



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

FORMULACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO COSMÉTICO ACEITE DE ALOE VERA, UTILIZANDO EXTRACTO DE ALOE VERA (*Aloe barbadensis*) Y ACEITE DE COCO (*Cocos nucifera* L.) COMO ACEITE PORTADOR, OBTENIDO CON MACERACIÓN DINÁMICA A REFLUJO, A ESCALA LABORATORIO

Karol Mishél Medina Recinos

Asesorado por la Inga. Qca. Telma Maricela Cano Morales e

Ing. Qco. Mario José Mérida Meré

Guatemala, febrero de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

FORMULACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO COSMÉTICO ACEITE DE ALOE VERA, UTILIZANDO EXTRACTO DE ALOE VERA (*Aloe barbadensis*) Y ACEITE DE COCO (*Cocos nucifera* L.) COMO ACEITE PORTADOR, OBTENIDO CON MACERACIÓN DINÁMICA A REFLUJO, A ESCALA LABORATORIO

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

KAROL MISHÉL MEDINA RECINOS
ASESORADO POR LA INGA. QCA. TELMA MARICELA CANO MORALES
E ING. QCO. MARIO JOSÉ MÉRIDA MERÉ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERA QUÍMICA

GUATEMALA, FEBRERO 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Jorge Emilio Godínez Lémus
EXAMINADORA	Inga. Mercedes Esther Roquel Chávez
EXAMINADORA	Inga. Dra. Casta Petrona Zeceña Zeceña
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

FORMULACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO COSMÉTICO ACEITE DE ALOE VERA, UTILIZANDO EXTRACTO DE ALOE VERA (*Aloe barbadensis*) Y ACEITE DE COCO (*Cocos nucifera L.*) COMO ACEITE PORTADOR, OBTENIDO CON MACERACIÓN DINÁMICA A REFLUJO, A ESCALA LABORATORIO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 26 de julio del 2019.

Karol Mishél Medina Recinos



Guatemala, 14 de octubre de 2021

Ingeniero
Williams Guillermo Álvarez Mejía
DIRECTOR
Escuela Ingeniería Química
Presente.

Estimado Ingeniero Álvarez:

Le saludo cordialmente, deseándole éxitos en sus actividades. Por medio de la presente hago constar que he revisado y aprobado el Informe Final del trabajo de graduación titulado: **“FORMULACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO COSMÉTICO ACEITE DE ALOE VERA, UTILIZANDO EXTRACTO DE ALOE VERA (*Aloe barbadensis*) Y ACEITE DE COCO (*Cocos nucifera* L.) COMO ACEITE PORTADOR, OBTENIDO CON MACERACIÓN DINÁMICA A REFLUJO, A ESCALA LABORATORIO.**”, elaborado por la estudiante de la carrera de Ingeniería Química, **Karol Mishél Medina Recinos**, quien se identifica con el registro académico **2015-03814** y con el CUI **3400 95814 2101**.

Agradeciendo la atención a la presente, me suscribo de usted,

Atentamente,



Ing. Qco. Mario José Mérida Meré
PROFESOR INVESTIGADOR
Escuela de Ingeniería Química/USAC
JEFE

Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales –LIEXVE
Sección Química Industrial CII / USAC
Asesor

INGENIERO QUÍMICO

Mario José Mérida Meré
Colegiado No. 1411



Inga. Qca. Telma Maricela Cano Morales
PROFESORA INVESTIGADORA
DIRECTORA
Centro de Investigaciones de Ingeniería/USAC
Asesora

INGENIERA QUÍMICA

Telma Maricela Cano Morales
Colegiado No. 433



Guatemala, 10 de noviembre de 2021.
Ref. EIQ.TG-IF.037.2021.

Ingeniero
Williams Guillermo Álvarez Mejía
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Álvarez:

Como consta en el registro de evaluación, correlativo **029-2019**, le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

INFORME FINAL

Solicitado por el estudiante universitario: **Karol Mishél Medina Recinos.**

Identificado con número de carné: **3400958142101.**

Identificado con registro académico: **201503814.**

Previo a optar al título de la carrera: **Ingeniería Química.**

En la modalidad: **Informe Final, Seminario de Investigación.**

Siguiendo los procedimientos de revisión interna de la Escuela de Ingeniería Química, los Miembros de la Terna han procedido a **APROBARLO** con el siguiente título:

FORMULACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO COSMÉTICO ACEITE DE ALOE VERA, UTILIZANDO EXTRACTO DE ALOE VERA (*Aloe barbadensis*) Y ACEITE DE COCO (*Cocos nucifera* L.) COMO ACEITE PORTADOR, OBTENIDO CON MACERACIÓN DINÁMICA A REFLUJO, A ESCALA LABORATORIO

El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por:

Mario José Mérida Meré, profesional de la Ingeniería Química
Telma Maricela Cano Morales, profesional de la Ingeniería Química

Habiendo encontrado el referido trabajo de graduación **SATISFACTORIO**, se autoriza al estudiante, proceder con los trámites requeridos de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Manuel Emilio Figueroa Solares
Ingeniero Químico,
Colegiado 426
ÁREA TRABAJOS DE TERNAS DE GRADUACIÓN
Tribunal de Revisión
Trabajo de Graduación

C.c.: archivo

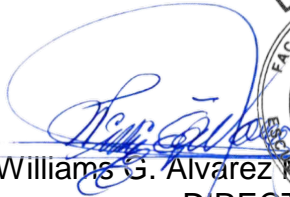




LNG.DIRECTOR.018.EIQ.2022

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de Área y aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **FORMULACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO COSMÉTICO ACEITE DE ALOE VERA, UTILIZANDO EXTRACTO DE ALOE VERA (*Aloe barbadensis*) Y ACEITE DE COCO (*Cocos nucifera* L.) COMO ACEITE PORTADOR, OBTENIDO CON MACERACIÓN DINÁMICA A REFLUJO, A ESCALA LABORATORIO**, presentado por: **Karol Mishél Medina Recinos**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“Id y Enseñad a Todos”



Ing. Williams G. Alvarez Mejia: M.I.Q., M.U.I.E.
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química

Guatemala, febrero de 2022.

Facultad de Ingeniería

Decanato
24189101-
24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.055.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al Trabajo de Graduación titulado: **FORMULACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO COSMÉTICO ACEITE DE ALOE VERA, UTILIZANDO EXTRACTO DE ALOE VERA (Aloe barbadensis) Y ACEITE DE COCO (Cocos nucifera L.) COMO ACEITE PORTADOR, OBTENIDO CON MACERACIÓN DINÁMICA A REFLUJO, A ESCALA LABORATORIO**, presentado por: **Karol Mishel Medina Recinos**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, febrero de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser mi fortaleza en todo momento y brindarme la sabiduría para cumplir mis metas y ser mejor persona durante todo el proceso.
- Mis padres** Irma Aracely Recinos y Juan Antonio Medina, por brindarme su apoyo incondicional durante toda mi vida.
- Mis hermanas** Zuily y Carmen Medina, por ser un apoyo y ejemplo a lo largo de mi vida.
- Mi novio** Angel Alvizures, por ser esa persona incondicional y amorosa, por brindarme su apoyo y ánimos en cada una de las metas propuestas.
- Mis amigos** Por el apoyo y compañía a lo largo de la carrera universitaria.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi casa de estudio y brindarme la oportunidad para formarme y crecer como profesional.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme los conocimientos necesarios de alto nivel para desarrollarme como Ingeniera Química
LIEXVE	Por permitirme hacer uso de sus instalaciones, equipo, reactivos y recurso humano para el desarrollo del estudio de investigación.
Mis padres	Irma Aracely Recinos y Juan Antonio Medina, por ser un ejemplo de entrega, consistencia y superación, por ser un apoyo incondicional en mi carrera universitaria.
Mis asesores	Inga. Telma Cano e Ing. Mario Mérida, por su tiempo y dedicación a mi persona, por compartir sus conocimientos y sabiduría.
Mi revisor	Ing. Emilio Figueroa, por su tiempo brindado en la revisión de este trabajo de graduación.

2.4.1.	Prensado en frío.....	16
2.4.2.	Maceración dinámica con reflujo.....	17
2.4.3.	Hidrodestilación.....	18
2.5.	Factores que influyen en la extracción de aceites.....	20
2.5.1.	Tiempo de extracción.....	20
2.5.2.	Tamaño de partícula.....	20
2.5.3.	Deshidratado de la materia vegetal.....	21
2.6.	Producto cosmético Aceite de Aloe vera.....	21
2.6.1.	Agentes antioxidantes en cosmetología.....	22
2.6.1.1.	Acido ascórbico.....	23
2.6.1.2.	Tocoferol.....	23
2.6.2.	Procesamiento del extracto de Aloe vera.....	25
2.6.2.1.	Etapas del procesamiento de extracto de Aloe vera.....	26
2.7.	Características fisicoquímicas en productos cosmético.....	27
2.8.	Características organolépticas en productos cosméticos.....	28
3.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	29
3.1.	Localización.....	29
3.2.	Variables.....	29
3.2.1.	Variables independientes.....	29
3.2.2.	Variables dependientes.....	30
3.3.	Delimitación del campo de estudio.....	31
3.3.1.	Etapas que conforman la investigación.....	31
3.4.	Recursos humanos disponibles.....	32
3.5.	Recursos materiales disponibles.....	32
3.5.1.	Equipo de protección personal.....	32
3.5.2.	Material y Equipo.....	32
3.5.3.	Cristalería.....	33

3.5.4.	Reactivos	33
3.6.	Técnica cuantitativa y cualitativa	33
3.6.1.	Técnica cuantitativa:.....	34
3.6.1.1.	Preparación de las mezclas.....	34
3.6.1.2.	Metodología para la extracción de aceite de coco (<i>Cocos nucifera L.</i>), aceite portador, por medio de prensado en frío.....	35
3.6.1.3.	Metodología para la extracción de aceite esencial de eucalipto, por medio de hidrodestilación.	35
3.6.1.4.	Metodología para la elaboración de aceite de Alore Vera (<i>Aloe barbadensis</i>), por medio de maceración dinámica con reflujo	36
3.6.1.5.	Procedimiento del análisis fisicoquímico	37
3.6.1.5.1.	Potencial de hidrogeno	37
3.6.1.5.2.	Densidad	37
3.6.1.5.3.	Viscosidad	37
3.6.2.	Técnica cualitativa:	38
3.6.2.1.	Procedimiento del análisis organoléptico	38
3.6.2.1.1.	Textura	38
3.6.2.1.2.	Color.....	39
3.6.2.1.3.	Olor.....	39
3.7.	Recolección y ordenamiento de la información	39

3.8.	Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información	41
3.9.	Análisis estadístico	43
4.	RESULTADOS.....	47
5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	53
	CONCLUSIONES.....	57
	RECOMENDACIONES	59
	BIBLIOGRAFÍA.....	61
	APÉNDICES.....	67

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Estructura y microestructura de la hoja de Aloe vera	8
2.	Ácido esteárico.....	11
3.	Colesterol.....	13
4.	Esquema del método maceración dinámica con reflujo	18
5.	Esquema del equipo Neoclevenger	19
6.	Diagrama de flujo para el procesamiento del aceite de Aloe vera	27
7.	Densidad a 25°C del producto cosmético aceite de Aloe vera formulado, según la relación soluto/solvente (w/v).....	49
8.	pH a 25°C del producto cosmético aceite de Aloe vera formulado, según la relación soluto/solvente (w/v).....	50
9.	Viscosidad a 25°C del producto cosmético aceite de Aloe vera formulado, según la relación soluto/solvente (w/v).....	51

TABLAS

I.	Nutrientes presentes en el aceite de Aloe vera.....	6
II.	Vitaminas con actividad antioxidante y sus fuentes alimentarias	25
III.	Variables independientes en el proceso de formulación del producto cosmético aceite de Aloe vera.	30
IV.	Variables dependientes en el proceso de formulación del producto cosmético aceite de Aloe vera.	30
V.	Relación soluto/solvente (w/v).....	34

VI.	Redimiendo porcentual de extracción de aceite portador: aceite de coco, por medio de prensado en frío en prensa hidráulica	39
VII.	Redimiendo porcentual de extracción de aceite esencial de eucalipto por medio de hidrodestilación, a escala laboratorio	40
VIII.	Pruebas organolépticas del producto cosmético aceite de Aloe vera ...	40
IX.	Pruebas químicas y físicas del producto cosmético aceite de Aloe vera	41
X.	Redimiendo porcentual de extracción de aceite de coco (<i>Cocos nucifera L.</i>) por medio de prensado en frío en prensa hidráulica.....	42
XI.	Redimiendo porcentual de extracción de aceite esencial de eucalipto por medio de hidrodestilación, a escala laboratorio	42
XII.	Pruebas químicas y físicas de la formulación del producto cosmético: aceite de Aloe vera	43
XIII.	Datos de densidad del producto cosmético, aceite de Aloe vera formulado, para ANOVA de un factor, según relación soluto/solvente (w/v)	44
XIV.	Análisis de varianza de un factor para densidad del producto cosmético, aceite de Aloe vera formulado, según relación soluto/solvente (w/v)	44
XV.	Datos de pH del producto cosmético, aceite de Aloe vera formulado, para ANOVA de un factor, según relación soluto/solvente (w/v)	45
XVI.	Análisis de varianza de un factor para pH del producto cosmético, aceite de Aloe vera formulado, según relación soluto/solvente (w/v)....	45
XVII.	Datos de viscosidad del producto cosmético, aceite de Aloe vera formulado, para ANOVA de un factor, según relación soluto/solvente (w/v)	46
XVIII.	Análisis de varianza de un factor para viscosidad del producto cosmético, aceite de Aloe vera formulado, según relación soluto/solvente (w/v)	46

XIX.	Formulación del producto cosmético aceite de Aloe utilizando una relación soluto/solvente (w/v) 1:1	47
XX.	Formulación del producto cosmético aceite de Aloe vera utilizando una relación soluto/solvente (w/v) 1.5:1	47
XXI.	Formulación del producto cosmético aceite de Aloe vera utilizando una relación soluto/solvente (w/v) 2:1	48
XXII.	Rendimiento de extracción de aceite de coco (<i>Cocos nucifera L.</i>).....	48
XXIII.	Evaluación del producto cosmético aceite de Aloe vera por medio de pruebas organolépticas, según la relación soluto/solvente (w/v) a 24°C	48
XXIV.	Densidad a 25°C del producto cosmético aceite de Aloe vera formulado, según la relación soluto/solvente (w/v).....	49
XXV.	pH a 25°C del producto cosmético aceite de Aloe vera formulado, según la relación soluto/solvente (w/v).....	50
XXVI.	Viscosidad a 25°C del producto cosmético aceite de Aloe vera formulado, según la relación soluto/solvente (w/v).....	51

LISTA DE SIMBOLOS

Símbolo	Significado
cP	Centipoise
σ	Desviación estándar
F	Factor de Fisher
°C	Grado Celsius
g	Gramo
H1	Hipótesis alternativa
Ho	Hipótesis nula
mL	Mililitro
(w/v)	peso/volumen
%	Porcentaje
pH	Potencial de hidrogeno
T	Temperatura

GLOSARIO

Aceite esencial	Compuesto natural aromático con sustancias líquidas volátiles que se encuentran en las semillas, la corteza, los tallos, las raíces, las flores y otras partes de las plantas.
Aceite portador	Aceite vegetal puro, también llamado aceite base o aceite vehicular, que tiene como función diluir otros aceites para ser aplicados en la piel.
Copra de coco	Pulpa seca del coco partida en pequeños trozos de la cual se extrae el aceite de coco.
Densidad	Medida de una sustancia, que indica la relación de la cantidad de masa en un volumen determinado.
Extracto vegetal	Producto extraído directamente de los frutos, hojas, semillas o raíces de una planta, los cuales contienen componentes que pueden realizar una función beneficiosa en el organismo cuando se ingieren a través de un alimento o cuando los aplicamos en la piel.
Neoclevenger	Equipo utilizado para la extracción de aceite esencial de materias vegetales a escala laboratorio.

Pardeamiento	Alteración que se manifiesta en el vegetal con la formación de colores oscuros y la pérdida de sabor, e incluso, de contenido nutricional, debido a una reacción de oxidación en la que interviene como substrato el oxígeno molecular.
Potencial de Hidrógeno	Medida para determinar el grado de alcalinidad o acidez de una disolución.
Rendimiento	Relación entre el peso de la materia vegetal y el peso del aceite esencial obtenido expresado en porcentaje.
Termolábil	Sustancia que se altera fácilmente por la acción del calor.
Textura	Característica organoléptica que indica homogeneidad o heterogeneidad en la mezcla.
Viscosidad	Resistencia que poseen algunos líquidos durante su fluidez y deformación.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación tuvo como objetivo la formulación y caracterización del producto cosmético aceite de Aloe vera, utilizando extracto de Aloe vera (*Aloe barbadensis*) y aceite de coco (*Cocos nucifera L.*) como aceite portador, obtenido con maceración dinámica a reflujo, a escala laboratorio.

Esto se llevó a cabo utilizando extracto de Aloe vera (*Aloe barbadensis*) proveniente del departamento de Guatemala, y un aceite portador el cual se extrajo de la copra de coco (*Cocos nucifera L.*) mediante prensado en frío con prensa hidráulica. La formulación de dicho aceite se llevó a cabo realizando la variación en la relación soluto/solvente (w/v): 1:1, 1.5:1 y 2:1, utilizando 50 mL de aceite portador como solvente. A cada una de las muestras formuladas se le realizó un análisis cualitativo mediante pruebas organolépticas como: textura, color y olor, así mismo, de forma cuantitativa se realizaron pruebas químicas y físicas como lo son: densidad, viscosidad y potencial de hidrógeno También se utilizó un aceite esencial de eucalipto para brindar aroma refrescante al producto cosmético formulado, este aceite esencial se extrajo por medio del método de hidrodestilación a escala laboratorio.

Se determinó el porcentaje de Aloe vera contenido en cada una de las formulaciones realizadas según la relación soluto/solvente (w/v), presentando un 51,18 % para la relación 1:1, 60,96 % para la relación 1.5:1 y un 67,39 % para la relación 2:1. Según el análisis estadístico ANOVA, se concluyó que existe diferencia significativa en las propiedades químicas y físicas (densidad, pH y viscosidad) en función de la variación en la relación soluto/solvente(w/v) en la formulación del producto cosmético.

OBJETIVOS

General

Formular y caracterizar el producto cosmético aceite de Aloe vera, utilizando extracto de Aloe vera (*Aloe barbadensis*) y aceite de coco (*Cocos nucifera L.*) como aceite portador (solvente), obtenido con maceración dinámica a reflujo, a escala laboratorio.

Específicos

1. Formular el producto cosmético aceite de Aloe vera mediante extracción por maceración dinámica con reflujo, utilizando extracto de Aloe vera (*Aloe barbadensis*) y aceite de coco (*Cocos nucifera L.*) como aceite portador (solvente), variando la relación soluto/solvente (w/v) 1:1, 1.5:1, 2:1, a escala laboratorio.
2. Extraer aceite de coco (*Cocos nucifera L.*) por medio de prensado en frío para su utilización como aceite portador en la elaboración de aceite de Aloe vera (*Aloe barbadensis*), determinando el rendimiento de extracción.
3. Evaluar a través de pruebas organolépticas: textura, color y olor el producto cosmético aceite de Aloe vera formulado, variando la relación soluto/solvente (w/v) 1:1, 1.5:1, 2:1, a escala laboratorio.

4. Realizar pruebas fisicoquímicas; densidad, potencial de hidrógeno y viscosidad al producto cosmético aceite de Aloe vera formulado, variando la relación soluto/solvente (w/v) 1:1, 1.5:1, 2:1.

HIPÓTESIS

Hipótesis de Investigación

Es posible la formulación y caracterización del producto cosmético aceite de Aloe vera, utilizando extracto de Aloe vera (*Aloe barbadensis*) y aceite de coco (*Cocos nucifera L.*) como aceite portador (solvente), obtenido con maceración dinámica a reflujo, a escala laboratorio

Hipótesis nula

Ho, 1: la variación de la relación soluto/solvente (w/v) en la formulación del producto cosmético aceite de Aloe vera utilizando extracto de Aloe vera y aceite de coco, como aceite portador, no influye significativamente en la densidad de dicho producto.

Ho, 2: la variación de la relación soluto/solvente (w/v) en la formulación del producto cosmético aceite de Aloe vera utilizando extracto de Aloe vera y aceite de coco, como aceite portador, no influye significativamente en el pH de dicho producto.

Ho, 3: la variación de la relación soluto/solvente (w/v) en la formulación del producto cosmético aceite de Aloe vera utilizando extracto de Aloe vera y aceite de coco, como aceite portador, no influye significativamente en la viscosidad de dicho producto.

Hipótesis alternativa

HA, 1: la variación de la relación soluto/solvente (w/v) en la formulación del producto cosmético aceite de Aloe vera utilizando extracto de Aloe vera y aceite de coco, como aceite portador, si influye significativamente en la densidad de dicho producto.

HA, 2: la variación de la relación soluto/solvente (w/v) en la formulación del producto cosmético aceite de Aloe vera utilizando extracto de Aloe vera y aceite de coco, como aceite portador, si influye significativamente en el pH de dicho producto.

HA, 3: la variación de la relación soluto/solvente (w/v) en la formulación del producto cosmético aceite de Aloe vera utilizando extracto de Aloe vera y aceite de coco, como aceite portador, si influye significativamente en la viscosidad de dicho producto.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de los años, la planta de Aloe vera se ha vuelto una planta muy reconocida tanto en la medicina natural como en la cosmética y aromaterapia, debido a que posee muchos beneficios medicinales.

Se han llevado a cabo varios estudios y se sabe que “el aceite de Aloe vera por sí mismo, no es un aceite puro, ya que no contiene ninguna sustancia oleosa, por lo que se necesita mezclar con un aceite graso, el cual funciona como un aceite portador.”¹ En la industria de la cosmética existe una gran diversidad de aceites vegetales utilizados como aceites portadores los cuales aportan gran cantidad de beneficios en la piel, uno de los más utilizados es “el aceite de coco ya que es considerado uno de los aceites vegetales más estables debido a su alto nivel de saturación frente a otros aceites comestibles.”² “El aceite de coco presenta un porcentaje de extracción del 29,09 %³ siendo este mayor a otros aceites, entre ellos el aceite de aguacate con un porcentaje de rendimiento del 20 %⁴ y el aceite de almendra del corozo con un 22,29 %.⁵ “El aceite de la almendra del corozo es similar al aceite de coco y palmiste, por lo que pudiera recomendarse en la fabricación de cosméticos y algunos alimentos.”⁵

¹ CASTRO, Daniela. *Cómo hacer gel de Aloe vera y cuáles son sus aplicaciones*. p. 7.

² FURTADO, Maria Clara, et al. *Caracterización fisicoquímica de aceites de frutos secos de coco (Cocos nucifera L.)*. p. 9.

³ GÓMEZ-MATOS, Mislén, et al. *Caracterización de aceite extraído del fruto de Cocos nucifera obtenido a escala de laboratorio*. p. 1.

⁴ BETANCUR Yepes, D. P., Sánchez Giraldo, L., & Márquez Cardozo, C. J. *Extracción termomecánica y caracterización fisicoquímica del aceite de aguacate (Persea americana Mill. cv. Hass)*. p. 75.

⁵ HERNÁNDEZ, Carlos; PITRE, Alberto Mieres. *Extracción y purificación del aceite de la almendra del fruto de la palma de corozo (Acrocomia aculeata)*. p.68.

El Aloe vera, es una planta con que contiene alrededor de 360 especies diferentes, esta planta forma parte de la familia de las asfodeláceas o liláceas, las cuales contienen hojas perennes en forma de roseta. “El tamaño de esta planta generalmente alcanza los 50 cm.”⁶ “Su nombre proviene del griego "aloê"; y en árabe se llama "alloeh", que tiene como significado: "la sustancia amarga brillante"; la palabra vera proviene del latín y significa: "verdad", así como en lengua indoeuropea “Aloe vera” su significado describe a una diosa.”⁶

“En la actualidad, varias industrias se han concentrado en la extracción del gel en distintas presentaciones; este mercado ha ido creciendo y evolucionando significativamente durante los últimos años y mantiene una visión de crecimiento no menor a 12 %”⁶ en periodos de 12 meses, esperándose un mercado global de 65 millones de dólares en productos primarios (plántulas, hojas y gel) y más de 200 mil millones de dólares en productos como champús, lociones, bebidas y medicamentos.

En el presente estudio se realizó la formulación y caracterización del producto cosmético aceite de Aloe vera a partir del extracto de Aloe vera utilizando aceite de coco como aceite portador debido a su alto contenido de aceite, fácil acceso a la materia prima y su bajo costo en el mercado. Se realizó su obtención de manera física para obtener parámetros de rendimiento de extracción con los cuales se puede tener un análisis respecto a la viabilidad de su obtención si en algún momento se desea realizar un análisis de factibilidad para proyectar el estudio a una escala industrial. Este aceite se extrajo utilizando el método de prensado en frío debido a la facilidad que presenta y a su vez por su bajo costo a comparación de una extracción mediante solventes orgánicos como lo es una lixiviación solido-liquido mediante soxhlet.

⁶ REYNOLDS, T. y DWECK A. C. *Aloe vera leaf gel: a review update*. p. 3.

Estudios indican que se obtiene un menor rendimiento de extracción utilizando el método de prensado en frío, debido a las elevadas pérdidas que se generan durante su procesamiento, sin embargo, “este método mecánico presenta aceites más naturales ya que no se emplea calor durante su extracción, como sucede en una extracción mediante solventes ya que se realizan operaciones de separación que involucran el empleo de calor.”⁷

Se plantearon hipótesis para determinar si la variación de la relación soluto/solvente (w/v) en la formulación del producto cosmético influye o no significativamente en sus características químicas y físicas. En la metodología se evaluaron las variables independientes y dependientes para determinar la variabilidad en la formulación de dicho producto. Para la evaluación estadística se utilizaron medidas de tendencia central para obtener valores promedio de: densidad, viscosidad y potencial de hidrogeno de la formulación del producto cosmético aceite de Aloe vera y se utilizó un análisis de varianza para cuantificar la variación de la propiedades químicas y físicas de la formulación del producto cosmético aceite de Aloe vera según las distintas relaciones soluto/solvente (w/v), las cuales presentan tres variaciones: 1:1, 1.5:1, 2:1. Se realizaron 3 repeticiones para cada uno de ellos, las cuales se analizaron de manera aleatoria en 3 bloques de tres tratamientos para cada variable independiente obteniendo así un total de 9 tratamientos y se comparó: textura, color y olor del producto cosmético en las condiciones propuestas.

Se recolectó y ordenó la información por medio de la técnica de muestreo, la cual consistió en técnicas cuantitativas y cualitativas donde se identificaron propiedades organolépticas de cada producto cosmético obtenido a distinta concentración soluto/solvente (w/v).

⁷ RODRÍGUEZ MILLÁN, P. S.; SILVA RAMÍREZ, A. S.; CARRILLO INUNGARAY, M. L. *Caracterización fisicoquímica del aceite de nuez de Macadamia (Macadamia integrifolia) Physicochemical characterization of Macadamia nut (Macadamia integrifolia) oil.* p. 58.

1. ANTECEDENTES

En el transcurso de los años, en Guatemala y en el resto del mundo, la planta de Aloe vera (*Aloe barbadensis*) se ha vuelto esencial para el consumo del diario vivir, pues es muy reconocida en muchos aspectos en la medicina natural, cosmética, aromaterapia, alimentos y farmacéutica, ya que presenta diversas propiedades funcionales, antioxidantes y terapéuticas.

En la Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Quiché-CUSACQ, se realizó el trabajo de graduación titulado: *“Producción y aprovechamiento de la sábila (Aloe vera) como planta medicinal y sus beneficios”*⁸ en el cual se establece los beneficios de la sábila y su utilización como planta medicinal para mejorar algunas de las enfermedades de estudiantes, en donde se menciona que dicha planta es muy útil para las siguientes enfermedades: acné, abscesos, heridas, cicatrices, quemaduras, infecciones por hongos, dermatología, cuidados de la boca, quemaduras por el sol, varices, rasguños, pie de atleta, infecciones del hígado, hemorroides, diabetes, entre otros.

En la revista mexicana de ingeniería química titulada: *“El gel de Aloe vera: estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria”*⁹, se realizó una recopilación respectiva al origen de la planta, su estructura, la composición

⁸ PINEDA, Billy Alexander. *Producción y aprovechamiento de la sábila (Aloe vera) como planta medicinal y sus beneficios*. p. 1.

⁹ DOMINGUEZ-FERNANDEZ, R.N. et al. *El gel de Aloe vera: estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria*. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-27382012000100003&lng=es&nrm=iso. Consulta: 19 de abril de 2019.

química y microestructural del gel, métodos de procesamiento tradicionales y tecnologías empleadas en la conservación y estabilización del mismo; así como la importancia de los distintos y varios estudios relacionados con su actividad biológica y efectos farmacológicos

En el artículo anteriormente mencionado: *“El gel de Aloe vera: estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria”*, se menciona que el botánico Miller realizó la primera clasificación de los Aloes de la isla Barbados quien reporta que “el *Aloe barbadensis*, Miller es originario de la isla de Barbados y fue lanzado al mundo como producto del comercio marítimo en el Caribe.”⁹

También se menciona que las primeras plantaciones de Aloe vera con mayor importancia vienen del año 1870, pero fue hasta el año 1920 cuando se cultivó a mayor grado. Desde entonces se utilizó de manera artesanal para la extracción del acíbar (exudado de la hoja).

En dicho artículo se describe que la microestructura del gel de *Aloe vera* ha sido estudiada con mucha importancia, con la finalidad de conocer su estructura celular y asociarla a los compuestos químicos que esta contiene. Se menciona que en el año 2004 se examinó la microestructura de la pulpa de Aloe vera mediante el uso de microscopía de luz y microscopía electrónica, y que aislaron componentes estructurales y determinaron la composición de carbohidratos. Se describen que el gel está constituido por grandes células mesofílicas, con una forma hexagonal o alongada, y a grandes rasgos no hay diferencia notoria entre el corte longitudinal y el corte transversal. En el estudio de microscopía electrónica de transmisión de las células del parénquima, se logró identificar la pared, membrana y algunos organelos celulares, núcleos, cloroplastos y mitocondrias, esto solo se observó en el exocarpio y haces vasculares (cordones

individuales que forman el sistema vascular primario de las plantas). Los autores mencionan que la principal función de las células del mesófilo en la pulpa es el almacenamiento de agua.

En este artículo se menciona que el cultivo comercial de Aloe vera, para poder extraer el gel, inició en el año 1920 en Florida, Estados Unidos; “caracterizada por ser una planta subtropical con hojas lanceoladas que cuenta con espinas en los bordes, se considera una planta xerofítica (plantas que soportan grandes sequías).”¹⁰ A lo largo de la historia, se ha utilizado terapéuticamente en la medicina popular, como heridas en la piel y otras enfermedades, que se sobrellevan desde hace miles de años; hoy en día el procesamiento del gel de sábila para uso medicinal, cosmético alimenticio, se ha convertido en una gran industria en todo el mundo. En la industria alimentaria, la sábila se ha utilizado en diversos productos, como: leche, helados, yogurts y en la elaboración de dulces y pasteles, sin embargo, el jugo de sábila ha sido utilizado como alimento funcional específicamente para la preparación de bebidas sin efectos laxantes. En cuanto a la industria farmacéutica, el uso comercial del gel de sábila ha tomado gran importancia en cuanto a la fabricación de ungüentos (medicamento líquido o pastoso que se unta en una parte del cuerpo y sirve para aliviar o calmar dolores) tópicos (medicamento aplicable externamente sobre la zona afectada), tabletas y cápsulas. En la industria cosmética, el gel de sábila ha sido empleado como material de base para la preparación de cremas, lociones, jabones, champús, cremas faciales y una amplia gama de productos de tocador.

¹⁰ DOMINGUEZ-FERNANDEZ, R.N. et al. *El gel de Aloe vera: estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria.* http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-27382012000100003&lng=es&nrm=iso. Consulta: 19 de abril de 2019.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Aceites Vegetales

El aceite vegetal es un compuesto orgánico extraído a partir de semillas o frutos oleaginosos. Estos aceites se componen de diferentes tipos de ácidos grasos.

“Los aceites vegetales son utilizados con diferentes fines, tales como alimenticios e industriales, así también, para tratar enfermedades ya que poseen propiedades benéficas para la salud del consumidor.”¹¹ Esto depende de la materia prima utilizada, ya que cada fruto o planta posee diferentes propiedades.

2.1.1. Aceite de Aloe vera

El Aloe vera es una planta vegetal también conocida como sábila, que crece en ambientes tropicales y áridos. Desde hace mucho tiempo se conoce a esta planta como un componente muy importante en la medicina herbal. En la antigüedad egipcia se le conocía como la “planta de la inmortalidad”, ya que la utilizaban como tratamiento para aliviar quemaduras de piel, infecciones y erupciones cutáneas. Muchas otras civilizaciones también conocían su poder curativo, como los árabes, griegos y españoles. “Los grandes beneficios proporcionados por esta planta se encuentran en sus hojas, llenas de gel, alto en nutrientes.”¹²

El Aloe vera se conoce por sus distintos usos como en la industria alimenticia, en cosmética y en bebidas. “Es muy utilizado también para el cuidado

¹¹ MARTÍNEZ, Vicente. *Características de los aceites vegetales*. p. 10.

¹² PINEDA, Billy Alexander. *Producción y aprovechamiento de la sábila (Aloe vera) como planta medicinal y sus beneficios*. p.160.

personal de la piel habiendo así bálsamos labiales, cremas, aceites y entre otros tratamientos para el cuidado de la piel.”¹³

El aceite de Aloe vera se elabora mediante la mezcla del gel de Aloe vera con un aceite graso, esto debido a que la planta por sí misma no brinda ninguna sustancia oleosa. “El aceite con el cual es mezclado se le conoce como aceite portador, el cual es elegido dependiendo del uso que se le dará al aceite de Aloe vera.”¹³ Combinar Aloe vera con otros aceites vegetales es muy beneficioso para la piel, esto debido que se concentran sus propiedades con las del aceite vegetal portador. El aceite de Aloe vera es muy eficaz para acelerar la cicatrización de heridas y también para hidratar la piel.

El aceite de Aloe vera coge las propiedades saludables de la planta original, por lo que brinda una labor antiinflamatoria, antioxidante, antibacteriana y astringente. “Varias de las propiedades benéficas del gel de Aloe vera son proporcionadas al aceite en su etapa de elaboración.”¹⁴ Algunos de estos nutrientes obtenidos son los siguientes:

Tabla I. **Nutrientes presentes en el aceite de Aloe vera**

Nutrientes	Especificaciones
Vitaminas	A, C, E, B1, B2 y B6
Minerales	Hierro, cobre, magnesio, calcio, manganeso, sodio y potasio.
Aminoácidos	20 aminoácidos, así como 7 de 8 aminoácidos esenciales
Antraquinonas	Aloe emodina, aloína y éster de ácido cinámico.
Compuestos lipídicos	Acido araquidónico, acido gamma-linoleico, y otros fitoesteroles.
Polisacáridos	Moléculas de carbohidratos.

Fuente: MERCOLA, Joseph. *El Asombroso Aceite de Aloe vera*.
<https://articulos.mercola.com/aceites-herbales/aceite-de-aloe-vera.aspx>. Consulta: 16 de abril de 2019

¹³ NAVARRO, Diana. *Efecto de los tratamientos de gel de aloe, aplicados en pre- o post-recolección sobre la calidad de frutos de hueso y uva de mesa*. Ingeniera Agrónoma. p. 225.

¹⁴ MERCOLA, Joseph. *Aceite de Eucalipto: Extraordinario Aceite Esencial*. p. 7.

2.1.1.1. Estructura y composición química de la planta de Aloe vera

La planta de Aloe vera se compone de: raíz, tallo, hojas y flores en época de floración. Las hojas crecen alrededor del tallo a nivel del suelo en forma de roseta, desde el centro hacia arriba crece el tallo que al florecer forma densos racimos de flores tubulares amarillas o rojas. Las hojas tienen formas lanceoladas y dentadas con pinchos que le sirven de protección a la planta. La estructura de las hojas (Figura 1), está formada por el exocarpio o corteza, la cual está cubierta de una cutícula delgada. La corteza representa aproximadamente del 20 al 30 % del peso de toda la planta y dicha estructura es de color verde o verde azulado, dependiendo de diversos factores tales como: el lugar, clima o nutrición de la planta. “El parénquima, conocido comúnmente como pulpa o gel, se localiza en la parte central de la hoja y representa del 65 al 80 % del peso total de la planta.”¹⁵

¹⁵ DOMINGUEZ-FERNANDEZ, R.N. et al. *El gel de Aloe vera: estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria*. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-27382012000100003&lng=es&nrm=iso. Consulta: 19 de abril de 2019.

Figura 1. **Estructura y microestructura de la hoja de Aloe vera**

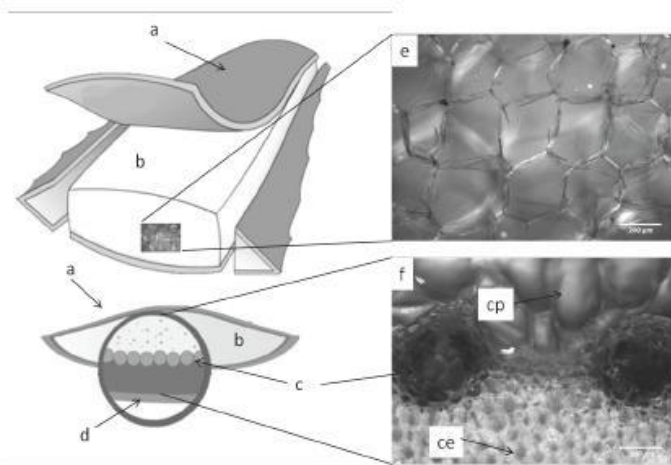


Fig. 1. Estructura y microestructura de la hoja de *Aloe vera*: exocarpio (a), pulpa o tejido parenquimático (b), conductos de aloína (c) y cutícula (d). En la figura se muestran imágenes de microscopía de luz tomadas a una magnificación de 5x de las células del parénquima (e) y de un corte seccional de la hoja de *Aloe vera* (f) donde se observan con gran detalle células internas del exocarpio (ce), células del parénquima (cp) y conductos de aloína (c).

Fuente: DOMÍNGUEZ, R. *El gel de Aloe vera*.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-27382012000100003.

Consulta: 16 de abril de 2019

Como se mencionó anteriormente, entre la corteza y la pulpa, ocupando toda la superficie interna de la hoja, se encuentran los conductos de aloína (Figura 1), que son una serie de canales longitudinales de pocos milímetros de diámetro por donde circula la savia de la planta, conocida como acíbar. El acíbar se puede obtener dejando fluir el líquido de los conductos de aloína; dicha sustancia tiene usos farmacéuticos como laxante. “Esta sustancia presenta un alto contenido de aloína (>28% en base húmeda), la cual es una antraquinona derivada del aloe-emodina y la glucosa.”¹⁶

2.1.2. **Aceite de coco**

El aceite de coco es muy utilizado con fines alimenticios y cosméticos. Se debe tener muy en cuenta que su composición consta del 90 % de grasas

¹⁶ REYNOLDS, T. y DWECK A. C. *Aloe vera leaf gel: a review update*. p. 5.

saturadas en conjunto de otras grasas insaturadas, por lo que los expertos en la salud recomiendan que se debe consumir de forma moderada. “Así mismo este aceite porta vitaminas y minerales tales como vitamina K, E y hierro.”¹⁷

Este aceite vegetal posee muchas ventajas, una de ellas es que su oxidación se da de manera muy lenta y esto hace que sea resistente al enranciamiento.

“El aceite de coco es extraído fundamentalmente de la copra del coco. Se le denomina “copra” a la parte seca de la pulpa del coco.”¹⁸

El aceite de coco es conocido como uno de los expertos remedios para tratar la piel seca, ya que este elimina las células muertas, infecciones en la piel, entre otros. Es muy utilizado en épocas de invierno ya que hidrata la piel dejándola suave.

2.1.3. Aceite portador

“Se le conoce como aceite portador a un aceite vegetal puro y sin refinar, cuya función es poder diluir otros aceites, en su mayoría aceites esenciales, y así poder aplicarlos en cuerpo, cabello, etc., de una manera controlable.”¹⁹ Estos aceites son obtenidos mediante prensado en frío y filtrados, sin añadidura de solventes.

¹⁷ BUCAMP, Jérôme. *Extracción en frío del aceite de coco*. p. 2.

¹⁸ FIGUEROA, Evelyn Lissette. *Evaluación del rendimiento y caracterización fisicoquímica de la extracción de la fracción lipídica de la copra del coco (cocos nucifera L.) variedad verde utilizando tres solventes a escala laboratorio*. p. 151.

¹⁹ MARTÍNEZ, Vicente. *Características de los aceites vegetales*. p. 10.

La mayor función de estos aceites es ayudar a la penetración de los nutrientes del aceite portado o de algún extracto vegetal en el organismo, así como también sus propiedades benéficas; “estos deben ser abundantes en ácidos grasos, como por ejemplo el aceite de coco.”²⁰

“Es muy importante que el aceite portador esté libre de colorantes, impurezas y aditivos sintéticos, ya que pueden dañar o provocar alergias en la piel, así como también inhibir la función del aceite o extracto vegetal portado.”²¹

2.2. Lípidos

“Los lípidos, o también conocidos como grasas, son moléculas orgánicas solubles en solventes apolares, es decir distintos al agua. Estos están compuestos en su gran mayoría de carbono e hidrógeno, y en una pequeña cantidad también de oxígeno, nitrógeno y fosfato.”²²

“Los lípidos se caracterizan por la forma en que se disuelven en distintos líquidos o solventes.”²³ Estos, la mayoría son insolubles en agua y se disuelven con mucha facilidad en solventes orgánicos como el benceno, hexano, acetona, etc.

“Los lípidos no poseen un arreglo básico común como si lo poseen las proteína, carbohidratos o ácidos nucleicos, por lo que dentro de los lípidos se encuentran muchos compuestos de varias formas.”²³

²⁰ ZABALA TORO, Lina Marcela; GUIOT MORALES, Lizet; RESTREPO FERNÁNDEZ, María. *Aceite de coco: características nutricionales y posibles aportes a la salud humana*. p. 18.

²¹ MARTÍNEZ, Vicente. *Características de los aceites vegetales*. p.10.

²² CAREY, Francis. *Química orgánica*. p. 1108.

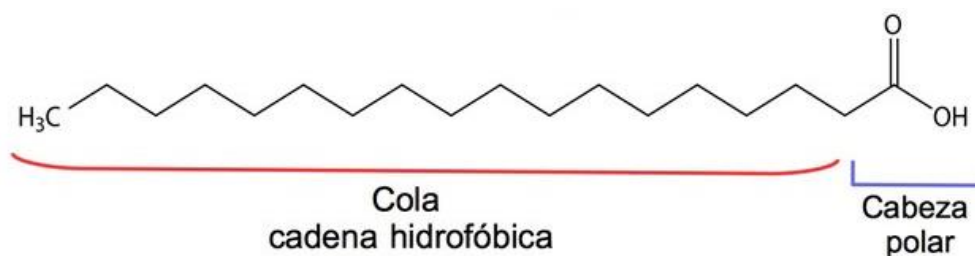
²³ FIGUEROA, Evelyn Lissette. *Evaluación del rendimiento y caracterización fisicoquímica de la extracción de la fracción lipídica de la copra del coco (cocos nucifera l.) variedad verde utilizando tres solventes a escala laboratorio*. p. 153.

Los lípidos y grasas son reconocidos por no ser saludables, sin embargo, estos son muy necesarios para un correcto funcionamiento del organismo, ya que estos son utilizados como fuente de energía, ya que la grasa del cuerpo, la cual es llamada tejido adiposo, es la que se encarga de almacenar energía. Además de ser utilizados como fuente de energía, estos se encargan de la construcción de las membranas celulares, también funcionan como aislamiento térmico, señalización celular, función endocrina y como surfactante pulmonar.

2.2.1. Ácidos grasos

Los lípidos más simples son los ácidos grasos. Estos se identifican por estar formados por dos partes: cabeza y cola. “La cabeza está formada por un grupo ácido (grupo carboxílico -COOH) y es hidrofílica, es decir, es afín al agua. Por lo contrario, la cola está formada por una cadena de carbonos unidos entre sí que a su vez es hidrofóbica.”²⁴

Figura 2. **Ácido esteárico**



Fuente: ZITA, Ana. *Lípidos*. <https://www.todamateria.com/lipidos/> Consulta: 16 de abril de 2019

²⁴ CAREY, Francis. *Química orgánica*. p. 1108.

“Cuando se tiene una molécula que presenta un lado hidrofílico y otro hidrofóbico se le conoce como una molécula anfipática o anfifílica, cuya característica la presenta en común con los jabones.”²⁵

2.2.2. Triglicéridos

A la combinación de tres ácidos grasos con un glicerol se le conoce como triglicéridos o también llamados triacilgliceroles.

“Tanto los aceites como las grasas están compuestos de triglicéridos, una de las diferencias entre ambos es que a temperatura ambiente los aceites se encuentran en fase líquida y las grasas en fase sólida.”²⁶

2.2.3. Fosfolípidos

Los fosfolípidos se encuentran en todas las membranas de las plantas y animales. “Son lípidos anfipáticos, los cuales pertenecen al grupo de lípidos derivados del glicerol, estos presentan una estructura similar a la de los triglicéridos.”²⁷

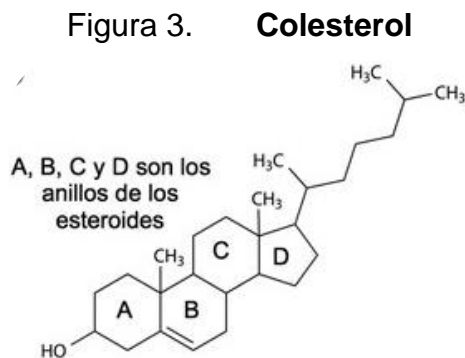
²⁵ THOMAS, Yesenia. *Extracción de aceite de coco para la elaboración de jabón enriquecido con frutas. (cocos nucifera)*. p. 12.

²⁶ FIGUEROA, Evelyn Lissette. *Evaluación del rendimiento y caracterización fisicoquímica de la extracción de la fracción lipídica de la copra del coco (cocos nucifera L.) variedad verde utilizando tres solventes a escala laboratorio*. p. 154.

²⁷ TORRES GARCÍA, Jairo; DURÁN AGÜERO, Samuel. *Fosfolípidos: propiedades y efectos sobre la salud*. p. 76.

2.2.4. Esteroides

A diferencia de los ácidos grasos, los esteroides están formados por cuatro anillos unidos: tres de ellos de seis carbonos cada uno y uno de cinco carbonos. “El esteroide más abundante es el colesterol.”²⁸



Fuente: ZITA, Ana. *Lípidos*. <https://www.todamateria.com/lipidos/> Consulta: 16 de abril de 2019

2.3. Aceites esenciales

Los aceites esenciales, también llamados esencias, son una mezcla de sustancias aromáticas. “Estos aceites presentan muchas funciones farmacológicas y además son muy utilizados en perfumería, cosmética, industria farmacéutica y en la industria alimenticia.”²⁹

Estos aceites se caracterizan por ser muy volátiles al ambiente. En la actualidad estos aceites son extraídos por medio de arrastre con vapor, hidrodestilación o por expresión del pericarpio si se trata de cítricos.

²⁸ CAREY, Francis. *Química orgánica*. p. 1108.

²⁹ LOSSI, Estefani. *Obtención de aceite esencial del flavelo del fruto del naranjo dulce (citrus sinensis l.) variedad valencia, empleando el método de destilación por arrastre de vapor a nivel laboratorio, en función de diferentes tipos de corte y contenido de humedad*. p. 146.

Los aceites esenciales son líquidos muy poco solubles en agua, solubles en disolventes orgánicos y alcoholes. Se debe tener un gran cuidado al ser manipulados ya que estos son sensibles a la luz solar, por lo que tienden a oxidarse en presencia de esta, por lo que "se debe almacenar en frascos de vidrio color ámbar, ya que estos al oxidarse presentan un cambio en su coloración, pasando de un incoloro a un color amarillento oscuro por la oxidación, cambiando así sus propiedades físicas."³⁰

Los aceites esenciales presentan, en su mayoría, una densidad menor a la del agua, con excepción de algunos como: "aceite de canela, clavo y sazafrán. Y en cuanto a su composición química estos pertenecen al grupo de terpenos, y en una menor medida, al grupo de compuestos aromáticos provenientes del fenilpropano."³⁰

"Estos aceites presentan propiedades terapéuticas, lo que ha dado paso a la aromaterapia. Así también sus efectos en la piel han dado paso a una aplicación cosmética."³¹

Entre las funciones farmacológicas de estos aceites se encuentran las siguientes:

- Poder antiséptico
- Propiedades irritantes
- Acción espasmolítica y sedante

³⁰ MERCOLA, Joseph. *Aceite de Eucalipto: Extraordinario Aceite Esencial*. p. 7.

³¹ LOSSI, Estefani. *Obtención de aceite esencial del flavelo del fruto del naranjo dulce (citrus sinensis l.) variedad valencia, empleando el método de destilación por arrastre de vapor a nivel laboratorio, en función de diferentes tipos de corte y contenido de humedad*. p. 146.

2.3.1. Aceite esencial de eucalipto

El aceite esencial de eucalipto es extraído de las hojas secas del eucalipto, es un aceite destilado cuya apariencia es un líquido incoloro que presenta un aroma refrescante y dulce.

Este aceite es muy utilizado como repelente contra insectos, antiséptico y tratamiento para heridas y quemaduras. “El aceite de eucalipto también es muy utilizado para brindar aroma en perfumes y cosméticos, así como en enjuagues bucales, pasta de dientes, entre otros.”³²

Este aceite es comúnmente mezclado con otros aceites para lograr que la piel lo absorba más fácilmente, con lo cual se intensifica el proceso de hidratación, por otra parte, funciona como un protector solar natural. Una de las formas de utilizarlo es mezclándolo con un aceite portador, como el aceite de coco.

“El aceite de eucalipto está compuesto por más de 100 componentes distintos, los principales componentes químicos presente en este aceite son: alfa y beta pineno, alfa-felandreno, 1,8-cineol, limoneno, terpineno-4-ol, entre otros”³².

Una de las razones por la cuales las personas utilizan este aceite es por su gran capacidad de disminuir el agotamiento mental ya que estimula y refresca. “Además de ello, este aceite también es utilizado para estimular la actividad mental y así aumentar el flujo sanguíneo al cerebro.”³²

³² MERCOLA, Joseph. *Aceite de Eucalipto: Extraordinario Aceite Esencial*. p. 7.

2.4. Procesos de extracción

Para llevar a cabo la extracción de aceites, se hace necesario de un equipo específico dependiendo del tipo de aceite a extraer y con ello se determina el proceso a realizar. Para ello es necesario disminuir el tamaño de partícula de la materia prima en estudio, para aumentar el área de contacto y con ello maximizar el rendimiento de extracción.

2.4.1. Prensado en frío

“El prensado en frío es un método de extracción mecánico que se lleva a cabo a temperaturas bajas, esto, con el fin de preservar los ácidos grasos esenciales, vitaminas, antioxidantes, etc., presentes en el vegetal.”³³

Este procedimiento se lleva a cabo a una temperatura máxima de 45 °C, con el fin de no dañar la propiedad molecular de los ácidos grasos poliinsaturados, disolución de ceras y otras sustancias, luego se procede a decantar y filtrar el aceite obtenido para almacenar en frascos color ámbar y así evitar la oxidación de este.

“Los aceites que son extraídos por medio de prensado en frío no son llevados a un proceso de refinado, ya que se considera innecesario, conservando este el sabor propio de la semilla o fruto proveniente.”³³

Antes de iniciar con el proceso de prensado en frío, es necesario limpiar la semilla o fruto para eliminar las impurezas y posteriormente disminuir su tamaño de partícula para luego ser sometido a un proceso de deshidratación, con el fin de eliminar la máxima cantidad de agua posible que pueda contener el fruto y con

³³ BUCAMP, Jérôme. *Extracción en frío del aceite de coco*. p. 5.

ello obtener solamente el aceite de interés en el proceso de extracción. Estos procedimientos se llevan a cabo en prensas: tornillo sin fin o bien extrusor hidráulico.

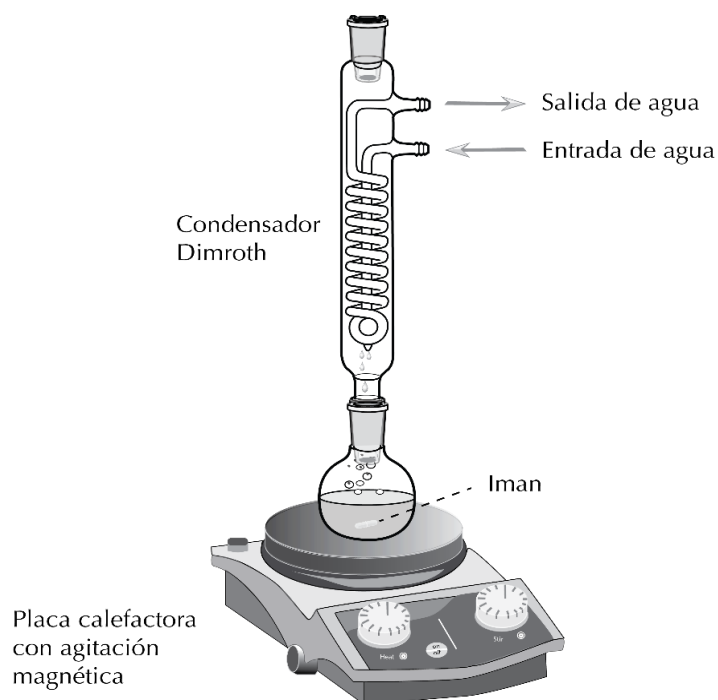
2.4.2. Maceración dinámica con reflujo

Este método consiste en colocar la materia prima en contacto con un solvente utilizando agitación para lograr una mezcla homogénea. Este método implica la aplicación de calor y así lograr un menor tiempo de extracción y un mayor rendimiento en el mismo, por ello se utiliza un condensador en la parte superior del matraz, donde se lleva a cabo la extracción, debido a que por el calor aplicado a la mezcla el solvente se volatiliza y tiende a escapar hacia los alrededores y “teniendo un condensador se evita que estos vapores escapen y a su vez que las propiedades volátiles del aceite se pierdan, haciendo que estos descendan nuevamente hacia el matraz en donde se encuentra la mezcla.”³⁴

En este método se utiliza agitación, mediante un agitador magnético, para homogeneizar la mezcla permitiendo de esta manera que el solvente tenga un mayor alcance y contacto con la materia prima disminuyendo tiempos de extracción.

³⁴ THOMAS, Yesenia. *Extracción de aceite de coco para la elaboración de jabón enriquecido con frutas. (cocus nucifera)*. p.15.

Figura 4. **Esquema del método maceración dinámica con reflujo**



Fuente: *De Química. Recursos educativos de química. Reflujo*
<https://www.dequimica.info/reflujo>. Consulta: 15 de septiembre de 2021

2.4.3. Hidrodestilación

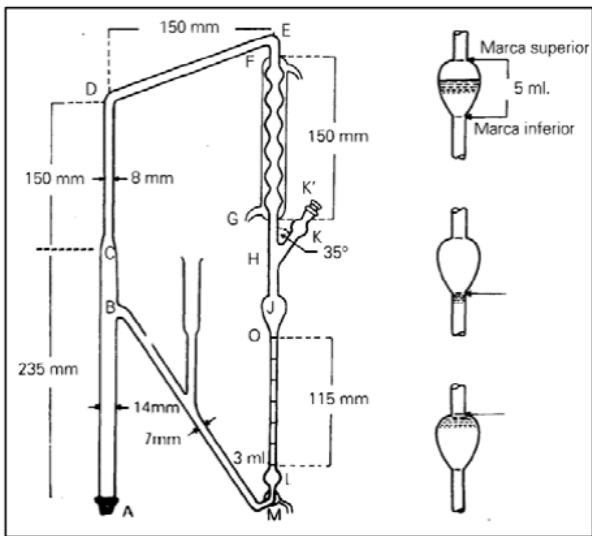
El método de extracción de hidrodestilación consiste en la destilación de un material vegetal utilizando agua como solvente, se aplica calor al matraz de destilación en donde está contenida la mezcla del material vegetal en contacto íntimo con agua, generando así vapor de agua, en donde “el vapor de agua arrastra el aceite esencial contenido en la materia prima que se encuentra suspendida en agua.”³⁵ En este punto el vapor de agua junto con el aceite esencial en fase vapor son conducidos en una sola fase miscible hasta llegar a un condensador.

³⁵ MERCOLA, Joseph. *Aceite de Eucalipto: Extraordinario Aceite Esencial*. p. 9.

Al pasar por el condensador la temperatura de los vapores disminuye, por lo que estos condensan y cambian de fase gas a líquido, formando dos fases inmiscibles. La primera es donde se encuentra el aceite esencial conocida como fase orgánica, y la segunda es la fase acuosa, en donde se encuentra una columna de agua. “La fase orgánica se encuentra en la parte superior debido a la diferencia de densidad con el agua, ya que los aceites esenciales tienden a ser menos densos que el agua, aunque hay excepciones como por ejemplo el aceite esencial de clavo de olor: 1,049 g/mL.”³⁶

“El proceso de hidrodestilación se lleva a cabo utilizando un equipo llamado Neoclevenger, en donde se trabaja a presión atmosférica.”³⁷

Figura 5. **Esquema del equipo Neoclevenger**



Fuente: DE SILVA, Tuley. *Manual on the essential oil industry*.p.156.

³⁶ LOSSI, Estefani. *Obtención de aceite esencial del flavelo del fruto del naranjo dulce (citrus sinensis l.) variedad valencia, empleando el método de destilación por arrastre de vapor a nivel laboratorio, en función de diferentes tipos de corte y contenido de humedad*. p. 146.

³⁷ ROJAS RAMOS, Katty Mariela. *Obtención y extracción de aceites vegetales*. <http://repositorio.une.edu.pe/handle/UNE/3861>. Consulta: 19 de abril de 2019.

2.5. Factores que influyen en la extracción de aceites

“En la extracción de aceites se deben conocer los factores implicados en el desarrollo de este, los cuales se deben de manejar con el objetivo de maximizar el rendimiento de extracción.”³⁸

2.5.1. Tiempo de extracción

El tiempo es una variable muy importante en el proceso de extracción, ya que si se obtienen tiempos cortos de extracción el rendimiento obtenido será bajo y no se habrá obtenido todo el aceite contenido en el vegetal, por otro lado, si los tiempos de extracción son por un periodo prolongado, “el proceso de extracción se vuelve no viable económicamente ya que la extracción continua cuando la materia prima ha sido agotada completamente, provocando uso de recursos indebidamente aumentando los costos variables.”³⁹

Para determinar el tiempo óptimo de extracción se hace necesaria la realización de ensayos a escala laboratorio, indicando a través de rendimientos cuál es el tiempo necesario para obtener el mayor rendimiento posible de extracción.

2.5.2. Tamaño de partícula

En el proceso extractivo es importante realizar una disminución en el tamaño de partícula de la materia prima, esto debido a que el área de contacto de la materia prima aumenta, favoreciendo así la transferencia de masa maximizando los resultados de rendimiento de extracción.

³⁸ GONZÁLEZ, Fernando, et al. *Planta de extracción de aceites esenciales*. p. 25.

³⁹ ROJAS RAMOS, Katty Mariela. *Obtención y extracción de aceites vegetales*. <http://repositorio.une.edu.pe/handle/UNE/3861>. Consulta: 19 de abril de 2019.

“Se debe tomar en cuenta el método de extracción de aceite ya que puede ocurrir un arrastre de partícula si esta es muy pequeña.”⁴⁰

2.5.3. Deshidratado de la materia vegetal

“El proceso de deshidratado se utiliza para eliminar toda el agua posible contenida en la materia prima, este procedimiento favorece la ruptura de las paredes celulares del material vegetal”⁴¹ provocando que el proceso de extracción se realice en menor tiempo y a su vez favorece a la transferencia de masa maximizando el rendimiento de extracción.

Algunos de los factores a tomar en cuenta para el proceso de secado de la materia vegetal son: la temperatura de secado, esto debido a que existen aceites termolábiles por lo que es necesario controlar la temperatura a la cual se lleva el proceso para evitar daños en las propiedades de este, y “el otro factor es el flujo másico de aire que ingresa al secador, el cual debe ser controlado para evitar el arrastre de partículas de la materia prima vegetal que se está secando.”⁴¹

2.6. Producto cosmético aceite de Aloe vera

El producto de aceite de Aloe vera contiene dentro de su formulación un porcentaje de aceite vegetal, el cual cumple la función de contener las propiedades del Aloe vera cedidas por medio de un método de extracción como lo es la maceración dinámica con reflujo. “Este aceite recibe el nombre de aceite portador, el cual no solo porta las propiedades del vegetal de interés si no también aporta propiedades propias a la mezcla.”⁴²

⁴⁰ PONS, Gelza Alba. *Aceites vegetales, hacia una producción sostenible*. p. 9.

⁴¹ ROJAS RAMOS, Katty Mariela. *Obtención y extracción de aceites vegetales*. <http://repositorio.une.edu.pe/handle/UNE/3861>. Consulta: 19 de abril de 2019.

⁴² CASTRO, Daniela. *Cómo hacer gel de Aloe vera y cuáles son sus aplicaciones*. p. 7.

2.6.1. Agentes antioxidantes en cosmetología

“Los antioxidantes naturales son un ingrediente primordial para la formulación de productos cosméticos, estos son capaces de combatir el envejecimiento cutáneo.”⁴³

Debido a que el propio organismo, a través de procesos metabólicos naturales en los que se tiene presencia del oxígeno, produce radicales libres, los cuales son átomos o moléculas que reaccionan atacando moléculas estables para apoderarse de sus electrones, dando lugar a la oxidación de estas, “esto debido a que los radicales libres se caracterizan por producir células en el organismo con una estructura química formada por electrones desapareados, creando una reacción en cadena convirtiendo las moléculas sanas en radicales libres.”⁴³

“Los radicales libres también tienen lugar debido a factores externos como lo son la radiación solar, la contaminación ambiental, la exposición a determinadas sustancias químicas, etc.”⁴³

Los antioxidantes juegan un papel muy importante en este ámbito ya que tienen la capacidad de captar electrones desapareados, frenando de esta manera la reacción en cadena que da lugar a los radicales libres. A su vez, los antioxidantes tienen la función de secuestrar metales pesados con lo cual logra, aparte de evitar la oxidación de las células, proteger de la toxicidad de determinados metales.

⁴³ AVELLO, Marcia y SUWALSKY, Mario. *Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección.* http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-04622006000200010&lng=es&nrm=iso. Consulta: 15 de septiembre de 2021.

2.6.1.1. Ácido ascórbico

El ácido ascórbico, también conocido como vitamina C, es un potente oxidante, ya que posee las propiedades de un neutralizador de radicales libres. El ácido ascórbico tiene la capacidad de interactuar con iones superóxido, hidroxilo y especies de oxígeno libre, llegando hasta las capas de dermis y epidermis de la piel, restaurando el nivel de colágeno de esta.

“Este antioxidante previene a la piel de procesos inflamatorios, carcinógenos y otros procesos aceleradores de foto envejecimiento.”⁴⁴

“El ácido ascórbico es un ingrediente muy importante en la formulación del aceite de Aloe vera, esto debido a que se utiliza en el extracto de Aloe vera para evitar reacciones de pardeamiento y para lograr una mejor estabilización del producto.”⁴⁵

2.6.1.2. Tocoferol

La molécula de la vitamina E (α -tocoferol) tiene la particularidad de adoptar hasta 12 diferentes formas moleculares, abarcando los grupos conocidos como tocoferoles y tocotrienoles. La parte polar de esta molécula es la responsable de su función antioxidante.

Ambas formas de moléculas, tocoferoles y tocotrienoles cumplen la función de neutralizar el radical peróxido, el cual es el responsable de la reacción

⁴⁴ DOMINGUEZ-FERNANDEZ, R.N. et al. *El gel de Aloe vera: estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria*. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-27382012000100003&lng=es&nrm=iso. Consulta: 19 de abril de 2019.

⁴⁵ AVELLO, Marcia y SUWALSKY, Mario. *Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección*. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-04622006000200010&lng=es&nrm=iso. Consulta: 15 de septiembre de 2021.

oxidativa en cadena cada vez que las membranas lipídicas de la piel son atacadas por una especie reactiva de oxígeno.

Se han realizado diversos estudios en animales que indican que el número de células quemadas por la radiación UV es bastante menor después de aplicar conjuntamente ácido ascórbico y vitamina E sobre la piel.

La vitamina E es estable en solución, en contraste a la vitamina C, ya que esta pierde efectividad si la formulación no es de preparación extemporánea, es decir que se lleva a cabo en el momento de su uso.

“La aplicación tópica de estos agentes antioxidantes es perfectamente justificada en la formulación de productos cosméticos, brindando a la piel un amplio espectro de protección.”⁴⁶

⁴⁶ AVELLO, Marcia y SUWALSKY, Mario. *Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección.* http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-04622006000200010&lng=es&nrm=iso. Consulta: 15 de septiembre de 2021.

Tabla II. **Vitaminas con actividad antioxidante y sus fuentes alimentarias**

VITAMINA	FUENTE ALIMENTARIA
Vitamina E	<p><i>Fuentes más importantes</i> Aceites vegetales, aceites de semillas prensadas en frío, germen de trigo y de maíz, almendras, avellanas, girasol, frijol de soya, nuez, maní.</p> <p><i>Otras fuentes significativas</i> Papas frescas, pimentón, palta, apio, repollo, frutas, pollo, pescado.</p>
Vitamina C	<p><i>Frutas</i> Limón, lima, naranja, guayaba, mango, kiwi, fresa, papaya, mora, piña.</p> <p><i>Verduras</i> Tomate, verduras de hojas verdes (espinacas, perejil, hojas de rábano), repollo, coliflor, brócoli, pimentón, lechuga.</p>

Fuente: AVELLO, Marcia y SUWALSKY, Mario. *Radicales libres, antioxidantes naturales*.

http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-

04622006000200010&lng=es&nrm=iso. Consulta: 15 de septiembre de 2021

2.6.2. **Procesamiento del extracto de Aloe vera**

Es de vital importancia conocer los cambios a los que se expone el extracto de Aloe vera al momento de ser manipulada para la elaboración de su aceite, “ya que este extracto sufre una oxidación al tener contacto con el aire provocando su descomposición, lo que lleva a la pérdida de su actividad biológica.”⁴⁷

⁴⁷ ÁLVAREZ, Luis. *Aloe vera (Sábila): cultivo y su utilización*. p. 127.

El procesamiento del extracto de Aloe vera se da en mejores condiciones cuando las hojas de este son procesadas inmediatamente después de su cosecha.

2.6.2.1. Etapas del procesamiento de extracto de Aloe vera

“El procesamiento del extracto de Aloe vera inicia desde la cosecha de las plantas de sábila, la cual abarca el corte de las hojas a mano desde la base de la planta para su posterior lavado para su inmediata extracción.”⁴⁷

“Para obtener el extracto de Aloe vera se retira de las hojas de la planta mediante fileteado, método mecánico que consiste en cortes a la hoja con un cuchillo desde la base de la hoja hasta el extremo descartando la cascara.”⁴⁸ El extracto en forma de gel obtenido se procede a licuar con aspas de acero mediante una licuadora de inmersión para lograr la homogenización del extracto, este procedimiento se realiza a temperatura ambiente (25 °C).

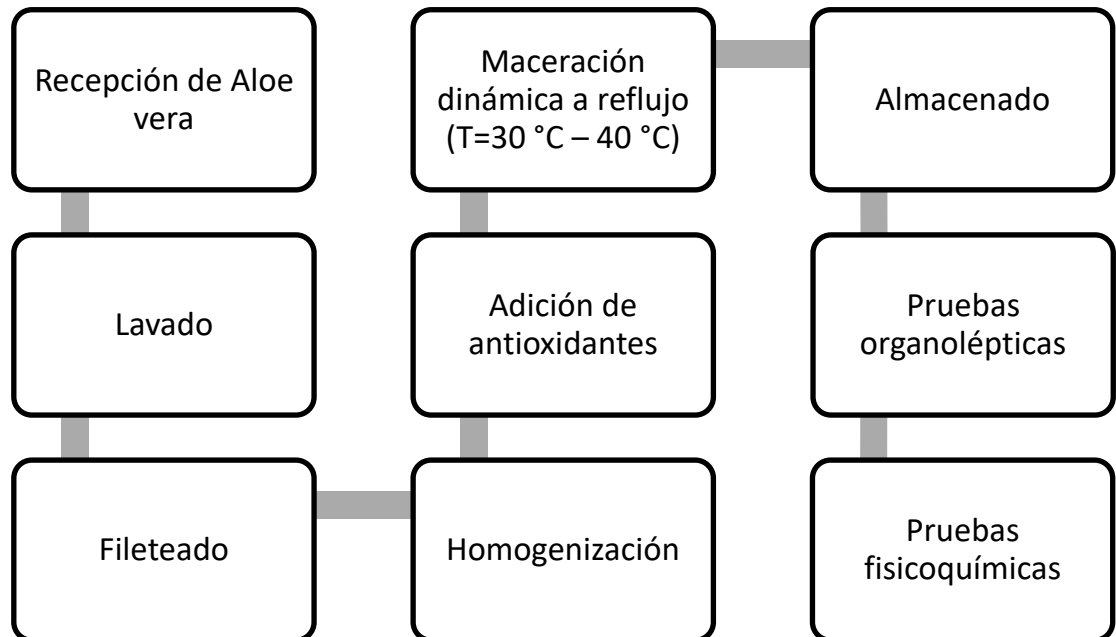
“Posteriormente, se debe agregar la vitamina E y la vitamina C para evitar reacciones de pardeamiento y mejorar la estabilización del extracto.”⁴⁹

Finalmente se procede a realizar la extracción de aceite de Aloe vera utilizando el método de maceración dinámica a reflujo aplicando calor mediante plancha de calentamiento, “manteniendo una temperatura alrededor de 30° a 40°C en la mezcla de extracto de Aloe vera con el aceite portador.”⁴⁹

⁴⁸ CASTRO, Daniela. *Cómo hacer gel de Aloe vera y cuáles son sus aplicaciones*. p.7.

⁴⁹ DOMINGUEZ-FERNANDEZ, R.N. et al. *El gel de Aloe vera: estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria*. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-27382012000100003&lng=es&nrm=iso. Consulta: 19 de abril de 2019.

Figura 6. **Diagrama de flujo para el procesamiento del aceite de Aloe vera**



Fuente: DOMÍNGUEZ, R. *El gel de Aloe vera*.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-27382012000100003.

Consulta: 15 de septiembre de 2021

2.7. Características fisicoquímicas en productos cosmético

Las pruebas fisicoquímicas son ensayos técnicos que forman parte del control de calidad y tienen como objetivo la verificación y la conformidad de los materiales o productos frente a las especificaciones establecidas por el fabricante, ya que por medio de estas se determinan las características de forma cuantitativa del producto, de acuerdo con un procedimiento específico, por lo que es necesario contar con la ayuda de equipos adecuados para cada prueba en específico, las pruebas más comunes son: densidad, potencial de hidrógeno y viscosidad.

2.8. Características organolépticas en productos cosméticos

Las pruebas organolépticas son utilizadas para evaluar las características de un producto de manera cualitativa, y son detectadas por los órganos de los sentidos, como, por ejemplo: textura, color y olor. “Estas características facilitan la identificación de cambios, y detectan a su vez parámetros para ser evaluados en el estado que se encuentre la muestra, como: cambios de color (oxidación), formación de grumos, separación de fases, precipitación, turbidez, etc.”⁵⁰

⁵⁰ FIGUEROA, Evelyn Lissette. *Evaluación del rendimiento y caracterización fisicoquímica de la extracción de la fracción lipídica de la copra del coco (cocos nucifera l.) variedad verde utilizando tres solventes a escala laboratorio.* p. 160.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Localización

Las instalaciones en las cuales se llevó a cabo la fase experimental del estudio de investigación son:

- Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE), Sección de Química Industrial, Centro de Investigaciones de Ingeniería, primer nivel, edificio T5, Facultad de Ingeniería, Universidad San Carlos de Guatemala, zona 12, Guatemala.

3.2. Variables

Para llevar a cabo los objetivos planteados, se determinaron las variables a considerar durante su proceso, las cuales se clasifican en: dependientes e independientes, ya que hay algunas que no son controlables.

3.2.1. Variables independientes

Estas variables son identificadas debido a que su valor numérico no se ve afectado por factores externos durante el estudio.

Tabla III. **Variables independientes en el proceso de formulación del producto cosmético aceite de Aloe vera**

Variable independiente	Dimensionales	Relación
Relación soluto/solvente (w/v)	peso/volumen	1:1
		1.5:1
		2:1

Fuente: elaboración propia

3.2.2. Variables dependientes

Estas variables son identificadas debido a que su valor numérico se ve afectado al variar la magnitud de la variable independiente.

Tabla IV. **Variables dependientes en el proceso de formulación del producto cosmético aceite de Aloe vera**

Variables dependientes	Unidad	Descripción
Densidad	g/mL	Depende de la relación soluto/solvente (w/v) utilizada.
Viscosidad	cP	
pH	N/A	
Textura	N/A	
Olor	N/A	
Color	N/A	

Fuente: elaboración propia

3.3. Delimitación del campo de estudio

Esta investigación está delimitada en la formulación y caracterización del producto cosmético aceite de Aloe vera, a base del extracto de la pulpa de Aloe vera (*Aloe barbadensis*) y un aceite portador, aceite de coco (*Cocos nucifera L.*), utilizando un aceite esencial de eucalipto para brindarle aroma al producto cosmético, a escala laboratorio, determinando si existe variabilidad en cada una de las formulaciones respecto a la variación en la relación soluto/solvente (w/v) (Extracto de Aloe vera (g) / Aceite de coco (mL)) de dicho producto.

3.3.1. Etapas que conforman la investigación

- Recolección de materia prima: extracto de Aloe vera, pulpa de coco y eucalipto.
- Deshidratación de la pulpa de coco (*Cocos nucifera L.*) mediante secador de bandejas de flujo transversal.
- Extracción de aceite portador de la copra de coco (*Cocos nucifera L.*) por medio de prensado en frío.
- Realización del método de conservación del gel de Aloe vera (*Aloe barbadensis*) utilizando tocoferol y ácido ascórbico.
- Extracción de aceite esencial de eucalipto por medio de hidrodestilación.
- Formulación del producto cosmético de aceite de Aloe vera por medio de maceración dinámica con reflujo utilizando extracto de Aloe vera (*Aloe barbadensis*) y aceite de coco (*Cocos nucifera L.*) como aceite portador (solvente), variando la relación soluto/solvente (w/v) y agregación de la esencia de eucalipto extraído.
- Realización de pruebas físicas, químicas y organolépticas al producto cosmético de aceite de Aloe vera formulado.

3.4. Recursos humanos disponibles

- Investigadora: Karol Mishél Medina Recinos
- Asesores: Inga. Qca. Telma Maricela Cano Morales
e Ing. Qco. Mario José Mérida Meré.

3.5. Recursos materiales disponibles

A continuación, se especifican los materiales utilizados para el estudio de investigación.

3.5.1. Equipo de protección personal

- Bata
- Botas industriales
- Lentes de protección
- Guantes de látex
- Guantes térmicos

3.5.2. Material y Equipo

- Prensa hidráulica
- Sistema Neoclevenger
- Secador de bandejas de flujo transversal
- Plancha de calentamiento
- Balanza analítica
- Potenciómetro
- Viscosímetro

- Tiras indicadoras de pH de color fijo
- Batidora de inmersión
- Soportes universales y pinzas

3.5.3. Cristalería

- Probeta
- Becker
- Balones de fondo plano
- Balones de fondo redondo
- Condensador
- Vidrios de reloj

3.5.4. Reactivos

- Pulpa de coco
- Aloe vera
- Eucalipto
- Ácido ascórbico (Vitamina C)
- Tocoferol (Vitamina E)
- Agua desmineralizada

3.6. Técnica cuantitativa y cualitativa

En esta investigación se utilizó una técnica cuantitativa para la caracterización fisicoquímica del producto cosmético (densidad, pH y viscosidad). Y se utilizó una técnica cualitativa para la determinación de las propiedades organolépticas del mismo (textura, color y olor).

3.6.1. Técnica cuantitativa

En el presente trabajo de investigación se realizó la formulación de un producto cosmético: aceite de Aloe vera, a diferentes relaciones soluto/solvente (w/v), utilizando extracto de Aloe vera (*Aloe barbadensis*) y aceite de coco (*Cocos nucifera L.*), como un aceite portador, y aceite esencial de eucalipto, para brindar aroma, utilizando maceración dinámica a reflujo como método de extracción para la formulación del producto cosmético.

Al producto cosmético obtenido se le realizaron pruebas químicas y físicas como: densidad, pH y viscosidad

3.6.1.1. Preparación de las mezclas

Con el propósito de determinar si existe variabilidad significativa en el producto cosmético de aceite de Aloe vera, se utilizaron distintas relaciones soluto/solvente (w/v): (1:1, 1.5:1, 2:1) en la formulación del producto variando así la cantidad en gramos de extracto de Aloe vera (*Aloe barbadensis*) en un volumen constante del aceite portador, aceite de coco (*Cocos nucifera L.*).

Tabla V. Relación soluto/solvente (w/v)

Relación soluto/solvente (w/v)	Aloe vera (g)	Aceite de coco (mL)
1:1	50	50
1.5:1	75	50
2:1	100	50

Fuente: elaboración propia.

3.6.1.2. Metodología para la extracción de aceite de coco (*Cocos nucifera L.*), aceite portador, por medio de prensado en frío

- Se obtuvo la pulpa de coco.
- Se disminuyó el tamaño de partícula de la pulpa de coco por medio de cortado.
- Se deshidrató la pulpa de coco mediante secado, en un secador de bandejas de flujo transversal, a una temperatura entre los 60 o 75 °C hasta alcanzar peso constante.
- Se realizó el prensado de copra de coco para la extracción del aceite portador.
- Se recolectó el aceite de la copra de coco por medio de prensado en frío.
- Se almacenó el aceite de coco filtrado en frascos color ámbar hasta su utilización.

3.6.1.3. Metodología para la extracción de aceite esencial de eucalipto, por medio de hidrodestilación

- Se obtuvo la hoja de eucalipto deshidratada.
- Se disminuyó el tamaño de partícula.
- Se colocó, en un matraz de fondo redondo, 750 mL de agua desmineralizada con 30 g de hojas de eucalipto.
- Se preparó el equipo de Neoclevenger con agua desmineralizada.
- Se unió el matraz, con la materia prima y el solvente, con el Neoclevenger.
- Se aplicó calor al matraz de destilación mediante una manta de calentamiento hasta una temperatura alrededor de 100-110 °C.

- Se abrió la válvula de agua a temperatura de 10-15 °C que entra al condensador del Neoclevenger.
- Se dieron 3 horas de extracción.
- Se obtuvo el aceite esencial de eucalipto por medio de decantación, obteniendo primero la fase acuosa y luego la fase orgánica (aceite esencial).
- Se almacenó el aceite esencial de eucalipto obtenido en un vial de color ámbar y se refrigeró hasta su utilización.

3.6.1.4. Metodología para la elaboración de aceite de Aloe Vera (*Aloe barbadensis*), por medio de maceración dinámica con reflujo

- Se obtuvo la pulpa de Aloe vera de la planta.
- Se agregaron 0,25 g de ácido ascórbico (Vitamina C) y 0,3 g de tocoferol (Vitamina E) por cada 50 g de pulpa extraída de Aloe vera para lograr su conservación, y se mezcló.
- En base a la Tabla IV se pesó la cantidad de extracto de Aloe vera correspondiente a cada variación de relación soluto/solvente (w/v).
- Se midieron 50 mL de aceite de coco, obtenido mediante prensado en frío, para cada una de las variaciones de soluto/solvente (w/v).
- Se colocó el extracto de Aloe vera en un matraz de fondo plano y se mezcló con el aceite de coco.
- Se agregaron 3 gotas de aceite esencial de eucalipto por cada 50 g de pulpa extraída de Aloe vera.
- Se agregó un agitador magnético dentro del matraz de fondo plano.
- Se armó el equipo de maceración dinámica con reflujo.
- Se abrió la válvula de agua que entra al condensador.

- Se aplicó calor (temperatura alrededor de 30-40°C) y se agitó.
- Se dejó 1 hora de extracción.
- Se obtuvo el aceite formulado después de los 60 minutos de maceración dinámica con reflujo y se almacenó en un frasco.

3.6.1.5. Procedimiento del análisis fisicoquímico

A continuación, se describe el procedimiento realizado para la determinación de cada una de las pruebas fisicoquímicas del producto cosmético formulado.

3.6.1.5.1. Potencial de hidrógeno

- Se tomó una muestra del cosmético.
- Mediante tiras medidoras de pH se determinó el potencial de hidrogeno de la solución.

3.6.1.5.2. Densidad

- La densidad del aceite de Aloe vera se midió con un picnómetro de 1,088 mL a temperatura de 25 °C.
- Se calculó la densidad a partir de la relación entre la masa del cosmético contenido en el picnómetro y el volumen de este.

3.6.1.5.3. Viscosidad

- Se eligió el número de aguja a utilizar en función de la viscosidad del cosmético.

- Se aseguró la aguja al eje inferior del disco rotatorio.
- Se tomó una muestra de 50 mL del cosmético.
- Se verificó que el nivel del fluido este sobre la ranura en el eje de la aguja.
- Se presionó el *clutch* y se encendió el motor del viscosímetro.
- Se liberó el *clutch* para permitir que el cuadrante se estabilizará en la posición del factor numérico.
- Se multiplicó el factor numérico por el valor establecido por el fabricante en función del número de aguja y las revoluciones por minuto.

3.6.2. Técnica cualitativa

Al producto cosmético aceite de Aloe vera se le realizaron pruebas organolépticas como: textura, color y olor, con lo cual se determinó la variabilidad en la formulación del producto cosmético respecto al cambio en la relación soluto/solvente (w/v).

3.6.2.1. Procedimiento del análisis organoléptico

A continuación, se describe el procedimiento realizado para la determinación de cada una de las pruebas organolépticas del producto cosmético formulado.

3.6.2.1.1. Textura

- Se analizó la muestra de manera visual.
- Se determinó si la textura del cosmético era homogénea o heterogénea.

3.6.2.1.2. Color

- Se analizó la muestra de manera visual.
- Se verificó que el color fuera homogéneo en toda la muestra.

3.6.2.1.3. Olor

- Se analizó la muestra de manera olfativa, por medio de la comparación con el olor deseado.

3.7. Recolección y ordenamiento de la información

Se realizaron 3 extracciones de aceite de coco, para ser utilizado como aceite portador del gel de Aloe vera y se determinó el porcentaje de rendimiento de cada una de las extracciones. Se realizaron 3 extracciones de aceite esencial de eucalipto para agregar dentro de la formulación del producto cosmético y así brindar aroma. Se realizaron 9 formulaciones de aceite de Aloe vera en el cual se varió la relación soluto/solvente (w/v) para determinar la variabilidad de este mediante pruebas organolépticas, químicas y físicas de cada una de ellas.

Tabla VI. **Rendimiento porcentual de extracción de aceite portador: aceite de coco, por medio de prensado en frío en prensa hidráulica**

Muestra	Materia Prima (g)	Masa de aceite (g)	Rendimiento (%)
1	960	195,55	20,37
2	952	200,11	21,02
3	950	198,74	20,92

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Rendimiento porcentual de extracción de aceite esencial de eucalipto por medio de hidrodestilación, a escala laboratorio**

Muestra	Materia Prima (g)	Masa de aceite (g)	Rendimiento (%)
1	30	1,18	3,94
2	30	1,15	3,83
3	30	1,17	3,90

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Pruebas organolépticas del producto cosmético aceite de Aloe vera**

Relación soluto/solvente (w/v)	Muestra	Color	Olor	Textura
1:1	1	Blanco homogéneo	Coco y eucalipto	Homogénea
	2	Blanco homogéneo	Coco y eucalipto	Homogénea
	3	Blanco homogéneo	Coco y eucalipto	Homogénea
1.5:1	1	Blanco amarillento	Coco y eucalipto	Homogénea
	2	Blanco amarillento	Coco y eucalipto	Homogénea
	3	Blanco amarillento	Coco y eucalipto	Homogénea
2:1	1	Amarillo verdoso	Coco y eucalipto	Heterogénea
	2	Amarillo verdoso	Coco y eucalipto	Heterogénea
	3	Amarillo verdoso	Coco y eucalipto	Heterogénea

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Pruebas químicas y físicas del producto cosmético aceite de Aloe vera**

Relación (w/v)	Muestra	Densidad (g/mL)	Viscosidad (cp)	pH
1:1	1	0,710	2500	4
	2	0,714	2500	4
	3	0,709	3000	3
1.5:1	1	0,725	4000	5
	2	0,722	4500	4
	3	0,729	4000	4
2:1	1	0,742	5000	4
	2	0,745	5000	5
	3	0,743	4500	5

Fuente: elaboración propia

3.8. Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información

En esta parte del informe se describe la tabulación y procesamiento de los datos de los rendimientos del aceite portador (aceite extraído de la copra de coco) y aceite esencial de eucalipto, los cuales forman parte de la formulación del producto cosmético aceite de Aloe vera, además se describen también las propiedades organolépticas, químicas y físicas del producto cosmético elaborado según la relación soluto/solvente (w/v).

Tabla X. **Rendimiento porcentual de extracción de aceite de coco (*Cocos nucifera L.*) por medio de prensado en frío en prensa hidráulica**

Muestra	Masa inicial (g)	Masa final (g)	Rendimiento (%)	Media	Desviación Estándar
1	960,00	195,55	20,37	20,77 %	0,35
2	952,00	200,11	21,02		
3	950,00	198,74	20,92		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Rendimiento porcentual de extracción de aceite esencial de eucalipto por medio de hidrodestilación, a escala laboratorio**

Muestra	Masa inicial (g)	Masa final (g)	Rendimiento (%)	Media	Desviación Estándar
1	30,00	1,18	3,94	3,89 %	0,056
2	30,00	1,15	3,83		
3	30,00	1,17	3,90		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Pruebas químicas y físicas de la formulación del producto cosmético: aceite de Aloe vera**

Relación soluto/solvente (w/v)	Muestra	Densidad (g/mL)	Media (g/mL)	$\sigma (\pm)$	Viscosidad (cP)	Media (cP)	pH	Media
1:1	1	0,710	0,711	0,003	2500	2500	4	4
	2	0,714			2500		4	
	3	0,709			2500		4	
1.5:1	1	0,725	0,725	0,004	4000	4000	5	5
	2	0,722			4000		5	
	3	0,729			4000		5	
2:1	1	0,742	0,743	0,002	4500	4500	5	5
	2	0,745			4500		5	
	3	0,743			4500		5	

Fuente: elaboración propia.

3.9. Análisis estadístico

Se analizaron medidas de tendencia central para obtener valores promedio de las propiedades químicas y físicas: densidad, viscosidad y potencial de hidrógeno de la formulación del producto cosmético aceite de Aloe vera.

Se utilizó un análisis de varianza de un factor, conocido como ANOVA, para cuantificar la variación de las propiedades químicas y físicas de la formulación del producto cosmético aceite de Aloe vera, ante variaciones en la relación soluto/solvente (w/v).

El análisis de varianza permitió comparar las hipótesis indicando si la diferencia entre las medias muestrales es significativa o no, si las medias

muestrales son iguales se acepta la hipótesis nula y si las medias muestrales difieren se acepta la hipótesis alternativa.

Tabla XIII. Datos de densidad del producto cosmético, aceite de Aloe vera formulado, para ANOVA de un factor, según relación soluto/solvente (w/v)

Relación soluto/solvente (w/v)	1:1	1.5:1	2:1
Densidad (g/mL)	0,710	0,725	0,742
	0,714	0,722	0,745
	0,709	0,729	0,743
Suma (g/mL)	2,133	2,176	2,230
Promedio (g/mL)	0,711	0,725	0,743
Varianza (g/mL)	7E-06	1,23E-05	2,33E-06

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. Análisis de varianza de un factor para densidad del producto cosmético, aceite de Aloe vera formulado, según relación soluto/solvente (w/v)

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,0016	2	0,0008	109,03	1,92E-05	5,143
Dentro de los grupos	4,33E-05	6	7,22E-06			
Total	0,0016	8				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Datos de pH del producto cosmético, aceite de Aloe vera formulado, para ANOVA de un factor, según relación soluto/solvente (w/v)**

Relación soluto/solvente (w/v)	1:1	1.5:1	2:1
pH (adimensional)	4	5	5
	4	5	5
	4	5	5
Suma (adimensional)	12	15	15
Promedio (adimensional)	4	5	5
Varianza (adimensional)	0	0	0

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Análisis de varianza de un factor para pH del producto cosmético, aceite de Aloe vera formulado, según relación soluto/solvente (w/v)**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	2	2	1	65535	-	5,143
Dentro de los grupos	0	6	0			
Total	2	8				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Datos de viscosidad del producto cosmético, aceite de Aloe vera formulado, para ANOVA de un factor, según relación soluto/solvente (w/v)**

Relación soluto/solvente (w/v)	1:1	1.5:1	2:1
Viscosidad (cP)	2500	4000	4500
	2500	4000	4500
	2500	4000	4500
Suma (cP)	7500	12000	13500
Promedio (cP)	2500	4000	4500
Varianza (cP)	0	0	0

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Análisis de varianza de un factor para viscosidad del producto cosmético, aceite de Aloe vera formulado, según relación soluto/solvente (w/v)**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	6500000	2	3250000	65535	-	5,143
Dentro de los grupos	0	6	0			
Total	6500000	8				

Fuente: elaboración propia.

4. RESULTADOS

Tabla XIX. **Formulación del producto cosmético aceite de Aloe utilizando una relación soluto/solvente (w/v) 1:1**

Ingredientes	Cantidad (g)	Porcentaje
Extracto de Aloe vera	50	51,18 %
Aceite portador (Aceite de Coco)	47	48,11 %
Aceite de Eucalipto	0,14	0,14 %
Ácido ascórbico (Vitamina C)	0,25	0,26 %
Tocoferol (Vitamina E)	0,30	0,31 %

Fuente: datos experimentales, LIEXVE, USAC.

Tabla XX. **Formulación del producto cosmético aceite de Aloe vera utilizando una relación soluto/solvente (w/v) 1.5:1**

Ingredientes	Cantidad (g)	Porcentaje
Extracto de Aloe vera	75	60,96 %
Aceite portador (Aceite de Coco)	47	38,20 %
Aceite de Eucalipto	0,21	0,16 %
Ácido ascórbico (Vitamina C)	0,38	0,31 %
Tocoferol (Vitamina E)	0,45	0,37 %

Fuente: datos experimentales, LIEXVE, USAC.

Tabla XXI. **Formulación del producto cosmético aceite de Aloe vera utilizando una relación soluto/solvente (w/v) 2:1**

Ingredientes	Cantidad (g)	Porcentaje
Extracto de Aloe vera	100	67,39 %
Aceite portador (Aceite de Coco)	47	31,68 %
Aceite de Eucalipto	0,28	0,19 %
Ácido ascórbico (Vitamina C)	0,50	0,34 %
Tocoferol (Vitamina E)	0,60	0,40 %

Fuente: datos experimentales, LIEXVE, USAC.

Tabla XXII. **Rendimiento de extracción de aceite de coco (*Cocos nucifera* L.)**

Método de Extracción	Rendimiento (%)
Prensado en Frío	20,77 ± 0,35

Fuente: datos experimentales, LIEXVE, USAC.

Tabla XXIII. **Evaluación del producto cosmético aceite de Aloe vera por medio de pruebas organolépticas, según la relación soluto/solvente (w/v) a 24°C**

Relación soluto/solvente (w/v)	Color	Olor	Textura
1:1	Blanco homogéneo	Coco y eucalipto	Homogénea
1.5:1	Blanco amarillento	Coco y eucalipto	Homogénea
2:1	Amarillo Verdoso	Coco y eucalipto	Heterogénea

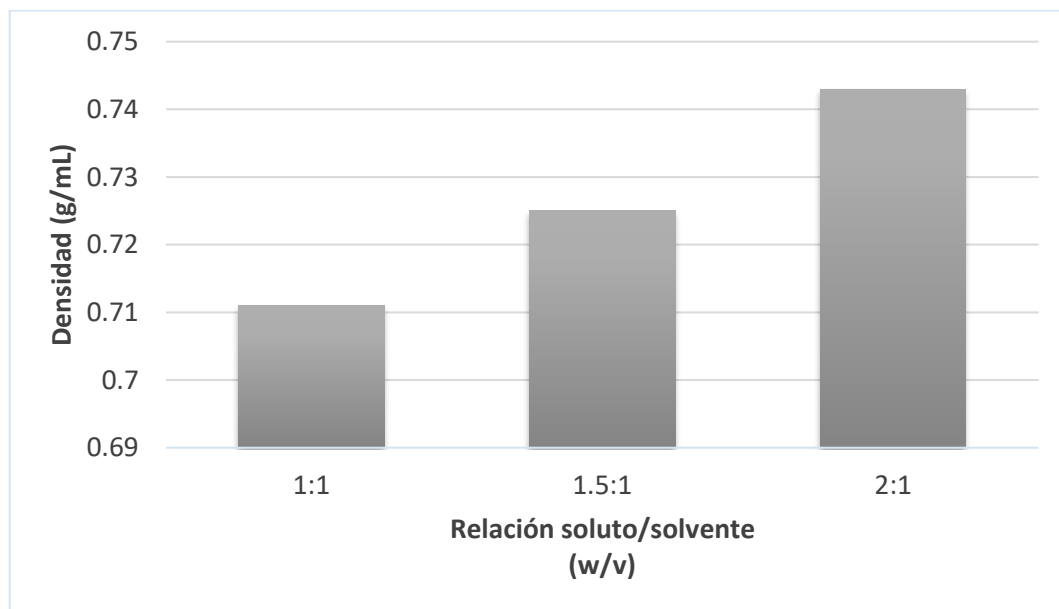
Fuente: datos experimentales, LIEXVE, USAC.

Tabla XXIV. **Densidad a 25 °C del producto cosmético aceite de Aloe vera formulado, según la relación soluto/solvente (w/v)**

Relación soluto/solvente (w/v)	Densidad (g/mL)
1:1	0,711 ± 0,003
1.5:1	0,725 ± 0,004
2:1	0,743 ± 0,002

Fuente: datos experimentales, LIEXVE, USAC.

Figura 7. **Densidad a 25 °C del producto cosmético aceite de Aloe vera formulado, según la relación soluto/solvente (w/v)**



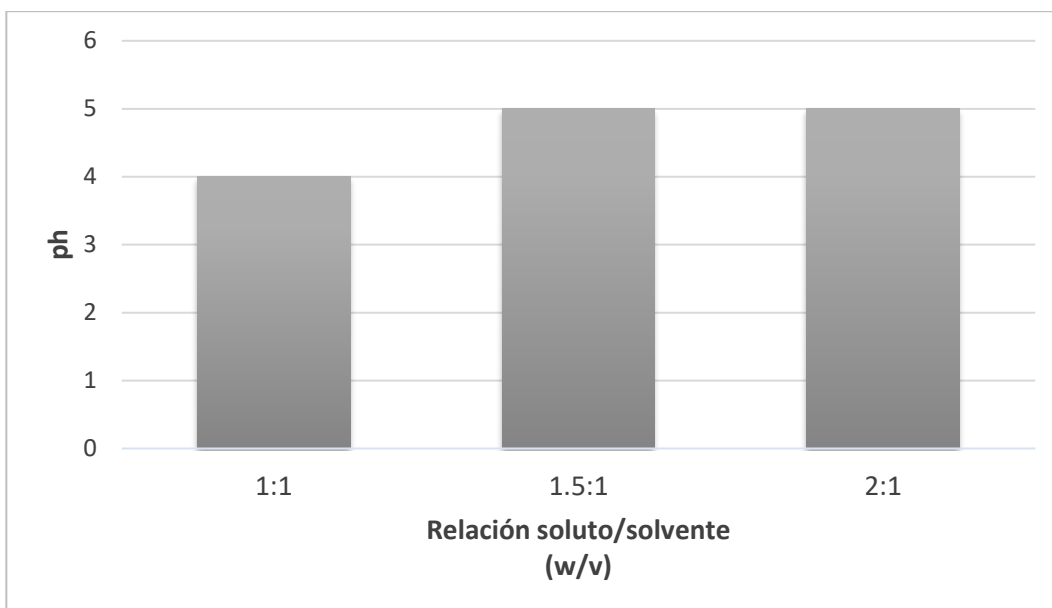
Fuente: datos experimentales, LIEXVE, USAC

Tabla XXV. **pH a 25 °C del producto cosmético aceite de Aloe vera formulado, según la relación soluto/solvente (w/v)**

Relación soluto/solvente (w/v)	pH
1:1	4
1.5:1	5
2:1	5

Fuente: datos experimentales, LIEXVE, USAC.

Figura 8. **pH a 25 °C del producto cosmético aceite de Aloe vera formulado, según la relación soluto/solvente (w/v)**



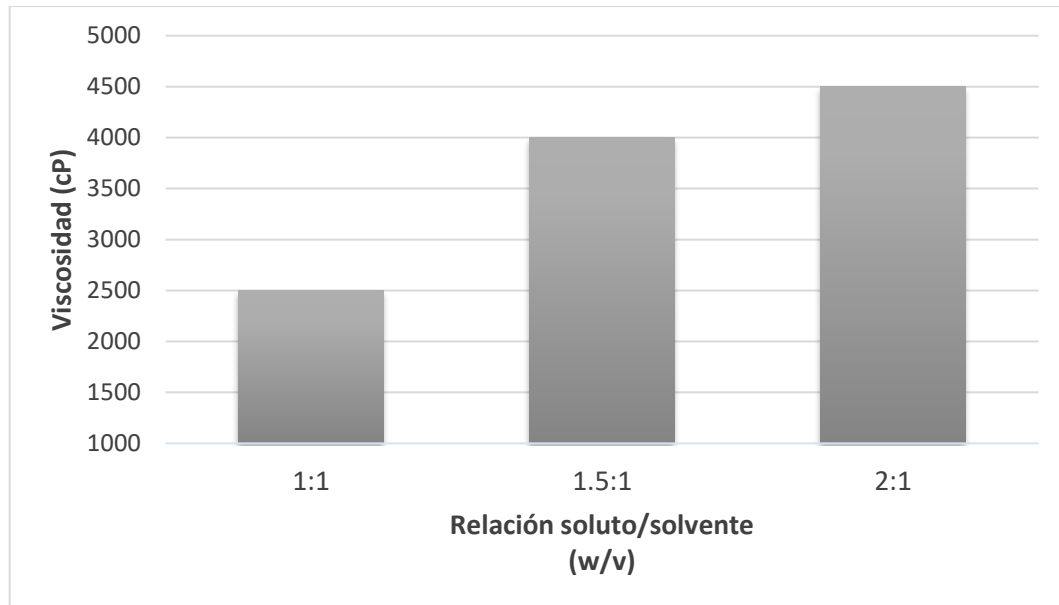
Fuente: datos experimentales, LIEXVE, USAC.

Tabla XXVI. **Viscosidad a 25 °C del producto cosmético aceite de Aloe vera formulado, según la relación soluto/solvente (w/v)**

Relación soluto/solvente (w/v)	Viscosidad (cP)
1:1	2500
1.5:1	4000
2:1	4500

Fuente: datos experimentales, LAFIQ, USAC.

Figura 9. **Viscosidad a 25 °C del producto cosmético aceite de Aloe vera formulado, según la relación soluto/solvente (w/v)**



Fuente: datos experimentales, LIEXVE, USAC.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En el presente estudio de investigación a nivel tesis, se llevó a cabo la formulación y caracterización del producto cosmético aceite de Aloe vera, utilizando extracto de Aloe vera (*Aloe barbadensis*) y aceite de Coco (*Cocos nucifera L.*) como aceite portador, obtenido con maceración dinámica a reflujo, a escala laboratorio, variando la relación soluto/solvente (w/v), 1:1, 1.5:1 y 2:1, con el fin de determinar si existe o no variabilidad en las características fisicoquímicas (densidad, pH y viscosidad) y características organolépticas (textura, color y olor) en cada una de las muestras del producto formulado.

En la tabla XIX, se muestra la formulación del producto cosmético aceite de Aloe vera utilizando una relación soluto/solvente (w/v) 1:1, en donde se observa un 51,18 % correspondiente a los 50 g de extracto de Aloe vera en 50 mL (47 g) de aceite portador, el cual corresponde al 48,11 % de la formulación del producto, haciendo un total de 99,29 %, y un 0,57 % de agentes antioxidantes como vitaminas E y C, y finalmente un 0,14 % de aceite esencial que aporta aroma al producto cosmético.

En la tabla XX, se observa la formulación correspondiente a la relación soluto/solvente (w/v) 1.5:1, en donde se muestra que la cantidad de extracto de aloe vera (75 g) contenida en esta muestra corresponde al 60,96 %, por lo que el contenido de aceite portador corresponde al 38,20 %, haciendo un total de 99,16 %, un 0,68 % correspondiente a los agentes antioxidantes: vitamina E y C, y finalmente un 0,16 % correspondiente al aceite esencial encargado de brindar aroma al producto cosmético formulado.

En la tabla XXI, se observa la formulación correspondiente a la relación soluto/solvente (x/v) de 2:1, en donde la cantidad utilizada de 100 g de Aloe vera representa un 67,39 % de la formulación, un 31,68 % correspondiente a los 47 g que contiene los 50 mL de aceite portador utilizado, un 0,74 % correspondiente a los agentes antioxidantes de Vitamina E y C y finalmente un 0,19 % perteneciente al aceite esencial que brinda aroma al producto cosmético formulado.

En la tabla XXII, se muestra el rendimiento extractivo de aceite de coco obtenido mediante expresión en frío por prensa hidráulica, el cual fue de $20,77 \pm 0,35$ %. Se realizaron 3 extracciones para recolectar el aceite necesario a utilizar en la formulación del producto cosmético de aceite de Aloe vera, con la finalidad de cumplir la función de un aceite portador de las propiedades brindadas por el extracto de Aloe vera mediante maceración dinámica a reflujo en un tiempo de 1 hora manteniendo un rango de temperatura de 30 °C – 40 °C.

En la tabla XXIII, se muestran las características organolépticas analizadas en las muestras del producto cosmético formulado respecto a la relación soluto/solvente (w/v) de cada muestra, en donde, para la relación 1:1 se presentó un color blanco homogéneo, mientras que para la relación 1.5:1 presentó un color blanco amarillento y para la relación 2:1 se presentó un color amarillo verdoso, lo cual indica que la presencia de mayor extracto de Aloe vera tiene influencia en el color de las muestras de aceite formulado. Continuando con el análisis de la tabla XXIII se muestra que para las 3 relaciones de soluto/solvente (w/v) estudiadas se presenta un olor a coco y eucalipto, lo cual indica que la cantidad de extracto de Aloe vera no influye en esta característica, mientras que, para la textura de las muestras analizadas, se observa que tanto para la relación 1:1 como para la 1.5:1 presenta una textura homogénea y para la relación 2:1 presentó una textura

heterogénea, esto debido a una saturación del aceite portador por parte del extracto de Aloe vera, provocando así la formación de dos fases en la muestra.

En la tabla XXIV, se registran los valores de densidad a 25 °C, de las muestras de aceite de Aloe vera formulado para cada una de las relaciones soluto/solvente (w/v) estudiadas, presentando un aumento de esta respecto al aumento en la concentración de extracto de Aloe vera en las muestras estudiadas, análisis ratificado en la tabla XIV, la cual muestra que existe una diferencia significativa en los valores de densidad respecto a la variación de la relación soluto/solvente (w/v), obteniendo una F de Fisher mayor al valor crítico, por lo que se acepta la hipótesis alternativa.

En la figura 7, se presentan gráficamente los valores de densidad de las muestras de aceite de Aloe vera formulado; en el eje de las ordenadas se presentan los valores de densidad respecto a cada una de las relaciones soluto/solvente (w/v) 1:1, 1.5:1 y 2:1 representado en el eje de las abscisas.

En la tabla XXV, se registran los valores de pH a 25 °C, de las muestras de aceite de Aloe vera formulado para cada una de las relaciones soluto/solvente (w/v) estudiadas, presentando un aumento de este respecto al aumento en la concentración de extracto de Aloe vera en las muestras estudiadas, análisis registrado en la tabla XVI, la cual muestra que existe una diferencia significativa en los valores de pH respecto a la variación de la relación soluto/solvente (w/v), obteniendo una F de Fisher mayor al valor crítico, por lo que se acepta la hipótesis alternativa, obteniendo un pH de 4 para la relación de soluto/solvente (w/v) 1:1 y un pH de 5 para las relaciones 1.5:1 y 2:1.

En la figura 8, se ilustra gráficamente el comportamiento de los valores de pH de las muestras de aceite de Aloe vera formulado; representando en el eje de

las ordenadas los valores de pH, respecto a cada una de las relaciones soluto/solvente (w/v) 1:1, 1.5:1 y 2:1, representado en el eje de las abscisas.

En la tabla XXVI, se observan los valores de viscosidad a 25 °C, de las muestras de aceite de Aloe vera formulado para cada una de las relaciones soluto/solvente (w/v) estudiadas, presentando un aumento de esta respecto al aumento en la concentración de extracto de Aloe vera en las muestras estudiadas, análisis demostrado en la tabla XVIII, la cual muestra que existe una diferencia significativa en los valores de viscosidad respecto a la variación de la relación soluto/solvente (w/v) obteniendo una F de Fisher mayor al valor crítico, por lo que se acepta la hipótesis alternativa, obteniendo una viscosidad de 2500 cP para la relación de soluto/solvente (w/v) 1:1, de 4000 cP para la relación 1.5:1 y de 4500 cP para la relación 2:1.

En la figura 9, se observan gráficamente los valores de viscosidad de las muestras de aceite de Aloe vera formulado; representando en el eje de las ordenadas, los valores de viscosidad respecto a cada una de las relaciones soluto/solvente (w/v) 1:1, 1.5:1 y 2:1 representado en el eje de las abscisas.

Mediante las pruebas fisicoquímicas realizadas al producto cosmético de aceite de Aloe vera formulado, se determinó que al aumentar el porcentaje de extracto de Aloe vera presente en la formulación, mayor será su densidad, pH y viscosidad.

Por medio de las pruebas organolépticas realizadas al producto cosmético formulado, se registró que existe un cambio en sus características de textura y color al variar la concentración de extracto de Aloe vera presente en la formulación, mientras que para el olor no se presentó un cambio respecto a la variación en dicha concentración.

CONCLUSIONES

1. Se realizó la formulación del producto cosmético aceite de Aloe vera a diferentes relaciones soluto/solvente (w/v) obteniendo un 51,18 % de extracto de Aloe vera para la relación 1:1, un 60,96 % para la relación 1.5:1 y un 67,39 % para la relación 2:1.
2. Se determinó un rendimiento de extracción de $20,77 \pm 0,35$ % de aceite de coco obtenido mediante prensado en frío, para su uso como aceite portador dentro de la formulación del producto cosmético aceite de Aloe vera.
3. Mediante el análisis de las pruebas organolépticas se determinó que la textura del producto cosmético aceite de Aloe vera formulado, presenta una variación, respecto a la relación soluto/solvente (w/v) 2:1, presentando una textura heterogénea en su formulación, en comparación con las relaciones 1:1 y 1.5:1, las cuales presentaron una textura homogénea.
4. Por medio del análisis de pruebas organolépticas se determinó que existe una variación en el color del producto cosmético aceite de Aloe vera formulado, respecto a la variación de la concentración del extracto de Aloe vera presente en cada muestra analizada.
5. Por medio del análisis de las pruebas organolépticas reportado, se determinó que no existe variabilidad en el olor de las muestras de producto cosmético aceite de Aloe vera formulado a diferentes concentraciones de extracto de Aloe vera.

6. Se determinó que existe diferencia significativa en las propiedades fisicoquímicas (densidad, pH y viscosidad) del producto cosmético aceite de Aloe vera formulado en función de la relación soluto/solvente (w/v) utilizado para cada una de las muestras, aceptando la hipótesis alternativa de dicho estudio.

RECOMENDACIONES

1. Utilizar una formulación con una proporción 1:1 debido a que se presenta una variabilidad en el color y textura del producto formulado al aumentar su concentración en extracto de Aloe vera.
2. Emplear alrededor de 10 a 20 minutos como máximo para homogenizar el extracto de Aloe vera, y así evitar el oscurecimiento que se produce en el Aloe vera debido a las reacciones de pardeamiento enzimático.
3. Retirar el extracto de Aloe vera de la planta de manera inmediata después del corte de las hojas para preservar en óptimas condiciones sus propiedades hasta la aplicación de agentes oxidantes.
4. Controlar la temperatura del aceite de Aloe vera mientras se realizan las pruebas fisicoquímicas, ya que esta puede afectar su medición.
5. Dejar reposar el extracto de Aloe vera por un periodo de 2 horas después de su homogeneización y decantar la fase inferior la cual no contiene burbujas de aire, las cuales pueden oxidar el extracto debido a la presencia de oxígeno.
6. Evaluar diferentes métodos de extracción para la obtención de aceite portador, como el método de Soxhlet o maceración dinámica.
7. Realizar el proceso de extracción de aceite de coco si se plantea una producción industrial del producto ya que se presentan altos rendimientos

de extracción y el equipo es de fácil manipulación y bajo costo, sin embargo, si se busca una elaboración ocasional del producto se recomienda obtener la materia prima del aceite portador ya fabricado, ya que existe en el mercado la venta de aceite de coco extra virgen que promete ser un aceite de coco 100 % natural.

8. Realizar formulaciones de aceite de Aloe vera utilizando diferentes tipos de aceite portador para aprovechar los diferentes beneficios y propiedades que ofrecen otros aceites portadores aparte del aceite de coco.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUDELO, Catalina, CARDONA, Carlos. *Desarrollo de una bebida completamente natural y nutritiva utilizando como materia prima Aloe vera variedad Barbadosensis miller cultivada bajo los principios de producción limpia en el municipio de santa rosa de cabal en Risaralda Colombia*. Trabajo de graduación de Inga. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 2012. 146 p.
2. ÁLVAREZ, Luis. *Aloe vera (Sábila): cultivo y su utilización*. España. Editorial Paraninfo. 2012. 127 p.
3. AVELLO, Marcia y SUWALSKY, Mario. *Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección*. Atenea (Concepc.) [en línea]. 2006, n.494 [Consulta: 15-09-2021], pp.161-172. Disponible en: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-04622006000200010&lng=es&nrm=iso> ISSN 0718-0462. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-04622006000200010>.
4. BETANCUR Yepes, D. P., Sánchez Giraldo, L., & Márquez Cardozo, C. J. (2017). *Extracción termomecánica y caracterización fisicoquímica del aceite de aguacate (Persea americana Mill. cv. Hass)*. Informador Técnico, 81(1), p. 75–85. <https://doi.org/10.23850/22565035.728>

5. BUCAMP, Jérôme. *Extracción en frío del aceite de coco*. Artículo científico. Medio ambiente y coco. 2017. p. 2-5.
6. CAREY, Francis. *Química orgánica*. 6a ed. México: McGraw-Hill, 2006. 1108 p.
7. CASTAÑO AMORES, Celia; HERNÁNDEZ BENAVIDES, Pablo José. *Activos antioxidantes en la formulación de productos cosméticos antienvjecimiento*. Artículo científico. Ars Pharmaceutica (en línea), 2018, vol. 59, no 2, p. 77-84. Consultado en: <<http://dx.doi.org/10.30827/ars.v59i2.7218>>
8. CASTRO, Daniela. *Cómo hacer gel de Aloe vera y cuáles son sus aplicaciones*. Artículo científico. Belleza y cuidado personal. 2015. 7 p.
9. DOMINGUEZ-FERNANDEZ, R.N. et al. *El gel de Aloe vera: estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria*. Rev. Mex. Ing. Quím [en línea]. 2012, vol.11, n.1 [Consulta: 19-04-2019], pp.23-43. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-27382012000100003&lng=es&nrm=iso. ISSN 1665-2738>
10. FIGUEROA, Evelyn Lissette. *Evaluación del rendimiento y caracterización fisicoquímica de la extracción de la fracción lipídica de la copra del coco (cocos nucifera L.) variedad verde utilizando tres solventes a escala laboratorio*. Trabajo de graduación de Inga.

Química. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 2013. p. 151-162.

11. FURTADO, Maria Clara, et al. *Caracterización fisicoquímica de aceites de frutos secos de coco (Cocos nucifera L.)*. Investigación, sociedad y desarrollo, 2020, vol.9, no 9, p. 3-12.
12. GÓMEZ-MATOS, Mislén, et al. *Caracterización de aceite extraído del fruto de Cocos nucifera obtenido a escala de laboratorio*. Revista CENIC Ciencias Químicas, 2018, vol. 49, 1 p.
13. GONZÁLEZ, Fernando, et al. *Planta de extracción de aceites esenciales*. Informador Técnico, 2007, vol. 71, p. 25-29.
14. HERNÁNDEZ, Carlos; PITRE, Alberto Mieres. *Extracción y purificación del aceite de la almendra del fruto de la palma de corozo (Acrocomia aculeata)*. Revista Ingeniería UC, 2005, vol. 12, no 1, p. 68-75.
15. LOSSI, Estefani. *Obtención de aceite esencial del flavelo del fruto del naranjo dulce (citrus sinensis l.) Tipo blanca, variedad valencia, empleando el método de destilación por arrastre de vapor a nivel laboratorio, en función de diferentes tipos de corte y contenido de humedad*. Trabajo de graduación de Inga. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 2012. 146 p.
16. MARTÍNEZ, Vicente. *Características de los aceites vegetales*. Artículo científico. Botanical-online 2019. 10 p.

17. MERCOLA, Joseph. *Aceite de Eucalipto: Extraordinario Aceite Esencial*. Artículo científico. 2019. p. 7-10.
18. NAVARRO, Diana. *Efecto de los tratamientos de gel de aloe, aplicados en pre- o post-recolección sobre la calidad de frutos de hueso y uva de mesa*. Ingeniera Agrónoma. Tesis doctoral. Universidad Miguel Hernández de Elche Escuela Politécnica superior de Orihuela, 2013. 225 p.
19. PÉREZ, V. J., et al. *Composición Química, Propiedades Físicas y Reológicas del mucílago de Aloe barbadensis Miller*. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos, 2019, vol. 4, p. 902-906.
20. PETRUK, Ganna y col. *Genotipo de tomate enriquecido con ácido ascórbico para combatir el estrés oxidativo inducido por rayos UVA en queratinocitos humanos normales*. Revista de fotoquímica y fotobiología B: Biología, 2016, vol.163, p. 284-289.
21. PINEDA, Billy Alexander. *Producción y aprovechamiento de la sábila (Aloe vera) como planta medicinal y sus beneficios*. Trabajo de graduación de Lic. en Pedagogía y Administración Educativa con Especialidad en Medio Ambiente. Universidad de San Carlos de Guatemala de Quiché, 2014. 160 p.
22. PONS, Gelza Alba. *Aceites vegetales, hacia una producción sostenible*. El Hombre y La Máquina, 2015, no 46, p. 9-19.

23. REYNOLDS, T. y DWECK A. C. *Aloe vera leaf gel: a review update*. 1999. *Journal Ethnopharmacology* 68, p. 3-37.
24. RODRÍGUEZ MILLÁN, P. S.; SILVA RAMÍREZ, A. S.; CARRILLO INUNGARAY, M. L. *Caracterización fisicoquímica del aceite de nuez de Macadamia (Macadamia integrifolia) Physicochemical characterization of Macadamia nut (Macadamia integrifolia) oil*. *CyTA-Journal of Food*, 2011, vol. 9, no 1, p. 58-64.
25. ROJAS RAMOS, Katty Mariela. *Obtención y extracción de aceites vegetales*. [En línea]. 2019. [Consulta: 19-04-2019]. Disponible en: <<http://repositorio.une.edu.pe/handle/UNE/3861>>
26. THOMAS, Yesenia. *Extracción de aceite de coco para la elaboración de jabón enriquecido con frutas. (cocus nucifera)*. Artículo científico. 5° Congreso Juvenil de Ciencia y Tecnología del Maren La Educación Media Superior. México. 2012. p. 12-20.
27. TORRES GARCÍA, Jairo; DURÁN AGÜERO, Samuel. *Fosfolípidos: propiedades y efectos sobre la salud*. *Nutrición hospitalaria*, 2015, vol. 31, no 1, p. 76-83.
28. ZABALA TORO, Lina Marcela; GUIOT MORALES, Lizet; RESTREPO FERNÁNDEZ, María Clara. *Aceite de coco: características nutricionales y posibles aportes a la salud humana*. Tesis Doctoral. Corporación Universitaria Lasallista. 2020. p. 18-29.

APÉNDICES

Apéndice 1. Obtención de la pulpa de Coco (*Cocos nucifera* L.)



Fuente: elaboración propia en Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales -LIEXVE-.

Apéndice 2. **Disminución de partícula de la pulpa de Coco (*Cocos nucifera* L.)**



Fuente: elaboración propia en Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales -LIEXVE-.

Apéndice 3. **Deshidratación de la pulpa de Coco (*Cocos nucifera* L.)**



Fuente: elaboración propia en Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales -LIEXVE-.

Apéndice 4. **Prensado de la copra de Coco (*Cocos nucifera* L.) para la obtención del aceite portador**



Fuente: elaboración propia en Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales -LIECVE-.

Apéndice 5. **Obtención de la pulpa de Aloe Vera (*Aloe barbadensis*)**



Fuente: elaboración propia en Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales -LIECVE-.

Apéndice 6. **Homogenización de la pulpa de Aloe Vera (*Aloe barbadensis*)**



Fuente: elaboración propia en Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales -LIEXVE-.

Apéndice 7. **Obtención del aceite de Aloe Vera (*Aloe barbadensis*) por medio de maceración dinámica**



Fuente: elaboración propia en Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales -LIEXVE-.

Apéndice 8. **Almacenamiento del aceite de Aloe Vera (*Aloe barbadensis*)**



Fuente: elaboración propia en Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales -LIEXVE-.

Apéndice 9. **Medición de la densidad del aceite de Aloe vera (*Aloe barbadensis*)**



Fuente: elaboración propia en Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales -LIEXVE-.

Apéndice 8. **Medición de pH del aceite de Aloe Vera (*Aloe barbadensis*)**



Fuente: elaboración propia en Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales -LIEXVE-.

Apéndice 9. **Medición de la viscosidad cinemática del aceite de Aloe Vera (*Aloe barbadensis*)**



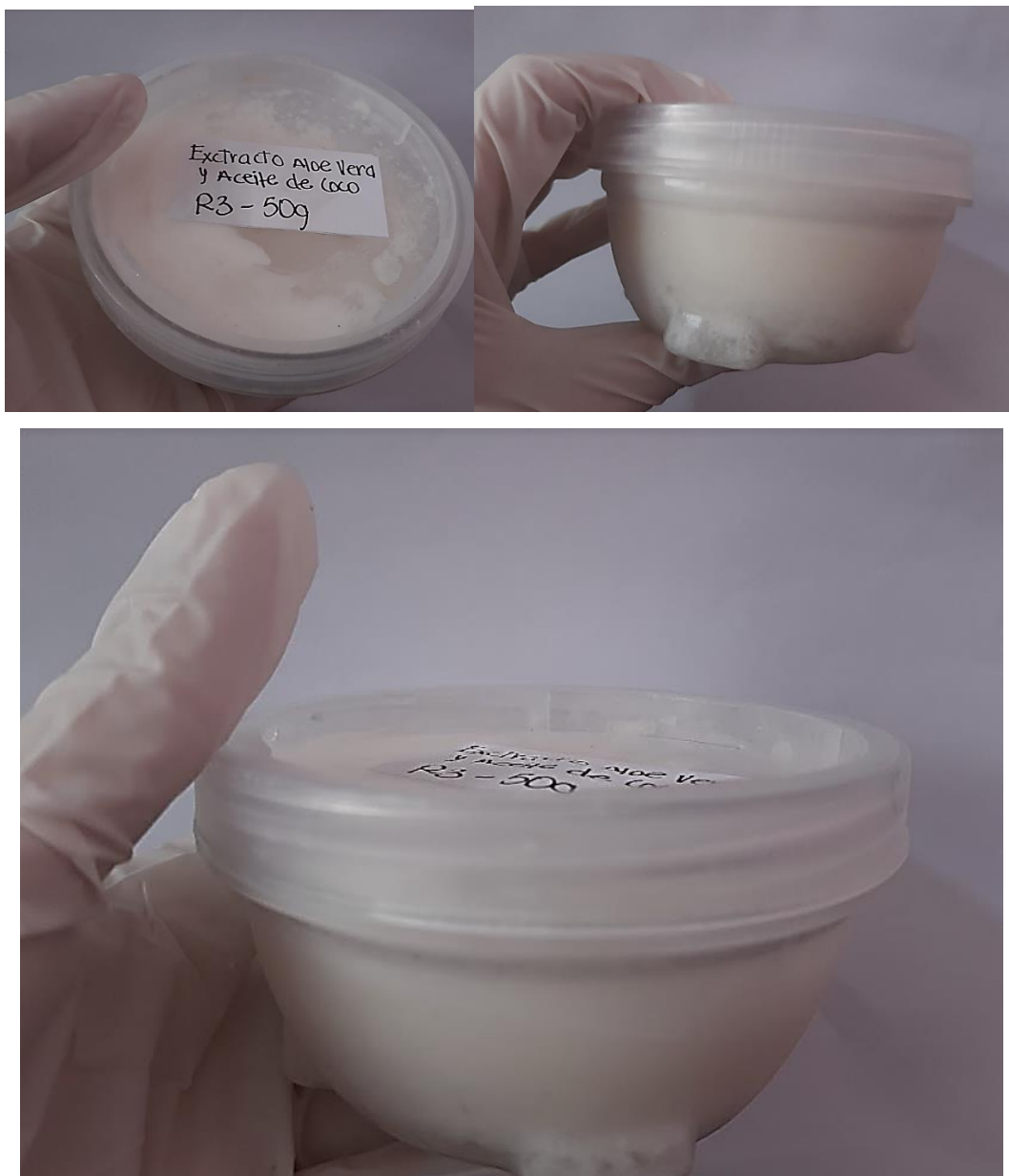
Fuente: elaboración propia en Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales -LIEXVE-.

Apéndice 10. **Extracción del aceite esencial de eucalipto por medio de hidrodestilación a escala laboratorio, utilizando el equipo Neoclavenger.**



Fuente: elaboración propia en Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales -LIEXVE-.

Apéndice 11. **Aceite de Aloe Vera formulado según relación soluto/solvente (w/v) 1:1**



Fuente: elaboración propia en Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales -LIEXVE-.

Apéndice 12.

Aceite de Aloe vera formulado según relación soluto/solvente (w/v) 1.5:1



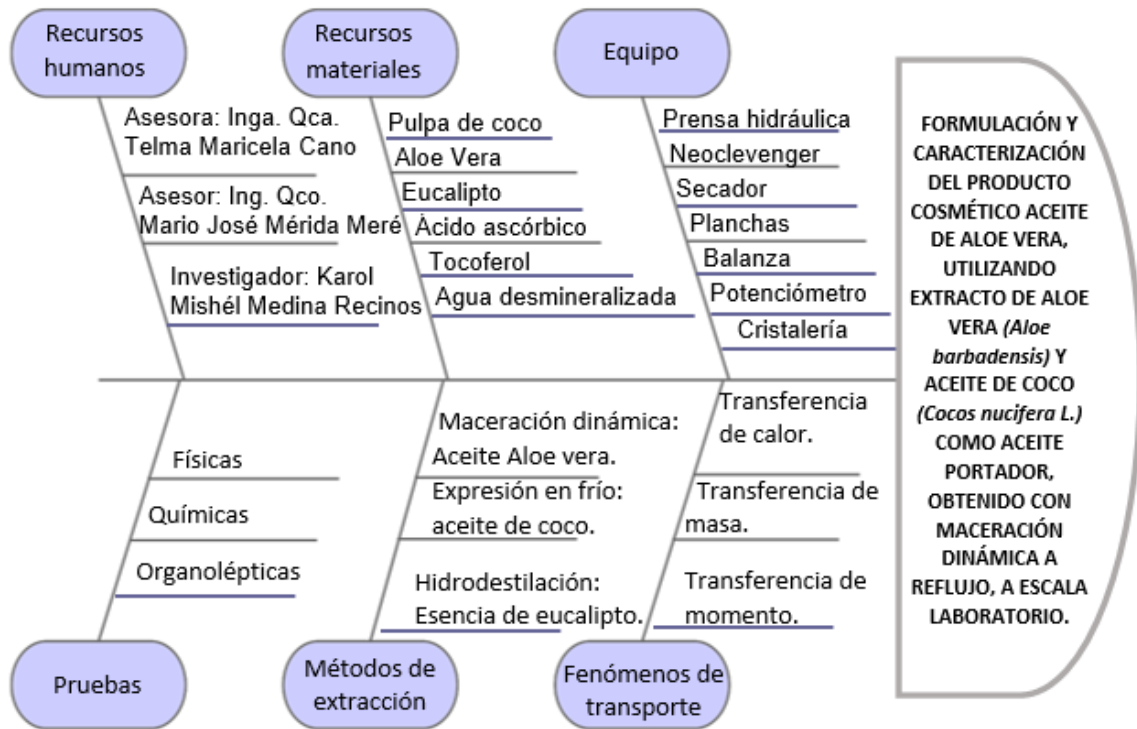
Fuente: elaboración propia en Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales -LIECVE-.

Apéndice 13. **Aceite de Aloe vera formulado según relación soluto/solvente (w/v) 2:1**



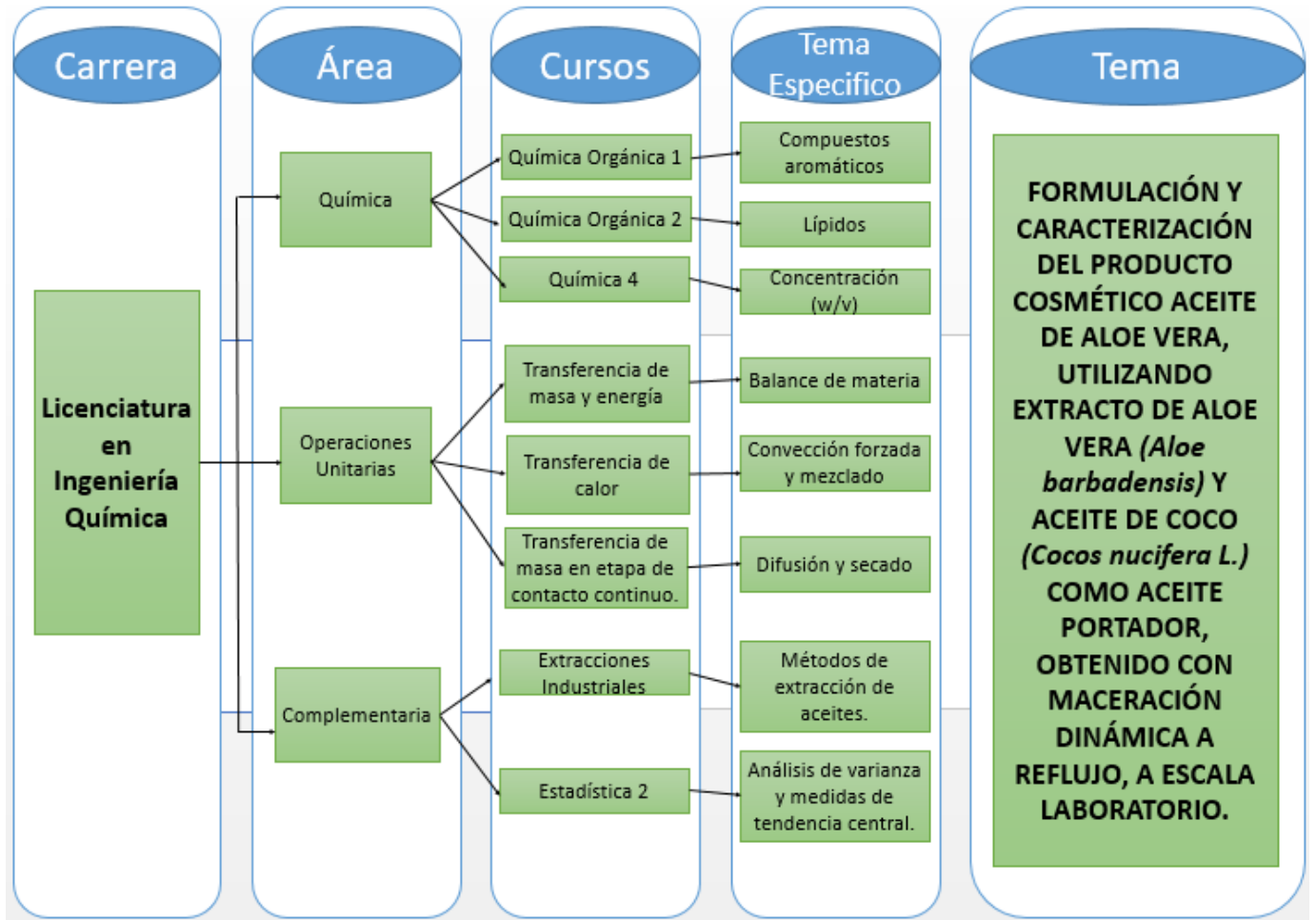
Fuente: elaboración propia en Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales -LIECVE-.

Apéndice 14. Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 15. Diagrama de requisitos académicos



Fuente: elaboración propia.