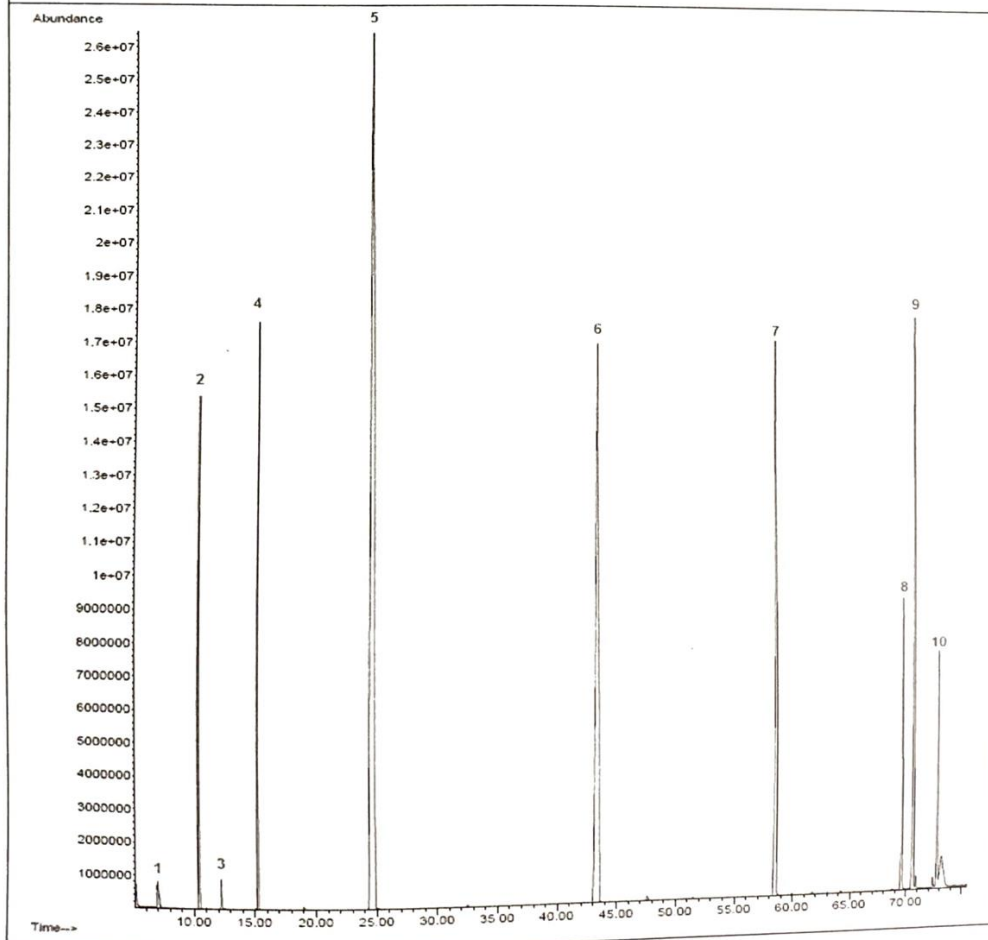
Cromatogramas

 <b>UNIVERSIDAD DEL ECUADOR BOLÍVAR</b>	<b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	
		<b>Código</b>	FPG12-01
		<b>Versión</b>	1
		<b>Año</b>	2023
<b>INFORME DE RESULTADOS</b>		<b>Página</b>	Página 1 de 2

INFORME DE ENSAYOS N°182-2023


Descripción de la muestra	
<b>Solicitantes</b>	Johanna Maribel Rivera González y Mirian Hortensia Ponce Rochina
<b>Muestra</b>	Aceite de coco T7- Extracción de prensado en frio
<b>Código asignado UEB</b>	INV 368
<b>Estado de la muestra</b>	Solido
<b>Envase de recepción</b>	Frasco de vidrio con 100 g aprox de muestra
<b>Análisis requerido(s)</b>	Perfil lipídico de aceites por GC-MSD
<b>Fecha de recepción</b>	10 de julio de 2023
<b>Fecha de análisis</b>	10 al 13 de julio de 2023
<b>Fecha de informe</b>	13 de julio de 2023
<b>Técnico asignado</b>	ECCR

RESULTADOS OBTENIDOS



## Anexo 5

### Compuestos aceite de coco


 <b>UNIVERSIDAD BOLÍVAR</b> <b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>		Código	FPG12-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>		Versión	1
			Año	2023
			Página	Página 2 de 2

<b>EQUIPO</b>		GC AGILENT TECHNOLOGIES 7890 A	
<b>DETECTOR</b>		AGILENT TECHNOLOGIES 5977A MSD	
<b>COLUMNA</b>		Columna DB-WAXetr (60m x 0.250mm x 0.25µm)	
<b>MÉTODO CROMATOGRÁFICO</b>		<b>Temperatura del inyector:</b> 210°C; <b>Volumen de inyección:</b> 1 µL en modo splitless; <b>Programa térmico:</b> Temperatura del horno 80 °C con isoterma de 1 minuto, se incremento de 80 °C a 125 °C a razón de 10 °C/min con isoterma de 3 minutos, se incremento de 125 °C a 145 °C a razón de 8 °C/min con isoterma de 26 minutos y finalmente se incremento de 145 °C a 220 °C a razón de 2 °C/min durante 1 minuto. <b>Temperatura del detector:</b> 240 °C <b>Tiempo total de corrida:</b> 75.5 minutos	
Nº	Compuesto	Tiempo de retención (min)	Área (%)
1	Caproic acid, methyl ester	7.088	0.47
2	Caprylic acid methyl ester	10.412	5.59
3	1-Hexanol, 2-ethyl-	12.237	0.21
4	Capric acid methyl ester	15.280	5.19
5	Lauric acid, methyl ester	24.839	36.46
6	Myristic acid, methyl ester	43.496	20.95
7	Palmitic acid, methyl ester	58.566	12.25
8	Stearic acid, methyl ester	69.581	3.93
9	Oleic acid, methyl ester	70.618	10.19
10	Linoleic acid, methyl ester	72.779	3.35
11	Phthalic acid, bis(2-ethylhexyl) ester	73.183	2.21

Los compuestos fueron identificados con la Librería NIST14.L.

  
 Ing. Favian Bayas Morejón PhD.  
 Director DIVIUEB  
 Teléf. (+593) 99 031 6224



 <b>UNIVERSIDAD</b> BOLIVAR <b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> Lagucoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador	<b>Código</b>	FPG12-01
		<b>Versión</b>	1
		<b>Año</b>	2023
		<b>Página</b>	Página 2 de 2
<b>INFORME DE RESULTADOS</b>			

<b>EQUIPO</b>	GC AGILENT TECHNOLOGIES 7890 A		
<b>DETECTOR</b>	AGILENT TECHNOLOGIES 5977A MSD		
<b>COLUMNA</b>	Columna DB-WAXetr (60m x 0.250mm x 0.25µm)		
<b>MÉTODO CROMATOGRÁFICO</b>	<b>Temperatura del inyector:</b> 210 °C; <b>Volumen de inyección:</b> 1 µL en modo splitless; <b>Programa térmico:</b> Temperatura del horno 80 °C con isoterma de 1 minuto, se incremento de 80 °C a 125 °C a razón de 10 °C/min con isoterma de 3 minutos, se incremento de 125 °C a 145 °C a razón de 8 °C/min con isoterma de 26 minutos y finalmente se incremento de 145 °C a 220 °C a razón de 2 °C/min durante 1 minuto. <b>Temperatura del detector:</b> 240 °C <b>Tiempo total de corrida:</b> 75.5 minutos		
<b>N°</b>	<b>Compuesto</b>	<b>Tiempo de retención (min)</b>	<b>Área (%)</b>
1	Caproic acid, methyl ester	7.088	0.50
2	Caprylic acid methyl ester	10.415	5.62
3	1-Hexanol, 2-ethyl	12.242	0.06
4	Capric acid methyl ester	15.284	5.12
5	Undecanoic acid, methyl ester	19.019	0.03
6	Lauric acid, methyl ester	24.841	36.54
7	Tridecanoic acid, methyl ester	32.516	0.04
8	Myristic acid, methyl ester	43.511	21.74
9	Caprylic acid	47.621	0.05
10	Palmitic acid, methyl ester	58.573	12.88
11	Stearic acid, methyl ester	69.587	4.22
12	Oleic acid, methyl ester	70.623	10.21
13	Methyl 9-octadecenoate	70.875	0.16
14	Lauric acid	72.397	0.12
15	Linoleic acid, methyl ester	72.788	2.74

Los compuestos fueron identificados con la Librería NIST14.L.

  
 Ing. Favian Bayas Morejón PhD.  
 Director DIVIUEB  
 Teléf. (+593) 99 031 6224

**INFORME DE RESULTADOS**

INF-DIV-FQ.67721a

**DATOS DEL CLIENTE**

Cliente:	JOHANNA RIVERA
Dirección:	GUARANDA
Teléfono:	0990674844

**DATOS DE LA MUESTRA**

Descripción:	Aceite de coco T1		
Lote:	---	Contenido Declarado:	50g
Fecha de Elaboración:	---	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2023-07-11	Hora de Recepción:	14:52:33
Fecha de Análisis:	2023-07-12	Fecha de Emisión:	2023-07-17
Material de Envase:	---		
Toma de Muestra realizada por:	EL CLIENTE		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

**CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA**

Color:	Característico.	Olor:	Característico.
Estado:	Sólido.	Conservación:	Al Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

**RESULTADOS FISICOQUIMICO**

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
INDICE DE YODO	9.92	%	MFQ-45	NTE INEN ISO 3961:2013/ Volumetría
INDICE DE REFRACCION	1.4570	°	MFQ-29	AOAC 921.08/ Refractometría
INDICE DE RANCIDEZ	Negativo	---	MFQ-10	MFQ-10/ Cualitativo

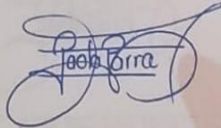
Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca S.A.

Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite. El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de ingreso será de 15 días para muestras perecibles y 1 mes calendario para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para análisis microbiológicos 5 días laborables a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.

El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).



Quím. Mercedes Parra  
Jefe División Instrumental



JORGE ERAZO N50-109 Y CAPITÁN CRISTOBAL SANDOVAL  
LA CONCEPCIÓN - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR  
Telf. (02) 330 0247, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalityca.com

Desarrollado por RocioSoft.com pág. 1/1

RFQ-7.8-01 / Edición RG: 11

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	JOHANNA RIVERA
Dirección:	GUARANDA
Teléfono:	0990674844

DATOS DE LA MUESTRA

Descripción:	Aceite de coco T7		
Lote	---	Contenido Declarado:	50g
Fecha de Elaboración:	---	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2023-07-11	Hora de Recepción	14:52:33
Fecha de Análisis:	2023-07-12	Fecha de Emisión:	2023-07-17
Material de Envase:	---		
Toma de Muestra realizada por:	EL CLIENTE		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

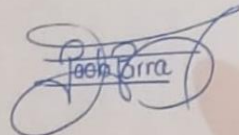
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico.	Olor:	Característico.
Estado:	Sólido.	Conservación:	Al Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS FISICOQUÍMICO

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
INDICE DE YODO	10.12	%	MFQ-45	NTE INEN ISO 3961:2013/ Volumetría
INDICE DE REFRACCION	1.4570	n	MFQ-29	AOAC 921.08/ Refractometría
INDICE DE RANCIDEZ	Negativo	---	MFQ-10	MFQ-10/ Cualitativo

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca S.A.  
Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.  
El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de ingreso será de 15 días para muestras perecibles y 1 mes calendario para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para análisis microbiológicos 5 días laborables a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.  
Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.  
El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.  
El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).



Quím. Mercedes Parra  
Jefe División Instrumental

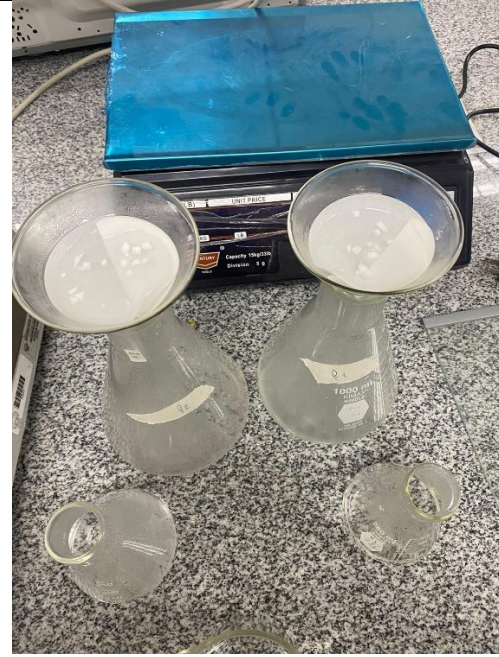


JORGE ERAZO H80-109 Y CAPITÁN CRISTÓBAL SANDOVAL  
LA CONCEPCIÓN - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR  
Tel: (02) 330 0247, 228 9743, 244 4670 / email: informes@multianalityca.com



## Anexo 6

### Caracterización de la materia prima



Fibra



Humedad



Ceniza



Grasa



## Anexo 7

### *Secado del coco para la extracción del aceite*



Materia prima



Cortado del coco



Secado del coco





## Anexo 8

### Extracción del aceite de coco



Materia prima



Proceso de prensado



Torta



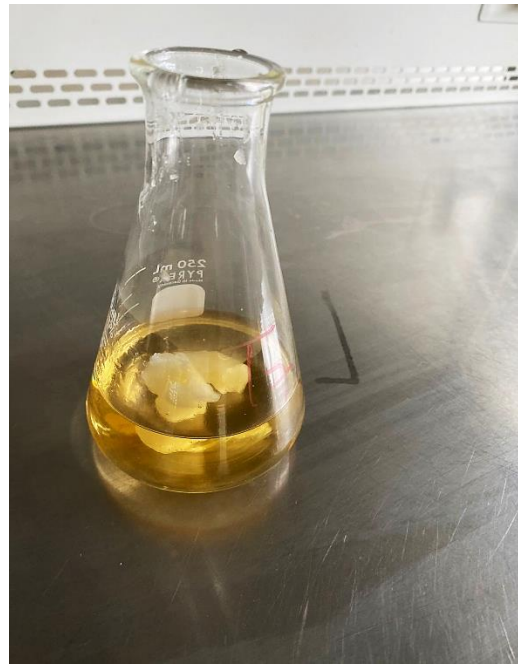
Aceite

## Anexo 9

### Análisis físico-químico del aceite



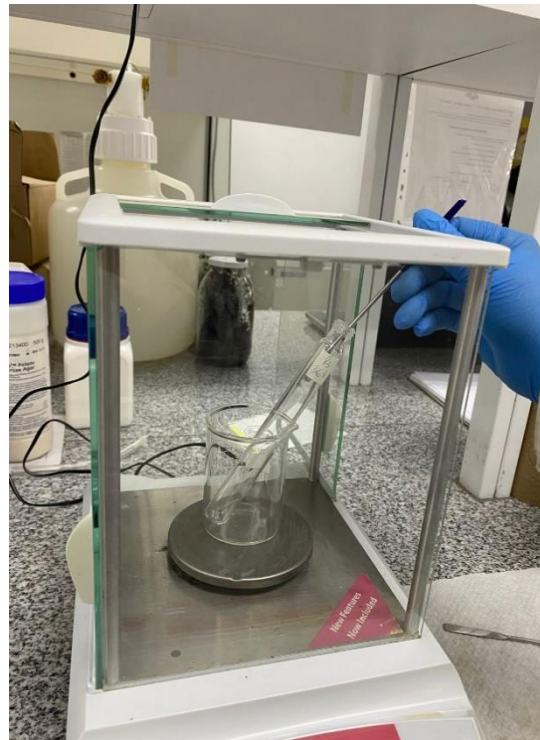
Índice de refracción



Índice de yodo



Índice de saponificación



Índice de rancidez



## Anexo 10

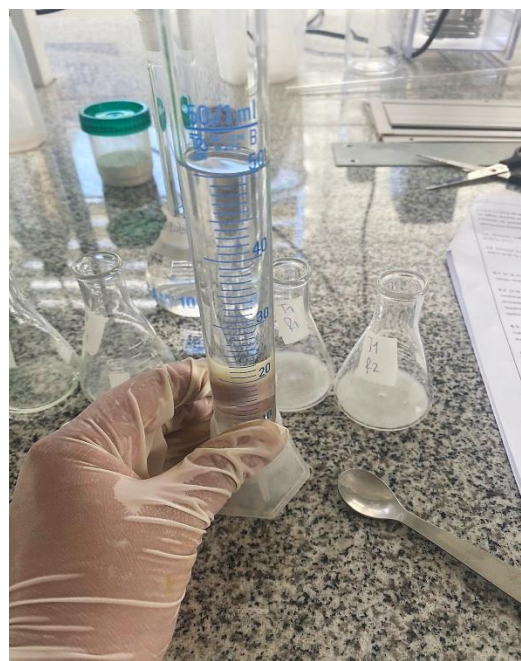
### *Análisis microbiológico del aceite del mejor tratamiento*



Densidad



Índice de acidez



Mohos y levaduras

## Anexo 11

### *Análisis de cromatografía líquida HPLC*



**Preparación de la muestra**



**Codificado**



**Colocación de muestras en el  
cromatógrafo**



**Lectura de los picos**

**Anexo 12**

*Etiqueta comercial*

ACBITE

# PICOCOS


COMESTIBLE

Rico en ácido láurico y el ácido mirístico de éster metílico.

F. Venc:  
F. Elab:  
Lote: P.V. P

**100 % Natural**

**C. Neto: 200 mL**



## **Anexo 9.** Glosario de términos técnicos

### ▲ **Aceite de coco**

Aceite vegetal comestible que se obtiene de la nuez de coco.

### ▲ **Aceite puro**

Proveniente de una sola especie vegetal. No se admitirá presencia de otro aceite.

### ▲ **Aceite vegetal**

Obtenido por distintos procedimientos de frutos y semillas sanas y limpias.

### ▲ **Ácidos grasos**

Son componentes naturales de las grasas y los aceites. Son ácidos carboxílicos con cadenas hidrocarbonadas desde 4 a 28 carbonos, saturadas o insaturadas.

### ▲ **Ácidos grasos mono insaturados**

Son ácidos grasos que poseen una sola instauración (doble enlace) en la cadena de carbonos.

### ▲ **Ácidos grasos poliinsaturados**

Son ácidos grasos que poseen dos o más instauraciones (doble enlace) en la cadena de carbonos.

### ▲ **Coco**

Es un fruto redondo y alargado de carne blanca, fibrosa y aceitosa cubierta por una cáscara dura, de color marrón y peludo.

### ▲ **Coco pulpa**

Pulpa de coco recién separada de la corteza.

### ▲ **Coco rallado**

Pulpa de coco tratada que venden deshidratada y rallada.

### ▲ **Cortado**

Separación de la pulpa coco, en dos o más porciones, mediante el uso de fuerza.

### ▲ **Copra**

El grano seco o la carne del coco del que se expresa el aceite de coco.

### ▲ **Distribución normal**

Es una distribución con forma de campana donde las desviaciones estándar sucesivas con respecto a la media establecen valores de referencia.

### ▲ **Extracción**

La extracción es la técnica empleada para separar un producto orgánico de una mezcla de reacción o para aislarlo de sus fuentes naturales.

▲ **Licuadao**

Proceso para mezclar el agua con una fruta.

▲ **Prensa**

Es una máquina empleada en la industria para comprimir distintos tipos de materiales, en este caso para separar un líquido de un sólido.

▲ **Propiedades organolépticas**

Son las características físicas que pueden percibir de ellos los distintos sentidos, como el sabor, el olor, la textura y el color.

▲ **Reposo**

Permitir que un objeto (mezcla) permanezca en quietud a temperatura ambiente.

▲ **Tecnificar**

Introducir procedimientos técnicos modernos en las ramas de producción que no los empleaban.

▲ **Lienzo dulce abrigo**

También llamado tela bayetilla. Su composición es de cien por ciento de algodón.