UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS

CARRERA DE QUÍMICA Y FARMACIA

TRABAJO DE TITULACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO PREVIO

PARA OPTAR POR EL TITULO DE QUÍMICOS Y FARMACÉUTICOS

TEMA:

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFECTIVIDAD ANTIPARASITARIA INTESTINAL DE TRES ACEITES ESENCIALES *"COCOS NUCIFERA", "PERSEA AMERICANA" Y "THYMUS VULGARIS"*

MODALIDAD: INVESTIGACIÓN

AUTORES:

- **DÁVALOS MENDIETA GUILLERMO ANDRÉS**
- **NARVÁEZ APOLINARIO MARLON ARIEL**

TUTORA:

ING. QUÍM. YAIMÉ DELGADO ARCAÑO, PhD

GUAYAQUIL–ECUADOR

2021 – 2022

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
ANEXO X.- FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	"ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFECTIVIDAD ANTIPARASITARIA INTESTINAL DE TRES ACEITES ESENCIALES "COCOS NUCIFERA", "PERSEA AMERICANA" Y "THYMUS VULGARIS"		
AUTOR(ES):	DÁVALOS MENDIETA GUILLERMO ANDRÉS NARVÁEZ APOLINARIO MARLON ARIEL		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES):	ING. QUÍM. YAIMÉ DELGADO ARCAÑO, PhD (TUTORA) QF. MARIA FERNANDA CARRILLO, PhD (REVISOR)		
INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL		
UNIDAD/FACULTAD:	FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:	QUÍMICA Y FARMACIA		
GRADO OBTENIDO:	TERCER NIVEL		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	Octubre 2021	No. DE PÁGINAS:	102
ÁREAS TEMÁTICAS:	Investigación bibliográfica-experimental		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Ácidos grasos, Actividad antiparasitaria, Compuestos fenólicos, Parásitos, Aceites esenciales, Composición química, Contenido lipídico		

RESUMEN/ABSTRACT (223-250 palabras): Los aceites esenciales *Cocos nucifera, Persea americana* y *Thymus vulgaris*. Presentan acción contra las amebas como *Entamoeba Histolytica* y los flagelados como la *Giardia Lamblia* esta acción antiparasitaria y antiprotozoaria se debe a los compuestos bioactivos que presentan como los compuestos fenólicos y ácidos grasos constituyentes de importancia, conteniendo en su composición moléculas hidrofóbicas que presenta sobre la capa externa de la membrana celular que ocasiona cambios en la estructura del parasito. Se realizó un estudio bibliográfico - experimental, se basa en la recopilación de información documentada y antecedentes experimentales que determinan la capacidad antiparasitaria presente en los aceites esenciales frente a estos parásitos. La investigación bibliográfica tiene como objetivo principal proporcionar conocimientos de la composición química y capacidad antiparasitaria de los aceites esenciales *Cocos nucifera, Persea americana* y *Thymus vulgaris* frente a la *Entamoeba Histolytica* y *Giardia Lamblia*. Se manejó una investigación exploratoria profunda sobre acción de los aceites esenciales frente a los parásitos debido a que no existe una investigación y aplicación científica en nuestro país. Además, se empleó un método experimental sobre la actividad antiparasitaria que contienen los aceites esenciales basándose en muestras con parásitos que se encuentran generalmente en el intestino, aplicando emulsiones de aceites esenciales al 10% con fin de observar si hay presencia de diseminación de los quistes. Los resultados indicaron que los componentes como el timol, carvacrol, b-Sitoesterol, tocoferol y los ácidos grasos como el ácido láurico, caprilico, palmítico y oleico presente en los aceites esenciales poseen actividad antiparasitaria frente a estos parásitos.

ADJUNTO PDF:	SI **X**	NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	**Teléfono:** 0997362310 - 0997439947	**E-mail:** guillermo.davalosm@ug.edu.ec marlon.narvaeza@ug.edu.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	**Nombre: FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**		
	Teléfono: (04)2293680		
	E-mail: www.fcq.ug.edu.ec		

ANEXO V. - CERTIFICADO DEL DOCENTE-TUTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Guayaquil, 26 de septiembre del 2021

Sr. /Sra.

Q.F María Auxiliadora Alarcón Mgs.
DIRECTOR (A) DE LA CARRERA QUIMICA Y FARMACIA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de integración curricular **"ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFECTIVIDAD ANTIPARASITARIA INTESTINAL DE TRES ACEITES ESENCIALES "COCOS NUCIFERA", "PERSEA AMERICANA" Y "THYMUS VULGARIS"** de los estudiantes **DÁVALOS MENDIETA GUILLERMO ANDRÉS** con **C.I. 093008935-4** y **NARVÁEZ APOLINARIO MARLON ARIEL** con **C.I. 093225603-5**, indicando que han cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración deltrabajo de integración curricular con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de integración curricular, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que los estudiantes están aptos para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
YAIME
DELGADO

ING. YAIME DELGADO ARCANO, PhD.
TUTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
C.I. 0957373855
FECHA: 26 de septiembre del 2021

ANEXO VII.- INFORME DEL DOCENTE REVISOR

Guayaquil, 18 octubre de 2021

Sra. Q.F. MARÍA AUXILIADORA ALARCÓN Mgs.
DIRECTORA DE LA CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad. - Guayaquil

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el informe correspondiente a la REVISIÓN FINAL del Trabajo de integración **"ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFECTIVIDAD ANTIPARASITARIA INTESTINAL DE 3 ACEITES ESENCIALES "COCOS NUCIFERA", "PERSEA AMERICANA" Y THYMUS VULGARIS"** de los estudiantes **NARVAEZ APOLINARIO MARLON ARIEL** con **C.I. No. 093225603-5**, **DAVALOS MENDIETA GUILLERMO ANDRES** con **C.I. No. 093008935-4**. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimento de los siguientes aspectos.

Cumplimiento de requisitos de forma:
El título tiene un máximo de 20 palabras.
La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.
El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad.
La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.
Los soportes teóricos son de máximo 5 años.
La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:
El trabajo es el resultado de una investigación.
El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica el que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que el estudiante está apto para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.
Atentamente,

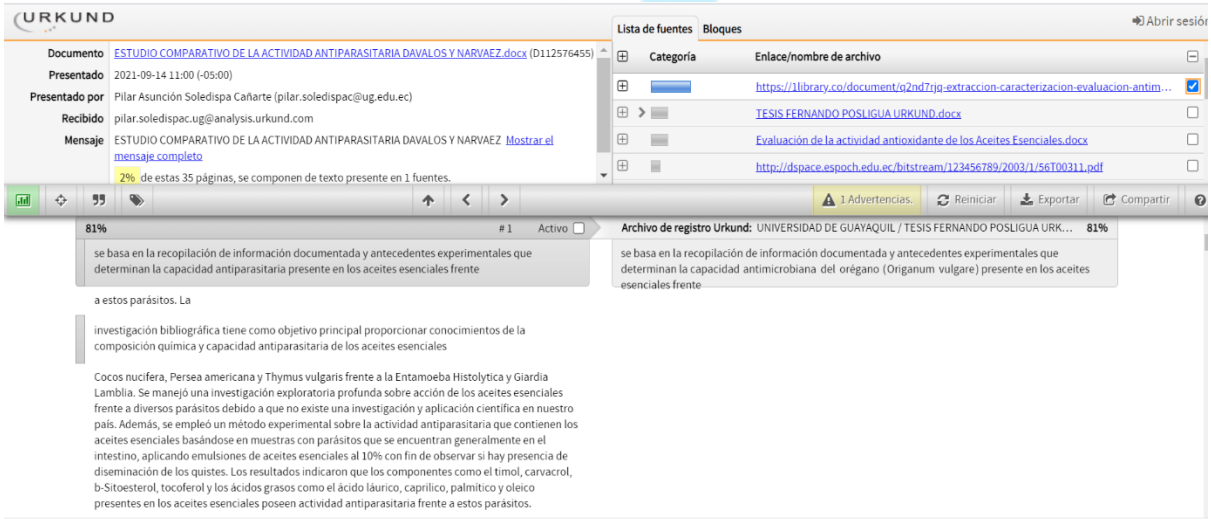
MARIA FERNANDA CARRILLO RODRIGUEZ
Firmado digitalmente por MARIA FERNANDA CARRILLO RODRIGUEZ
Fecha: 2021.10.18 18:44:24 -05'00'

Q.F. MSC. MA. FERNANDA CARRILLO RODRÍGUEZ
DOCENTE TUTOR REVISOR
C.I. 0918869918
FECHA: 18 DE OCTUBRE 2021

ANEXO VI. - CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

Habiendo sido nombrado **ING. YAIME DELGADO ARCANO, PhD**., tutor del trabajo de integración curricular certifico que el presente trabajo ha sido elaborado por **DÁVALOS MENDIETA GUILLERMO ANDRÉS** con **C.I. 0930089354** y **NARVÁEZ APOLINARIO MARLON ARIEL** con **C.I. 0932256035**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de **QUÌMICO FARMACEUTICO**.

Se informa que el trabajo de integración curricular: **ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFECTIVIDAD ANTIPARASITARIA INTESTINAL DE TRES ACEITES ESENCIALES "COCOS NUCIFERA", "PERSEA AMERICANA" Y "THYMUS VULGARIS"**, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa Anti-plagio **URKUND** quedando el 2% de coincidencia.



https://secure.urkund.com/old/view/107259962-871589-734320#q1bKLVayijY00zE01zG00DG01DEy0DEy1DEy0jEyjtVRKs5Mz8tMy0xOzEtOVbIy0DMwNDc1MTUzNLA0sDQHUia1AA==

Firmado electrónicamente por:
YAIME
DELGADO

ING. YAIME DELGADO ARCANO, PhD.
C.I. 0957373855
FECHA: 26 de septiembre del 2021

URKUND

Urkund Analysis Result

Analysed Document:	ESTUDIO COMPARATIVO DE LA ACTIVIDAD ANTIPARASITARIA DAVALOS Y NARVAEZ.docx (D112576455)
Submitted:	9/14/2021 6:00:00 PM
Submitted By:	pilar.soledispac@ug.edu.ec
Significance:	2 %

Sources included in the report:

https://1library.co/document/q2nd7rjq-extraccion-caracterizacion-evaluacion-antimicrobiano-diferentes-concentraciones-deshuesada-refrigeracion.html

Instances where selected sources appear:

8

Firmado electrónicamente por:
YAIME DELGADO

ING. YAIME DELGADO ARCANO, PhD.
TUTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
C.I. 0957373855
FECHA: 26 de septiembre del 2021

Guayaquil, 26 de septiembre del 2021

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutora de Trabajo de integración curricular, Certifico: Que he asesorado, guiado y revisado el trabajo de titulación en la modalidad de investigación, cuyo título es: **ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFECTIVIDAD ANTIPARASITARIA INTESTINAL DE TRES ACEITES ESENCIALES "COCOS NUCIFERA", "PERSEA AMERICANA" Y "THYMUS VULGARIS"** es presentado por **DÁVALOS MENDIETA GUILLERMO ANDRÉS** con **C.I. 0930089354** y **NARVÁEZ APOLINARIO MARLON ARIEL** con **C.I. 0932256035**, previo a la obtención del título de Químicos y Farmacéuticos.

Este trabajo ha sido aprobado en su totalidad y se adjunta el informe de Anti-plagio del programa **URKUND**, quedando el 2% de coincidencia. Lo Certifico:

Firmado electrónicamente por:
YAIME
DELGADO

ING. YAIME DELGADO ARCANO, PhD.
TUTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
C.I. 0957373855
FECHA: 26 de septiembre del 2021

Guayaquil, 6 de octubre 2021

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR REVISOR

Habiendo sido nombrada **Q.F. MSC. MA. FERNANDA CARRILLO RODRÍGUEZ**., tutora revisora del trabajo cuyo título es **ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFECTIVIDAD ANTIPARASITARIA INTESTINAL DE 3 ACEITES ESENCIALES "COCOS NUCIFERA", "PERSEA AMERICANA" Y THYMUS VULGARIS",** certifico que el presente trabajo de titulación, elaborado por los estudiantes **NARVAEZ APOLINARIO MARLON ARIEL** con **C.I. No. 093225603-5**, **DAVALOS MENDIETA GUILLERMO ANDRES** con **C.I. No. 093008935-4;** con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de Químicos y Farmacéuticos, en la Facultad de Ciencias Químicas, ha sido **REVISADO Y APROBADO** en todas sus partes, encontrándose apto para su sustentación.

Atentamente,

MARIA FERNANDA CARRILLO RODRIGUEZ
Firmado digitalmente por MARIA FERNANDA CARRILLO RODRIGUEZ
Fecha: 2021.11.18 15:36:13 -05'00'

Q.F. MSC. MA. FERNANDA CARRILLO RODRÍGUEZ
TUTOR REVISOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
C.I. 0918869918

Guayaquil, 19 de octubre del 2021

CERTIFICADO DEL TRIBUNAL
ACTA DE REGISTRO DE LA SUSTENTACIÓN FINAL

El tribunal de sustentación del trabajo de Integración curricular del Sr. **NARVAEZ APOLINARIO MARLON ARIEL** con **C.I. No. 093225603-5** y del Sr. **DAVALOS MENDIETA GUILLERMO ANDRES** con **C.I. No. 093008935-4,** después de ser examinados en su presentación, memoria científica y defensa oral da por aprobado el trabajo de titulación.

MARIA FERNANDA CARRILLO RODRIGUEZ
Firmado digitalmente por MARIA FERNANDA CARRILLO RODRIGUEZ
Fecha: 2021.11.18 15:35:06 -05'00'

Q.F. MSC. MA. FERNANDA CARRILLO RODRÍGUEZ
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Firmado electrónicamente por:
KATHERINE ELIZABETH BUSTAMANTE PESANTES

Q.F. KATHERINE BUSTAMANTE PESANTES MSC.
DOCENTE MIEMBRO 1 DEL TRIBUNAL GENERAL

Firmado electrónicamente por:
SANDRA LISSETTE RECALDE LUNA

Q.F. SANDRA LISSETTE RECALDE LUNA MGS
DOCENTE MIEMBRO 2 DEL TRIBUNAL GENERAL

Firmado electrónicamente por:
FRANCISCO XAVIER PALOMEQUE ROMERO

AB. FRANCISCO PALOMEQUE ROMERO MGS.
SECRETARIO GENERAL

ANEXO XI.– DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y DE AUTORIZACIÓN DE LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS

Nosotros, **Guillermo Andrés Dávalos Mendieta** con C.I. **093008935-4** y **Marlon Ariel Narváez Apolinario** con C.I. **093225603-5**, certificamos que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es **"Estudio comparativo de la efectividad antiparasitaria intestinal de tres aceites esenciales *"Cocos Nucifera, Persea Americana, y Thymus Vulgaris"***, son de nuestra absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al **Artículo 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN**, autorizamos la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.

Guillermo Andrés Davalos Mendieta
C.I. No. 093008935-4

Marlon Ariel Narváez Apolinario
C.I. No. 093225603-5

CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN (Registro Oficial n. 899 – Dic./2016) Artículo 114.- De los titulares de derechos de obras creadas en las instituciones de educación superior y centros educativos.- En el caso de las obras creadas en centros educativos, universidades, escuelas politécnicas, institutos superiores técnicos, tecnológico, pedagógicos, de artes y los conservatorios superiores, e institutos públicos de investigación como resultado de su actividad académica o de investigación tales como trabajos de titulación, proyectos de investigación o innovación, artículos académicos, u otros análogos, sin perjuicio de que pueda existir relación de dependencia, la titularidad de los derechos patrimoniales corresponderá a los autores. Sin embargo, el establecimiento tendrá una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra con fines académicos.

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a Dios por ser el pilar fundamental en mi vida, a mi familia en especial a mi mamá y abuela por ser el motor principal para seguir luchando por mis sueños los cuales me han apoyado a lo largo de todo este tiempo, aconsejándome y comprendiéndome para así lograr los objetivos que me he trazado y llegar con éxito a la culminación de mi carrera profesional.

Guillermo Dávalos Mendieta

AGRADECIMIENTO.

En primer lugar, le agradezco a Dios por darme las fuerzas y permitirme lograr todos los objetivos que me he propuesto, por todas las bendiciones que nos brinda día a día y nos sabe guiar. Agradezco a mis familiares los cuales me han brindado su apoyo y de sus consejos para así poder seguir adelante.

Le agradezco a todos los docentes que compartieron sus conocimientos y a la facultad de Ciencias Químicas por permitirme culminar esta etapa académica. También le agradezco a los que considero realmente mis amigos y compañeros por brindarme su amistad, sus consejos y las experiencias vividas a lo largo de mi proceso estudiantil.

Dávalos Mendieta Guillermo

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación se lo dedico en primer lugar a Dios por ser el sendero en mi trayecto universitario, a mi familia por ser la motivación e inspiración de cada día y para aquellas personas, sobre todo niños con problemas serios de desnutrición.

Narváez Apolinario Marlon Ariel

AGRADECIMIENTO.

Mi agradecimiento en especial es a Dios por brindarme salud y capacidad para culminar con éxito mi carrera, a mi padre y madre porque vieron en mí su mejor inversión dejándome un gran legado con la educación.

A mi querida y prestigiosa facultad que me ha cedido del espacio, equipos e instrumentos para desarrollar mis habilidades y destrezas. A mis queridos profesores por su dedicación y exigencia con el aprendizaje y por último a mis compañeros que me han enseñado a trabajar en equipo con tolerancia y responsabilidad, además de ser grandes personas con las que intercambiamos ideas y también risas.

Narváez Apolinario Marlon Ariel

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN XXII

ABSTRACT XXIV

INTRODUCCIÓN 1

CAPITULO I PROBLEMA 2

I.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 2

I.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 4

I.3 JUSTIFICACIÓN 4

I.4 HIPÓTESIS 6

I.5 OBJETIVOS 6

I.5.1 OBJETIVO GENERAL 6

I.5.2 OBJETIVO ESPECÍFICO 6

I.6 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES 7

CAPITULO II MARCO TEORICO 8

II.1 ANTECEDENTES 8

II.2 TOMILLO (THYMUS VULGARIS L.) 9

II.2.1 ORIGEN 9

II.2.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA 10

II.2.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA 11

II.2.4 PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS 11

II.2.5 INDICACIONES TERAPÉUTICAS 11

II.3 AGUACATE O PALTA (PERSEA AMERICANA M.) 12

II.3.1 ORIGEN 12

II.3.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA 13

II.3.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA 13

II.3.4 PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS 13

II.3.5 INDICACIONES TERAPÉUTICAS 14

II.4 COCO (COCOS NUCIFERA L.) 14

II.4.1 ORIGEN 15

II.4.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA 15

II.4.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA 16

II.4.4 PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS 16

II.4.5 PROPIEDADES TERAPÉUTICAS 17

II.5 ACEITES ESENCIALES 17

II.5.1 QUÍMICA DE LOS ACEITES ESENCIALES. 17
II.5.2 ACCIÓN BIOCIDA DE LOS ACEITES ESENCIALES 19
II.5.3 CONSTITUYENTES PRIMORDIALES. 19
II.5.4 CLASIFICACIÓN 20
II.5.4.1 CONSISTENCIA 20
II.5.4.2 ORIGEN 20
II.5.4.3 NATURALEZA QUÍMICA 20
II.5.5 TOXICIDAD 21
II.5.6 ANÁLISIS DE LOS ACEITES ESENCIALES 21
II.6 MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES 21
II.6.1 EXTRACCIÓN POR ARRASTRE CON VAPOR 21
II.6.2 EXTRACCIÓN ASISTIDA POR MICROONDAS 22
II.6.3 EVAPORACIÓN INSTANTÁNEA 23
II.6.4 DESTILACIÓN FRACCIONADA 23
II.6.5 EXTRACCIÓN CON DISOLVENTES VOLÁTILES 23
II.6.6 EXTRACCIÓN CON ENFLEURAGE 24
II.6.7 MACERACIÓN 25
II.6.8 EXPRESIÓN 25
II.6.9 EXTRACCIÓN POR SOXHLET 25
II.6.10 EXTRACCIÓN CON FLUIDOS SUPERCRÍTICOS 25
II.7 ÁCIDOS GRASOS 26
II.7.1 ESTRUCTURA MOLECULAR DE LOS ÁCIDOS GRASOS 27
II.7.2 TIPOS DE ÁCIDOS GRASOS 29
II.7.2.1 ÁCIDOS GRASOS SATURADOS (AGS) 29
II.7.2.2 ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS (AGPI) 29
II.7.2.3 ÁCIDOS GRASOS MONOINSATURADOS (AGMI) 29
II.7.3 ÁCIDOS GRASOS PRESENTES EN EL AGUACATE Y COCO. 30
II.7.3.1 AGUACATE O PALTA 30
II.7.3.2 ACEITE DE COCO 30
II.7.4 PRINCIPALES ÁCIDOS GRASOS PRESENTES EN EL COCO Y AGUACATE 31
II.7.4.1 ÁCIDO LÁURICO 31
II.7.4.2 ÁCIDO OLEICO 31
II.7.4.3 ÁCIDO CÁPRICO 32
II.7.4.4 ÁCIDO CAPRÍLICO 32

II.8 ACEITE ESENCIAL DEL TOMILLO (THYMUS VULGARIS L.)..... 33
II.8.1 ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN FITOQUÍMICA DEL ACEITE ESENCIAL DE TOMILLO..... 34
II.8.2 PROPIEDADES DEL ACEITE ESENCIAL DE TOMILLO 35
II.8.2.1 ACCIÓN FARMACOLÓGICA..... 35
II.8.2.2 ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE..... 35
II.8.2.3 ACCIÓN ANTIPARASITARIA Y ANTIBACTERIANA..... 35
II.8.3 TOXICIDAD..... 38
II.9 ACEITE ESENCIAL DEL AGUACATE O PALTA (PERSEA AMERICANA M.) 38
II.9.1 ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN FITOQUÍMICA DEL AGUACATE O PALTA 38
II.9.2 PROPIEDADES DEL ACEITE ESENCIAL DE AGUACATE O PALTA. 40
II.9.2.1 ACCIÓN FARMACOLÓGICA..... 40
II.9.2.2 ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE..... 41
II.9.2.3 ACCIÓN ANTIPARASITARIA Y ANTIBACTERIANA..... 42
II.9.3 TOXICIDAD..... 44
II.10 ACEITE ESENCIAL DE COCO (COCOS NUCIFERA L.) 44
II.10.1 ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN FITOQUÍMICA DEL ACEITE ESENCIAL DE COCO..... 45
II.10.2 PROPIEDADES DEL ACEITE ESENCIAL DE COCO 47
II.10.2.1 ACCIÓN FARMACOLÓGICA..... 47
II.10.2.2 ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE..... 47
II.10.2.3 ACCIÓN ANTIPARASITARIA Y ANTIMICROBIANA..... 47
II.10.3 TOXICIDAD..... 49
II.11 PARÁMETROS DE CALIDAD EN LOS ACEITES ESENCIALES 49
II.11.1 THYMUS VULGARIS L..... 49
II.11.2 PERSEA AMERICANA M. 50
II.11.3 COCOS NUCIFERA L. 51
II.12 PARASITOSIS..... 51
II.13 PARÁSITOS INTESTINALES..... 52
II.13.1 ENTRADA DEL PARÁSITO..... 52
II.13.2 SALIDA DEL PARÁSITO 52
II.13.3 RELACIÓN ENTRE PARÁSITO Y HOSPEDADOR 52

II.13.4 RESPUESTA INMUNE CONTRA INFECCIONES POR PARÁSITOS 52
II.13.5 PROTECCIÓN INMUNOLÓGICA FRENTE A LOS PARÁSITOS..... 53
II.14 TIPOS DE PARÁSITOS INTESTINALES..... 54
II.14.1 AMEBAS..... 54
II.14.1.1 ENTAMOEBA HISTOLYTICA (AMEBIASIS)..... 54
II.14.1.2 TAXONOMÍA..... 55
II.14.1.3 ENFERMEDAD CAUSADA POR LA E. HISTOLYTICA..... 56
II.14.1.4 FACTORES DEPENDIENTES DE LA E. HISTOLYTICA..... 56
II.14.1.5 TRATAMIENTO EN CONTRA E. HISTOLYTICA..... 56
II.14.2 FLAGELADOS..... 56
II.14.2.1 GIARDIA LAMBLIA (GIARDIASIS)..... 56
II.14.2.2 TAXONOMÍA..... 58
II.14.2.3 ENFERMEDAD CAUSADA POR LA GIARDIA LAMBLIA..... 58
II.14.2.4 FACTORES DEPENDIENTES DE G. LAMBLIA..... 59
II.14.2.5 TRATAMIENTO DE LA GIARDIA LAMBLIA..... 59
II.15 MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO PARASITOLÓGICO..... 59
II.15.1 MÉTODO DIRECTO..... 59
II.15.2 MÉTODOS INDIRECTOS..... 60
II.15.3 ESTUDIO MACROSCÓPICO..... 60
II.15.4 EXAMEN MICROSCÓPICO..... 60
II.15.5 MÉTODO DE ENRIQUECIMIENTO POR CENTRIFUGACIÓN..... 61
II.15.6 MÉTODO DE ENRIQUECIMIENTO POR FLOTACIÓN..... 61
II.15.7 OBSERVACIÓN AL MICROSCOPIO..... 62
II.15.7.1 COLOCACIÓN SIMPLE..... 62
II.15.7.2 MÉTODO DIRECTO EN FROTIS DE HECES..... 62
II.15.7.3 TÉCNICA DE LAS ESCOBILLAS..... 62

CAPITULO III MATERIALES Y MÉTODOS..... 63
III.3.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN..... 63
II.3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN..... 63
III.3.3 CRITERIOS DE ESTUDIO..... 63
III.3.3.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN..... 63
III.3.3.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN..... 64
III.3.4 MUESTRAS..... 64
III.3.5 EQUIPOS, APARATOS, MATERIALES Y REACTIVOS..... 65

III.3.6 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL..... 66
III.3.6.1 MÉTODO DE EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LOS ACEITES ESENCIALES 66
III.3.6.2 MÉTODO DE OBSERVACIÓN MICROSCÓPICA DE ACEITES ESENCIALES EN SUSPENSIÓN AL 10% APLICADOS EN HECES INFECTADAS CON GIARDIA LAMBLIA Y ENTAMOEBA HISTOLYTICA……
…….67

CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSION 70
IV.1 ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CONTENIDO LIPÍDICO DE LOS ACEITES ESENCIALES..... 70
IV.2 ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DE LOS ACEITES ESENCIALES 76
IV.3 ANÁLISIS MICROSCÓPICO DE ACEITES ESENCIALES EN SUSPENSIÓN AL 10% APLICADOS EN HECES INFECTADAS CON GIARDIA LAMBLIA Y ENTAMOEBA HISTOLYTICA. 77

CONCLUSIÓN 78

RECOMENDACIONES. 79

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 80

GLOSARIO 97

ANEXOS 98

ÍNDICE DE TABLA

TABLA I OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES 7
TABLA II TAXONOMÍA DEL TOMILLO (THYMUS VULGARIS L.). 10
TABLA III TAXONOMÍA DEL AGUACATE (PERSEA AMERICANA M.) 13
TABLA IV CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL AGUACATE O PALTA 14
TABLA V TAXONOMÍA DEL COCO (COCOS NUCIFERA L) 15
TABLA VI PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL COCO 16
TABLA VII MÉTODOS DE OBTENCIÓN DE ACEITES ESENCIALES 26
TABLA VIII ACTIVIDAD ANTIPARASITARIA DE LOS EXTRACTOS DE THYMUS VULGARIS 36
TABLA IX EFECTO DE LOS EXTRACTOS HIDROALCOHÓLICO, HEXÁNICO Y EL ACEITE ESENCIAL DE T. VULGARIS SOBRE LOS TROFOZOÍTOS DE E. HISTOLYTICA 37
TABLA X EC50 DE LOS COMPUESTOS ENCONTRADOS EN EL AE DE AGUACATE 43
TABLA XI PORCENTAJE DE INHIBICIÓN DEL AGUACATE 44
TABLA XII COMPUESTOS FENÓLICOS IDENTIFICADOS EN ACEITE DE COCO 46
TABLA XIII ACTIVIDAD ANTIPROTOZOARIA DEL EXTRACTO METABÓLICO 48
TABLA XIV REQUISITOS PARA EL ACEITE ESENCIAL DE TOMILLO. 50
TABLA XV PARÁMETROS DE CALIDAD DE LA FAO PARA EL ACEITE ESENCIAL DE AGUACATE 50
TABLA XVI REQUISITOS ANALÍTICOS DE LA WFP 51
TABLA XVII TAXONOMÍA DE LA HISTOLYTICA 55
TABLA XVIII TAXONOMÍA DE LA G. LAMBLIA 58
TABLA XIX TIPO Y PORCENTAJE DE ÁCIDOS GRASOS PRESENTES EN LOS ACEITES ESENCIALES 73
TABLA XX EFECTO DE LA MONOLAURINA SOBRE LAS FORMAS VEGETATIVAS (TROFOZOÍTOS) EN EL INTESTINO DELGADO INFECTADO CON GIARDIA LAMBLIA. 75
TABLA XXI EFECTO DE LA MONOLAURINA SOBRE LAS FORMAS VEGETATIVAS (TROFOZOÍTOS) EN EL INTESTINO DELGADO INFECTADO POR E. HISTOLYTICA 75
TABLA XXII ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICO DE LOS ACEITES ESENCIALES 76

ÍNDICE DE FIGURA

FIGURA I HOJAS DE TOMILLO 10
FIGURA II AGUACATE O PALTA 12
FIGURA III PLANTA DE COCO (COCO NUCIFERA L) 15
FIGURA IV DIGESTIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE CADENA MEDIA (AGCM) Y ÁCIDOS GRASOS DE CADENA LARGA (AGCL) 19
FIGURA V EXTRACCIÓN POR ARRASTRE CON VAPOR 22
FIGURA VI EXTRACCIÓN ASISTIDA POR MICROONDAS 23
FIGURA VII EXTRACCIÓN CON DISOLVENTES VOLÁTILES 24
FIGURA VIII PROCESO DE BIOSÍNTESIS DE LOS ÁCIDOS GRASOS. 27
FIGURA IX ESTRUCTURA QUÍMICA DE LOS PRINCIPALES ÁCIDOS GRASOS SATURADOS, MONOINSATURADO Y POLIINSATURADOS. 28
FIGURA X METABOLISMO DE LOS ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS Y LOS PRODUCTOS FINALES ASOCIADOS. 29
FIGURA XI ÁCIDO OLEICO, LINOLEICO, PALMÍTICO Y LÁURICO 32
FIGURA XII REPRESENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA QUÍMICA DEL ÁCIDO CAPRICO 32
FIGURA XIII ESTRUCTURA QUÍMICA DEL ÁCIDO CAPRILICO 33
FIGURA XIV ACEITE ESENCIAL DE TOMILLO 33
FIGURA XV ESTRUCTURA QUÍMICA DEL CARVACROL Y TIMOL 34
FIGURA XVI ESTRUCTURA QUÍMICA DE ALGUNOS COMPONENTES IDENTIFICADOS DEL ACEITE ESENCIAL DEL TOMILLO. 35
FIGURA XVII ACEITE DEL AGUACATE O PALTA 38
FIGURA XVIII ESTRUCTURA QUÍMICA: A) TOCOFEROL. B) TOCOTRIENOL 39
FIGURA XIX COMPARACIÓN DEL CONTENIDO DE TOCOFEROLES 42
FIGURA XX ACEITE DE COCO 45
FIGURA XXI PROTECCIÓN DE LOS ANTICUERPOS FRENTE A LOS PARÁSITOS. 53
FIGURA XXII TRANSFORMACIÓN DE TROFOZOÍTO EN QUISTE DE LA E. HISTOLYTICA 55
FIGURA XXIII ETAPA DE LA G. LAMBLIA 58

ÍNDICE DE GRÁFICO

GRÁFICO I COMPONENTES QUÍMICOS DEL ACEITE ESENCIAL DE TOMILLO (THYMUS VULGARIS L.) 70
GRÁFICO II COMPOSICIÓN QUÍMICA MAYORITARIA DEL ACEITE ESENCIAL DE AGUACATE (PERSEA AMERICANA M.) 71
GRÁFICO III COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACEITE ESENCIAL DE COCO (COCOS NUCIFERA L.)..... 72

ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN

ILUSTRACIÓN 1 POTENCIALES EFECTOS FARMACOLÓGICOS DE LA SEMILLA DE AGUACATE O PALTA..... 41
ILUSTRACIÓN 2 TIPOS DE PROCESO DE FLOTACIÓN 61

ANEXOS

ANEXO I MÉTODOS UTILIZADOS PARA LAS EXTRACCIÓN DE LOS ACEITES ESENCIALES 98
ANEXO II MÉTODO DESTILACIÓN POR ARRASTRE DE VAPOR 99

APENDICES

APÉNDICE I ÍNDICE DE REFRACCIÓN..... 100
APÉNDICE II PESO DEL PICNÓMETRO VACÍO..... 100
APÉNDICE III PICNÓMETRO + ACEITE ESENCIAL 100
APÉNDICE IV MEDICIÓN DE PH DE ACEITES ESENCIALES. 101
APÉNDICE V COMPROBACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE PARÁSITOS EN MUESTRAS FECALES 101
APÉNDICE VI PREPARACIÓN DE LAS SUSPENSIONES ACEITES ESENCIALES102
APÉNDICE VII EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIPARASITARIA 102
APÉNDICE VIII ACEITE ESENCIAL DE TOMILLO + MUESTRA 102
APÉNDICE IX ACEITE ESENCIAL DE AGUACATE + MUESTRA 103
APÉNDICE X ACEITE ESENCIAL DE COCO + MUESTRA 103

LISTA DE ABREVIATURAS

Acetil-CoA: Acetil coenzima A.

AG: Ácidos grasos

AGCL: Ácidos grasos de cadena larga.

AGMI: Ácidos grasos monoinsaturados.

AGPI: Ácidos grasos poliinsaturados.

AGS: Ácidos grasos saturados.

ALA: Ácido alfa-linoleico.

AO: Ácido oleico.

Ao: Ácido orgânico.

ATP: Adenosín trifosfato o trifosfato de adenosina.

DL: Dosis letal.

DL50: Dosis letal media.

E. Histolytica: Entamoeba Histolytica.

G. Lamblia: Giardia lambia.

HDL: Lipoproteínas de alta densidad.

IC: índice de concentración

LA: Ácido linoleico.

LDL: Lipoproteínas de baja densidad.

OMS: Organización mundial de la salud.

OPS/PAHO: Organización panamericana de la salud.

PA: Ácido palmítico.

Mø : Macrófago

"**ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFECTIVIDAD ANTIPARASITARIA INTESTINAL DE TRES ACEITES ESENCIALES *"COCOS NUCIFERA, PERSEA AMERICANA, Y THYMUS VULGARIS"***

Autores: Guillermo Andrés Dávalos Mendieta **y** Marlon Ariel Narváez Apolinario
Tutora: Ing. Yaime Delgado Arcano, PhD

RESUMEN

Los aceites esenciales *Cocos nucifera, Persea americana* y *Thymus vulgaris*. tienen acción contra la *Entamoeba histolytica* y la *Giardia lamblia*. Esta acción antiparasitaria y antiprotozoaria se debe a los compuestos bioactivos que presentan, como los compuestos fenólicos y ácidos grasos, constituyentes de importancia, conteniendo en su composición moléculas hidrofóbicas que presenta sobre la capa externa de la membrana celular que ocasiona cambios en la estructura. Se realizó un estudio bibliográfico - experimental, basado en la recopilación de información documentada y antecedentes experimentales que determinan la capacidad antiparasitaria presente en los aceites esenciales frente a estos parásitos. La investigación bibliográfica tuvo como objetivo principal proporcionar conocimientos de la composición química y capacidad antiparasitaria de los aceites esenciales *Cocos nucifera, Persea americana* y *Thymus vulgaris* frente a la *Entamoeba histolytica* y *Giardia lamblia*. Además, se empleó el método experimental sobre la actividad antiparasitaria que contienen los aceites esenciales, empleando muestras de heces que contenían los parásitos que se encuentran generalmente en el intestino. Donde se aplicaron emulsiones de aceites esenciales al 10%, a fin de observar si hay presencia de diseminación de los quistes. Los resultados en el parte experimental realizado *de manera vitro* no se demostró, debido a que el tamaño de los quistes dificulta su observación en un medio oleoso, en cambio la parte bibliográfica si demostró los demás objetivos planteados.

Palabras claves: Ácidos grasos, Actividad antiparasitaria, Compuestos fenólicos, Parásitos, Aceites esenciales, Composición química, Contenido lipídico.

“COMPARATIVE STUDY OF THE INTESTINAL ANTIPARASITIC EFFECTIVENESS OF THREE ESSENTIAL OILS "COCOS NUCIFERA, PERSEA AMERICANA, AND THYMUS VULGARIS”

Authors: Guillermo Andrés Dávalos Mendieta **y** Marlon Ariel Narváez Apolinario
Advisor: Ing. Yaime Delgado Arcano, PhD

ABSTRACT

Cocos nucifera, Persea americana and Thymus vulgaris essential oils have action against *Entamoeba histolytica* and *Giardia lamblia.* This antiparasitic and antiprotozoal action is due to the bioactive compounds they present, such as phenolic compounds and fatty acids, important constituents, containing in their composition hydrophobic molecules that present on the outer layer of the cell membrane causing changes in the structure. A bibliographic-experimental study was carried out, based on the compilation of documented information and experimental antecedents that determine the antiparasitic capacity present in essential oils against these parasites. The main objective of the bibliographic research was to provide knowledge of the chemical composition and antiparasitic capacity of Cocos nucifera, Persea americana and Thymus vulgaris essential oils against *Entamoeba histolytica* and *Giardia lamblia.* An exploratory research on the action of essential oils against several parasites. In addition, an experimental method was used on the antiparasitic activity of essential oils, using stool samples containing the parasites that are generally found in the intestine. Emulsions of 10% essential oils were applied in order to observe if there is presence of cysts dissemination. The results in the experimental part carried out in vitro were not demonstrated, due to the fact that the size of the cysts makes it difficult to observe them in an oily medium, on the other hand, the bibliographic part did demonstrate the other proposed objectives.

Key words: Fatty acids, Antiparasitic activity, Phenolic compounds, Parasites, Essential oils, Chemical composition, Lipid content.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades de los niños generalmente son causadas por parásitos intestinales o hacia individuos con un sistema inmune deprimido, deplorable que facilita el desarrollo del estado larvario, los parásitos más comunes son la *"Entamoeba histolytica* y la *"Giardia lamblia*", muchas veces las infecciones son causadas por quistes que se encuentran en alimentos contaminados o en lugares de hacinamientos, la forma quística soporta la acidez del estómago y cuando pasa al intestino se libera el trofozoíto debido al cambio brusco del pH, por lo tanto adquiere de los nutrientes y minerales necesarios para sobrevivir ocasionando problemas inflamatorio crónicos y diarrea prolongadas. Los fenoles, polifenoles y ácidos grasos presentan una capacidad muy alta para contrarrestar la acción de los parásitos, debido a que provocan lisis en la membrana celular de los parásitos , donde se liberan sus proteínas mediante un proceso de óxido – reducción, además de que los fenoles y polifenoles actúan con el sistema inmune favoreciéndolo con la producción de óxido nítrico una sustancia química , letal para los parásitos al igual que el peróxido de hidrógeno, en cambio los ácidos grasos dependiendo de su concentración un derivado éster del ácido láurico conocido como monolaurina ayuda a contrarrestar la inflamación debido a que participa con las células del sistema inmune y a su vez en la inhibición de las funciones de los parásitos, todo esto se debe a la afinidad entre la capa lipídica del parasito y la composición de los aceites esenciales.

CAPITULO I PROBLEMA

I.1 Planteamiento Del Problema

La parasitosis intestinal es un problema de salud pública que afecta en gran medida a las personas con problemas gastrointestinales (adultos, personas de la tercera edad, embarazadas e infantes), y a las personas con un sistema inmunológico comprometido (Punín & Miguitama, 2018).

Los helmintos, parásitos o protozoos son transmitidos debido al contacto con alimentos y superficies contaminadas, se estima que 200 millones de personas en toda América Latina y también el Caribe son propensas a infectarse, sobre todo los niños pequeños y las mujeres en estado de gestación. Las enfermedades causadas por estos parásitos intestinales causan un retraso cognitivo en los niños, complican los embarazos y alteran la salud de los recién nacidos. Según el informe de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) se estima que hay muchos más casos de infecciones por parásitos intestinales que casos de VIH/Sida, tuberculosis y malaria juntos (Neeraj, Moreno, & Periago, 2011).

La infección se produce por la ingesta de quistes de protozoos, y la sintomatología es debido al estado larvario. Cada uno de ellos realiza un recorrido en específico dentro del huésped y afectará a uno o varios órganos, con lo que se podrá clasificar según el tipo de parásito y la consecuencia que tendría en los distintos órganos y sistemas (Claros, Peña, López, Piñeiro, & Fontelos, 2016)**.**

Estos parásitos causan trastornos hematológicos, nutricionales y de otra índole, algunas de las afectaciones nutricionales de los niños es la carencia de: hierro, Vitamina A y la presencia de Anemia, debido a la afectación directa de la mucosa intestinal y sus funciones de absorción y digestión. Para el diagnóstico de los parásitos intestinales alojados en el ser humano es importante tener presente tres aspectos indispensables: mecanismo de transmisión, fuente de infección y la presencia de un hospedero susceptible (Gavina, Soscue, Cardona, & Galván, 2017)**.**

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) estiman que del 20 al 30% de todos los latinos están

infectados con parásitos entéricos, los cuales se transmiten por contacto con el suelo, pero en donde se localiza una deficiencia de recursos puede llegar hasta el 50%, y en algunas zonas rurales habitadas por indígenas puede llegar al 95%, por lo tanto, la tasa actual es de alta prevalencia (Pillajo, 2019).

Las infecciones parasitarias que se ubican en el intestino como es el ascaris *(Ascaris lumbricoides)*, tricocéfalo *(Trichuris trichuria),* uncinarias *(Necator americanus o Ancylostoma duodenale)*, giardiasis *(Giardia lamblia) y* amebiasis (*Entamoeba histolytica)* sucede en todo el mundo, son transmitidos hacia los seres humanos por diversas causas: contacto directo con el suelo, vegetación, comida y agua contaminados con materia fecal en donde se encuentran los huevos de los parásitos, o también en forma de quistes.

Fundamentalmente los protozoos son una causa significativa de morbilidad y mortalidad dado que la mayoría de las infecciones aparecen en regiones tropicales. La mayor parte de los casos cursan de forma asintomática y de forma sintomática, los más comunes son: diarrea, anemia, dolor en la zona abdominal y desnutrición (López, 2020).

Diversos estudios han demostrado que los aceites esenciales contienen actividad antiparasitaria, atribuyéndose este beneficio específicamente a los componentes mayoritarios que estos presentan, los cuales pueden estar en los siguientes grupos de compuestos como: ácidos grasos, alcaloides, fenoles, sesquiterpenos, di terpenos, poliacetilenos y derivados de tienilo (Iler, 2017).

En nuestro país la información que existe sobre la parasitosis es escasa y revela poca información de la situación actual de la cual se tiene poco registro debido a que esta patología no se cataloga como primordial (Sandoval & Armijos, 2017).

I.2 Formulación Del Problema

En relación con lo mencionado anteriormente surge la siguiente interrogante de investigación:

¿Los aceites esenciales del coco *(Cocos nucifera L.),* aguacate *(Persea americana M.)* y tomillo *(Thymus vulgaris L.)* tendrán actividad antiparasitaria sobre la *G. lamblia, E. Histolytica*?

I.3 Justificación

Actualmente la fitoterapia ha tenido un gran avance, debido a la necesidad de poder encontrar nuevos métodos preventivos en el cuidado de la salud. Se han investigado los diferentes efectos terapéuticos que poseen distintos extractos de plantas, sobre todo la actividad antiparasitaria que estos presentan (Zambrano, Buenaño, Mancera, & Jiménez, 2014).

Dado a que los ácidos grasos poliinsaturados presentes en las plantas omega-3 y omega-6 se sintetizan a partir de los ácidos grasos esenciales como ácido oleico y ácido linoleico, estos se encuentran en diversos aceites esenciales entre ellos el aceite de coco, y aguacate respectivamente. Son componentes fundamentales de todas las células de mamíferos siendo útiles en la prevención y el tratamiento de una variedad de problemas de salud debido a sus propiedades antiinflamatorias y antimicrobianas. Los ácidos grasos se metabolizan aún más como antiinflamatorios siendo estos lipoxinas y proteínas (Coronado, Vega, Gutiérrez, García, & Díaz, 2013).

Los aceites esenciales que se obtiene a partir del coco y aguacate contienen ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados, en cambio en aceite de tomillo contiene más polifenoles totales. Estos se caracterizan por ser de cadena larga o media influyendo sustancialmente en el tegumento de los parásitos (Vivero, Valenzuela, Valenzuela, & Morales, 2019).

Según (Alhusseiny & Beshbishi, 2020), estos ácidos grasos poliinsaturados tienen eficacia protectora *in vivo* e *in vitro* contra algunas infecciones parasitarias como *Giardia intestinalis, Entamoeba histolytica* afectando la membrana extracelular dejando expuesto el sistema nervioso central del parásito provocando una lisis en su estructura.

La mayoría de los parásitos se focalizan en el intestino delgado debido a que, en esa zona es rica en nutrientes, por lo tanto, captan vitaminas, proteínas y minerales produciendo un déficit nutricional en el organismo. La amebiasis es la tercera causa principal de muerte por enfermedades parasitarias en todo el mundo, con su mayor impacto en la población de los países en desarrollo. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que aproximadamente 50 millones de personas en todo el mundo sufren de infección amebiana invasiva cada año, lo que resulta en 40-100 mil muertes al año (Haque, 2007).

En nuestro país los parásitos intestinales continúan siendo un grave problema de salud pública, por lo que la (OPS) ha clasificado a Ecuador como un país del grupo uno junto con: Brasil, Bolivia, Guatemala, Guyana, Haití, México, Perú, República Dominicana, Santa Lucía, Surinam dado a su bajo plan de trabajo regional para eliminar la parasitosis (Pillajo, 2019).

La búsqueda de diferentes métodos alternativos naturales que contribuyan a la reducción o eliminación de agentes químicos en toda la cadena agroalimentaria es un tema de interés actual, que genera la necesidad de investigar la presencia de componentes bioactivos en las plantas y sus extractos; en el caso particular de los aceites esenciales, se ha comprobado la presencia de ácidos grasos, ácidos fenólicos, flavonoides, terpenos fenólicos reconocidos por sus propiedades antiparasitarias, antioxidantes, antimicrobianas, entre otras junto a la investigación es necesaria la aplicación de técnicas y métodos que permitan la caracterización de sus propiedades fisicoquímica y la evaluación de las propiedades funcionales que presentan los componentes (Zambrano, Buenaño, Mancera, & Jiménez, 2014). Los tres aceites objeto de estudio en la presente investigación contienen ácidos grasos mono insaturados, polinsaturados, fenoles y polifenoles, eficaces para combatir infecciones producidas por parásitos (Rojas, y otros, 2015).

I.4 Hipótesis

Los aceites esenciales de coco *"Cocos Nucifera L.",* aguacate o palta *"Persea americana M." y* Tomillo "*Thymus Vulgaris L."* pudieran influir en la actividad antiparasitaria contra la *G. Lamblia, E. Histolytica.*

I.5 Objetivos

I.5.1 Objetivo General

Evaluar la efectividad antiparasitaria de los aceites esenciales de "*Cocos nucifera L.", "Persea americana M." y "thymus vulgaris*" en los parásitos *G. lamblia, E. Histolytica.*

I.5.2 Objetivo Específico

- Investigar las propiedades fisicoquímicas que presentan los aceites esenciales de *"Cocos nucifera", "Persea americana" y "Thymus vulgaris".*
- Describir la composición química de los aceites esenciales del "*Cocos nucifera", "Persea americana" y "Thymus vulgaris",* según la revisión de artículos científicos.
- Evaluar los parámetros fisicoquímicos de los aceites esenciales *"Cocos nucifera", "Persea americana" y "Thymus vulgaris".*
- Demostrar mediante artículos científicos el tipo y porcentaje de ácidos grasos presentes en los aceites esenciales "*Cocos nucifera", "Persea americana" y "Thymus vulgaris".*
- Demostrar mediante artículos científicos el efecto antiparasitario que poseen los aceites esenciales *"Cocos nucifera", "Persea americana" y "Thymus vulgaris".*
- Evaluar por medio de un ensayo *in vitro* los daños producidos por los aceites esenciales en los parásitos intestinales mediante microscopía.

I.6 Operacionalización de las variables

Tabla I *Operacionalización de las variables*

TIPO	VARIABLES	CONCEPTUALIZACIÓN	INDICADORES
Independientes	Aceites esenciales	Son las fracciones líquidas volátiles, generalmente obtenidas por arrastre con vapor de agua, que contienen diferentes metabolitos y sustancias lipídicas.	Controles en base de la actividad antiparasitaria que están presentes.
	Parásitos intestinales	Organismo que vive sobre un organismo huésped o en su interior y se alimenta a expensas del huésped.	*G. lamblia* *E. histolytica*
Dependiente	Acción antiparasitaria	Efectos que produce una sustancia o metabolitos para el tratamiento de infecciones causadas por bacterias y parásitos.	*Cocos nucifera L, Persea americana M y Thymus vulgaris L.*

Fuente: *Autores*

CAPITULO II MARCO TEORICO

II.1 Antecedentes

Según (Neeraj, Moreno, & Periago, 2011), las infecciones parasitarias se localizan en el sistema gastrointestinal algunos parásitos presentes como es el ascariasis *(Ascaris lumbricoides)*, tricocéfaloriasis *(Trichuris trichuria),* uncinarias *(Necator americanus o Ancylostoma duodenale)*, giardiasis *(Giardia lamblia) y* amebiasis (*Entamoeba histolytica)* son producidas alrededor del mundo y son transmitidos por diferentes formas como contacto directo con el suelo, vegetación, comida y aguas contaminadas con materia fecal en donde se encuentran los huevos o quistes de estos protozoos.

Según (Vivero, Valenzuela, Valenzuela, & Morales, 2019), los aceites esenciales obtenidos del coco y del aguacate contienen ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados, sobre todo el aguacate contiene un alto valor lipídico. Estos lípidos denominados poliinsaturados se caracterizan por ser de cadena larga o media influyendo sustancialmente en el tegumento de los parásitos. Los extractos clorofórmicos y etanólicos de las semillas de aguacate muestran actividad antiparasitaria específicamente para dos tipos de parásitos intestinales que causan diarrea: *G. lamblia y E. histolytica.*

(Behnia, Haghighi, Komeylizadeh, Tabaei, & Abad, 2008), detallan que los constituyentes primarios conocidos del tomillo incluyen aceite esencial (borneol, carvacrol, cymol, linalol y timol), tanino, flavonoides (apigenina, luteolina), saponinas y ácidos triterpénicos. La concentración del aceite esencial tiene un efecto más letal (91,1%; máximo, 97,8%, mínimo, 77,8% sobre la *Entamoeba Histolytica* que al resto de parásitos debido a los fenoles y polifenoles que este aceite esencial presenta. Por otra parte, estudios realizados por (Morales, Lemus, Pérez, & Rojas, 2001), llevaron a cabo una extracción-destilación, evaluando el rendimiento y la calidad que lleva en función en base a estos dos factores: altitud y método de extracción. Utilizando tres niveles: destilación con agua, destilación con vapor y destilación con vapor y agua. A las muestras de aceite esencial se les midió el índice de refracción y densidad, además de realizarles cromatografía gaseosa para cuantificar el timol y el carvacrol, los cuales son los trazadores de calidad del aceite esencial de tomillo.

Según (Iler, 2017), el aceite de tomillo ha demostrado actividad nematicida al igual que antifúngica debido a su composición (saponinas y polifenoles), por lo cual ha sido usado para tratar enfermedades en las raíces de plantas obteniendo resultados favorables. Los componentes presentes en mayor cantidad son el timol (77,07%), linalol (7,01%) y carvacrol (4,78%).

(Rayan, Stenzel, & McDonnell, 2005), realizaron mediciones para la citotoxicidad y morbilidad mediante fluorescencia, barrido y transmisión de electrones, técnicas microscópicas y ensayos de citotoxicidad estándar comprobando la cantidad de AGCM, detallando que el ácido dodecanoico (C:12) nombre común: ácido láurico, se encuentra en diversos aceites esenciales conteniendo así propiedades antivirales y antiparasitarias, con una DL_{50} comparable al metronidazol, fármaco de elección en el tratamiento de la Giardiasis, siendo eficaz el ácido dodecanoico por inducir la muerte del trofozoíto al acumularse dentro del citoplasma del parásito, lo que resultó en la ruptura de la membrana celular.

II.2 Tomillo (*Thymus Vulgaris L.*)

Thymus Vulgaris L, comúnmente nombrado tomillo, es una planta conocida por su aroma considerándola como una de las especies más utilizadas en el arte culinario como se muestra en la **figura I**. Además de contar con metabolitos activos como el timol, que han demostrado ser de utilidad para la salud humana. El aceite esencial de tomillo es fabricando en gran medida por las industrias alimenticias, cosmética y farmacéuticas (Losano, 2018).

II.2.1 Origen

El origen del tomillo se sitúa al Antiguo Egipto, donde es empleado como ungüento en embalsamamientos y quemado, también es utilizado como purificador de aire durante las epidemias. Los griegos también conocían sus propiedades medicinales para los males del pecho, como antiséptico o para contrarrestar los dolores articulares. El género Thymus está extensamente representado en la Península Ibérica con una variedad de especies, muchas de ellas endémicas, posteriormente la composición química de los aceites esenciales de este género ha sido objeto de estudio en numerosas ocasiones,

así como otros componentes, especialmente los flavonoides, por su acción terapéutica (Infoagro, 2018).

Figura I *Hojas de tomillo*

Fuente: *(Infoagro, 2018).*

II.2.2 Clasificación Taxonómica

El tomillo pertenece a la taxonomía de las labiadas, género Thymus (etimológicamente del latín “Thymus” y del griego “Thymon”) en la categoría de las Dicotiledóneas. El número de especies hoy supera las quinientas (Sánchez, 2013).

Tabla II *Taxonomía del tomillo (thymus Vulgaris L.).*

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Lamiales
Familia:	Lamiaceae
Subfamilia:	Nepetoideae
Tribu:	Mentheae
Género:	Thymus
Especie:	T. vulgaris

Fuente: (Caicedo, 2021)

II.2.3 Descripción botánica

La descripción botánica sobre el Tomillo suele empieza de la generalidad: arbusto significativamente aromático que se enrollan hacia el interior de tal modo que quedan en la parte posterior, flores blancas o purpuras tenue y diminutas, las conforman tupidos racimos mostrando la corola del labio superior escoltada y el labio superior donde estos sobresalen. Esta planta mide de 20 a 50 cm de alto, con un tallo recto y ramificado de hojas de 4 a 10 mm de largo con flores abundante en la parte final de la planta, con un color púrpura pálido o blancas de 7 a 8 mm de largo asociadas a 3 florecitas con semillas ovaladas de 0,7 a 1 mm de largo (Losano, 2018).

II.2.4 Propiedades fisicoquímicas

Las hojas y flores secas de donde se obtienen los metabolitos deben tener un contenido de cenizas no superior al 12%, un contenido de cenizas insolubles en ácido no superior al 4% y flores secas con un diámetro de base inferior a 1 mm no superior al 15%. El aceite esencial tiene muchos componentes heterogéneos, es un líquido rojo, con un olor peculiar extraído por destilación de hojas y flores frescas (2%), densidad 0,910-0,935, extracción 1,4950 - 1, 5050, y soluble en etanol, rotación óptica -8 a +5. Uno de los metabolitos que contiene este aceite es el timol es un cristal blanco con un peso molecular de 150 g/mol, un punto de fusión de 51,5° C, un punto de ebullición de 233° C, un olor distintivo, sabor acre, densidad de 0,9699 también un índice de refracción de 1,5227, solubilidad en agua (1g/l), alcohol (1g/ml), conservantes orales o tópicos y tiene efecto repelente de insectos. El Carvacrol tiene un peso molecular de 150 g/mol, gravedad específica 0,976 g/ml, punto de ebullición con valores que oscilan entre los 237-238° C, índice de refracción 1,5229, insoluble en agua, soluble en éter, es un líquido utilizado como desinfectante y nematicida (Morales, Lemus, Pérez, & Rojas, 2001).

II.2.5 Indicaciones terapéuticas

Tiene efecto carminativo, espasmolítico, antitusivo, expectorante, secretoria, bactericida, antihelmíntica y astringente, para tratar diferentes afecciones respiratorias por vía oral (asma, catarro, gripe, bronquitis, enfisema, tos) y gastrointestinales como (disquinesia biliar, digestión lenta, gastritis, meteorismo,

espasmos, enfermedad parasitarias, colitis, inapetencia) y astenia; se usa de 300-400 cc/día de infusión de 1-4 g/taza, 3-4 gotas de esencia, 20-40 gotas/día de tintura 1:5 en alcohol de 45% en dosis prolongada (Morales, Lemus, Pérez, & Rojas, 2001).

II.3 Aguacate o palta (*Persea Americana M.*)

Persea Americana M. conocido comúnmente como aguacate o palta como se muestra en la **Figura II** es una fruta cada vez más aceptada por los consumidores por sus beneficios nutricionales de proteínas, vitaminas y minerales y sus beneficios para la salud humana gracias a sus grasas insaturadas que contribuyen a la reducción del colesterol y la grasa corporal total (Còrdova, 2018).

Figura II *Aguacate o palta*
Fuente: *(Còrdova, 2018).*

II.3.1 Origen

El aguacate o palta es originario de las regiones tropicales y subtropicales de estados unidos, actualmente se origina en las tierras altas de México y se extienden desde el sur hasta el océano pacífico y en Suramérica pasando por Colombia, Ecuador, Chile, Bolivia, Guatemala, El Salvador. Se estima que 90 especies se encuentran distribuidas en el neotrópico, desde el sur de los Estados Unidos de Norteamérica (*Persea borbonia, P, L Spreng, P. humilis Nash y P. palustris Sarg)*, hasta Chile (*Persea lingue)* (Salazar & Gaibor, 2020).

En las regiones americanas, en donde se puede localizar el aguacate se cultiva desde tiempos precolombinos, la producción se genera de diversas fuentes distintas de árboles nativos de la zona y cultivares selectos reproducidos de manera asexual, en el cual el sabor y los valores nutritivos varían según el lugar ecológico de donde proviene (Alvarez, Quintero, Acosta, & Almeyda, 2018).

II.3.2 Clasificación Taxonómica

Tabla III *Taxonomía del Aguacate (Persea Americana M.)*

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Laurales
Familia:	Lauraceae
Tribu:	Perseae
Género:	Persea
Especie:	Persea Americana Mill.

Fuente: *(Álvarez, Quezada, & Arbelo, 2015)*

II.3.3 Descripción botánica

Los aguacates son bayas que varían de un cultivo a otro dependiendo de las características de la especie, apareamiento y las condiciones ambientales en las que prospera un cultivo en particular. Los más típicos son redondos, ovalados, en forma de pera y de tamaños distintos. Generalmente, las variedades pesan alrededor de 100 g, otras variedades pueden tener 2 kg, y las variedades que pesan 10-13 cm son las variedades más comercializadas con 150-350g. La raíz puede medir aproximadamente 150 cm de largo, el tallo es cilíndrico con varias ramificaciones, las hojas son simples y enteras, de forma elíptica o también alargada (Pall, 2020).

El fruto es una drupa, en forma de pera, de color verde claro a verde oscuro y de violeta a negro, cáscara rugosa con una pulpa verde amarillenta y un hueso central muy grande (Álvarez, Quezada, & Arbelo, 2015).

II.3.4 Propiedades fisicoquímicas

La composición fisicoquímica del aguacate presenta: humedad 74.30 %, proteínas 1.67 %, grasas 17.10 % (66 % base seca), cenizas 1.26 %, fibra 1.35

% y por diferencia se obtiene el porcentaje de carbohidratos: 4.32 % en base a la **Tabla IV** (Jiménez, Aguilar, Zambrano, & Kolar, 2001).

Tabla IV *Características fisicoquímicas del aguacate o palta*

Características	**Valor**
Color	Menor 5
Densidad relativa a 20 C	0.910 – 0925
índice de acidez	Menor 1.0mg KOH/g
índice de refracción	1.460 – 1480
índice de yodo	75 – 100 eq yodo/g
índice de peróxido	Menor e igual 5 meq peróxido/Kg
índice de saponificación	180 – 200 mg KOH/g
Insaponificables	Menor 3%

Fuente: (Pall, 2020).

II.3.5 Indicaciones Terapéuticas

Se ha demostrado que las dietas enriquecidas con aceite de aguacate o palta son tan efectivas como aquellas que contienen aceite de maíz, aceite de soya o de girasol, al minimizar el colesterol total, colesterol LDL (lipoproteína de baja densidad) y triglicéridos del plasma, tanto en personas con hipercolesterolémicos como con diabetes mellitus tipo dos, lo cual se refleja en una disminución de los riesgos cardiovasculares. La ingesta de aceite de aguacate también eleva el porcentaje de colesterol HDL (lipoproteína de alta densidad) del plasma (Rosales, Rodríguez, & Ramírez, 2004).

II.4 Coco (*Cocos nucifera L.*)

Cocos nucifera L, conocido como coco representado en la **Figura III** es empleado en la industria de oleo químicos, en donde las propiedades hidrofílicas e hidrofóbicas de los ácidos grasos y sus derivados son de particular importancia en la fabricación de una gran variedad de productos tales como: surfactantes y espumas estabilizadoras para detergentes, shampoos, cosméticos, compuestos farmacéuticos, inhibidores de la corrosión, emulsificantes y plastificantes (Granados & López, 2002).

Figura III *Planta de coco (Coco nucifera L)*

Fuente: (Restrepo, Lina, & Morales, 2020)

II.4.1 Origen

Cocos nucífera L. se encuentra distribuido en regiones tropicales y subtropicales de África, el Caribe y América del Sur. De esta especie no conocen de individuos silvestres. Su mayor estabilidad se presenta en el sureste asiático y en segundo lugar en el Caribe. En su mayor parte se encuentra ampliamente distribuida en islas y zonas costeras tropicales de todo el mundo, entre los 26 °C de latitud norte y sur; también puede encontrarse a alturas de hasta 1 200 sobre el nivel del mar. Es una planta tropical que prospera mejor en climas sin marcadas fluctuaciones estacionales, con una temperatura promedio superior a 20 °C, precipitación media anual de 1 000 a 1 800 mm, pudiendo soportar mayores precipitaciones en suelos (Granados & López, 2002).

II.4.2 Clasificación Taxonómica

Tabla V *Taxonomía del coco (Cocos nucifera L)*

Reino:	Plantae
Clase:	Liliopsida
Orden:	Arecales
Familia:	Arecacea
Subfamilia	Arecoideae
Tribu:	Cocoeae
Género:	Cocos
Especie:	Cocos Nucífera L

Fuente: (Restrepo, Lina, & Morales, 2020)

II.4.3 Descripción botánica

Cocos nucifera L: pertenece a la familia Palmae; incluye un solo un género, es una planta monocotiledónea de 12 a 25 m. de altitud. El cuerpo está ligeramente inclinado, generalmente es más ancho en la parte inferior aproximadamente 80 cm de diámetro. Sus hojas se agrupan en el ápice formando un penacho. Los pecíolos de 90 a 150 cm de largo se disponen en forma envolvente dando la estructura fibrosa al tallo. Las frondas de las hojas tienen una longitud de 1.8 a 6 m; son pinnadas con foliolos de 60 a 90 cm de largo (Restrepo, Lina, & Morales, 2020).

II.4.4 Propiedades fisicoquímicas

La composición físico - química que destaca el aceite de coco que son proporcionados por el Codex - alimentarius el que proporciona los parámetros de calidad, como se muestra en la **Tabla VI**.

Tabla VI *Propiedades fisicoquímicas del coco*

Parámetro	Valor
Color	5 ± 1
Densidad relativa (x C/agua a 20 °C)	0,908- 0,921 x=40 ºC
Densidad aparente (g/ml))	--
índice de refracción (ND 40 °C)	1,448- 1,450
Índice de saponificación (mg KOH/g de aceite)	248- 265
Índice de peróxido	3,989 ± 0,006
Materia insaponificable (g/kg)	180 – 200 mg KOH/g
Humedad (%)	0,1433 ± 0,02
Impurezas insolubles (%)	0,05 ± 0,01
Viscosidad (s)	18,633 ± 0,05
Índice de yodo 7	6,3- 10,6

Fuente: (Perera, Hewavitharana, & Navaratne, 2020), (OMS, 2019).

II.4.5 Propiedades terapéuticas

El uso de aceite tiene efectos en la salud debido a su composición, ya que los AGS pueden ayudar en el tratamiento del aterosclerosis y, en consecuencia, el progreso de enfermedades cardiovasculares. Sin embargo, aunque el aceite de coco está formado en gran parte de AGS, contiene una dosis significativa de ácido láurico, lo que puede evitar la deposición de grasa en órganos y vasos sanguíneos. Además, los flavonoides y los polifenoles presentes en el aceite de coco contribuyen un efecto beneficioso a la mejora del estrés oxidativo, incluida la diabetes mellitus tipo dos, enfermedades cardiovasculares y cáncer. A pesar de todos los posibles efectos beneficiosos del aceite de coco, en su gran parte los estudios dados se han llevado a cabo en modelos in vitro y en animales y la literatura es escasa sobre estudios en seres humanos (Restrepo, Lina, & Morales, 2020).

II.5 Aceites esenciales

Según (FEUM, 2020)**,** los aceites esenciales son mezclas de un gran número de sustancias orgánicas olorosas de composición compleja obtenidos por medio de la destilación con arrastre de vapor de agua, destilación seca o por un proceso mecánico. Los aceites esenciales se logran separar en fases acuosas dado a un procedimiento físico, sin que se produzca cambios significativos en su composición**.**

II.5.1 Química de los aceites esenciales.

a. Propiedades Físicas.

Los aceites esenciales son líquidos estables a temperatura ambiente (a excepción de la esencia de rosa que se congela por debajo de los 14-18 °C), volátiles, lo que lo diferencia de los aceites “fijos “. Por lo general, su densidad es inferior a la del agua, presentan un índice de refracción elevado y la mayoría desvía la luz polarizada, también son liposolubles y solubles en los disolventes orgánicos (Abizanda, 2009).

b. Propiedades Químicas.

La relación que existe entre los compuestos de la mezcla varía de un aceite a otro, por lo tanto, cada aceite esencial tiene una particular mezcla característica

de compuesto con variaciones cualitativas y cuantitativas específicas. Algunos pueden ser tan sencillos como el aceite de canela formando un 85% de compuestos bioactivos o tan complicadas como el de jazmín, o el de manzanilla con cerca de 130 compuestos (Montoya, 2010).

c. Propiedades Físico – químicas.

En los aceites esenciales de una planta debido a su compleja composición, los constituyentes moleculares tienen una probabilidad muy alta de sufrir alteraciones por reacciones entre sus propios componentes y del medio que incluye factores como: luz, temperatura, presencia de enzimas, los metabolitos de la parte de la planta donde se almacena la esencia (Montoya, 2010). El rendimiento de esencia obtenido de una planta varía de unas cuantas milésimas por ciento del peso vegetal hasta 1-3% (Interlab, 2015).

Los aceites, así como las grasas, son ésteres triglicéridos de glicerol (también llamado glicerina, 1, 2, 3 propanotriol o sólo propanotriol). El glicerol puede enlazar tres radicales de ácidos grasos (carboxilatos). Los radicales grasos por lo general son distintos entre sí; estos pueden ser saturados o insaturados. Los radicales grasos pueden presentar desde 12 carbonos hasta 22 y 24 carbonos de extensión de cadena. Existen en la naturaleza al menos 50 ácidos grasos (FEUM, 2020).

La mayor parte de las grasas presente en los aceites esenciales se absorben en forma de triacilglicéridos las cuales se deben hidrolizar formando ácidos grasos y monoacilglicéridos para poder ser digeridos representados en la **Figura IV**. En el cual las lipasas gástricas van a hidrolizar los triglicéridos dan como resultado ácidos grasos libres (Restrepo, Lina, & Morales, 2020).

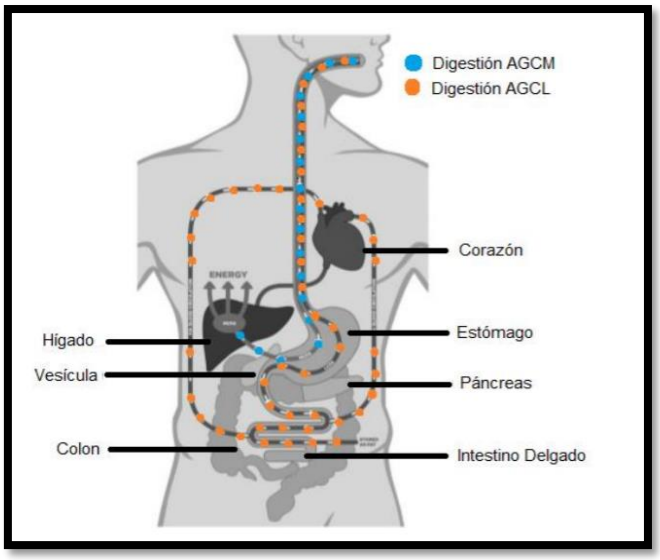


Figura IV *Digestión de ácidos grasos de cadena media (AGCM) y ácidos grasos de cadena larga (AGCL)*

Fuente: (Kozubsky & Costas, 2017).

II.5.2 Acción biocida de los aceites esenciales

El mecanismo de acción que poseen los AE en contra de diversos hongos, bacterias y otros microorganismos (bacterias, parásitos, etc.) se realiza a nivel celular, cuando el esqueleto carbonado de los aceites esenciales penetra en la membrana celular la vuelve permeable y susceptible a otros compuestos más tóxicos, además va a depender de la dosis de exposición dado a que interfieren en la respiración celular hasta el punto de provocar lisis celular (Iler, 2017).

II.5.3 Constituyentes primordiales.

En los aceites esenciales se encuentran moléculas que pertenecen a la familia de los hidrocarburos como son: alifáticos, aromáticos, mono terpenos, sesquiterpenos y fenilpropanos, siendo una de las moléculas de mayor cantidad (compuestos mayoritarios), además se encuentran de forma libre (Montoya, 2010).

Se pueden dividir en dos grupos:

1. **Hidrocarburos:** Terpenos y sesquiterpenos.
2. **Compuestos oxigenados:** Ésteres, aldehídos, cetonas, alcoholes, fenoles y óxidos (Abizanda, 2009)

Los aceites esenciales debido a que son un producto secundario de la planta se mantienen constante cambio con respecto a las funciones que demanda la planta. La amplia variedad de constituyentes que componen a los aceites esenciales le brinda una potente capacidad antimicrobiana y en algunos casos antiparasitaria. Algunos estudios indican que los componentes en menor proporción tienen un papel fundamental en la actividad antimicrobiana posiblemente exista un efecto sinérgico, esto quiere decir que el aceite esencial presenta mayor actividad, que estando junto con sus mezclas de principios activos mayoritarios por separado. Los compuestos de naturaleza fenólica como carvacrol, timol y eugenol detienen el crecimiento microbiano. El eugenol y el aldehído cinámico actúan con el bloqueo de la producción enzimática intracelular como son la amilasa y la proteasa (Alemany, Palá, & Silvia, 2014)**.**

II.5.4 Clasificación

Los aceites se pueden clasificar de acuerdo con algunas consideraciones entre las cuales están la consistencia, origen, naturaleza química y la toxicidad (SENA, 2015).

II.5.4.1 Consistencia

Los aceites pueden ser esencias fluidas y volátiles a temperatura ambiente o también productos amorfos sólidos o semisólidos de naturaleza química compleja.

II.5.4.2 Origen

Dependiendo de su forma de obtención en la cual, si se realiza directamente de la planta y no existe modificaciones químicas o físicas posteriores, estamos hablando de origen natural, mientras que, cuando se emplean procesos de enriquecimiento se habla de origen artificial y sintético cuando se combinan sus componentes mediante procesamientos químicos.

II.5.4.3 Naturaleza química

Esta clasificación dependerá de los compuestos mayoritarios que se encuentren en la constitución del aceite pudiendo ser: mono terpenoides, sesquiterpenoides o fenilpropanoides.

II.5.5 Toxicidad

Los aceites esenciales son una mezcla compleja de una variedad de concentraciones que pueden llegar a ser altamente toxico, dado a la composición química que presentan las sustancias, su uso inadecuado logra desencadenar una serie de reacciones desfavorable para el organismo como: irritaciones en la piel, convulsiones, enfermedades hepáticas e incluso daños renales (Hernández & Narvaéz, 2018).

II.5.6 Análisis de los aceites esenciales

Los análisis que se le realizan a los aceites volátiles esenciales es determinar la adulteración y la evaluación de la calidad de los aceites que no presenten ningún tipo de defecto en su composición. Ocasionalmente se le realiza un análisis para la identificación para ello se realiza un examen preliminar y organoléptico, propiedades fisicoquímicas como densidad, solubilidad e índice de refracción en el cual se logra colocar una muestra de aceite en un frasco o probeta graduada. Se observa el color, la claridad, la viscosidad, la presencia o ausencia de sedimentos, las ceras separadas y el agua. Se lo puede realizar por medio de cromatografía gaseosa identificando así sus principales componentes (Batz, 2007).

II.6 Métodos de extracción de aceites esenciales

La extracción del aceite esencial es uno de los puntos cruciales que pueden alterar la pureza química del aceite esencial, lo habitual se utiliza la destilación para la obtención de esta sustancia aromática y volátil, pero también se han desarrollado muchas técnicas, métodos de uso industrial y de preparación casera (Hzounda, Jazet, & Fekam, 2020).

II.6.1 Extracción por arrastre con vapor

El fundamento de este método es que la presión de vapor combinada es igual a la presión del ambiente muy cercano a los 100 °C, de tal forma que las moléculas que oscilan entre valores térmicos de 150 y 300 °C se pueden evaporar a una temperatura muy cercana del agua. La destilación con vapor aprovecha la volatilidad de un compuesto para evaporarse cuando se calienta con vapor y la hidrofobicidad del compuesto para separarlo en una fase oleosa

durante el proceso de condensación como se muestra en la **Figura V** (Fongang & Bankeu, 2020).

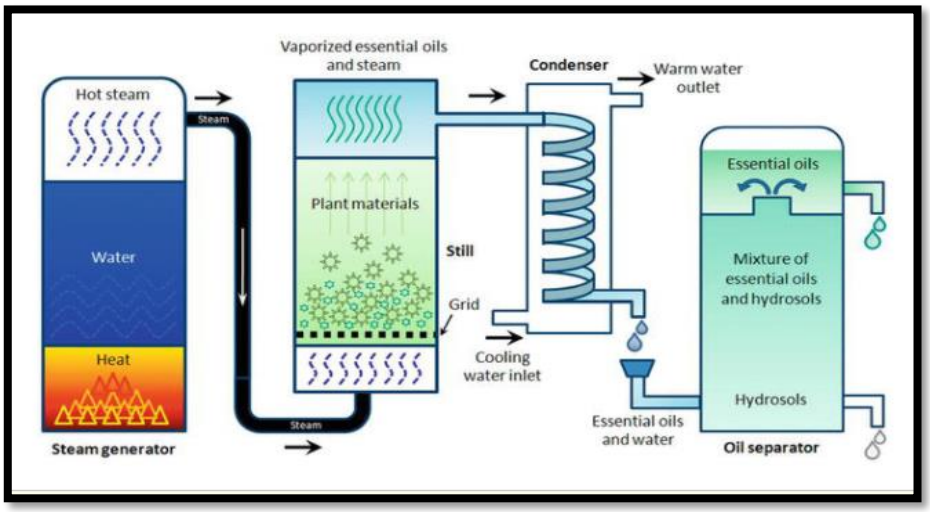


Figura V *Extracción por arrastre con vapor*

Fuente: (Fongang & Bankeu, 2020).

II.6.2 Extracción asistida por microondas

La extracción asistida por microondas (MAE) es un método que utiliza energía de microondas calentar el disolvente que entra en contacto con una muestra con el fin de dividir los analitos de la muestra en el disolvente (Fongang & Bankeu, 2020).

El fundamento de este método se basa en el cambio de polaridad del agua por las olas y el calentamiento que jugará el mismo papel en el método clásico de destilación, este proceso de microondas puede conducir a un cambio etéreo químico de un isómero a otro como se muestra en la **Figura VI** (Hzounda, Jazet, & Fekam, 2020).

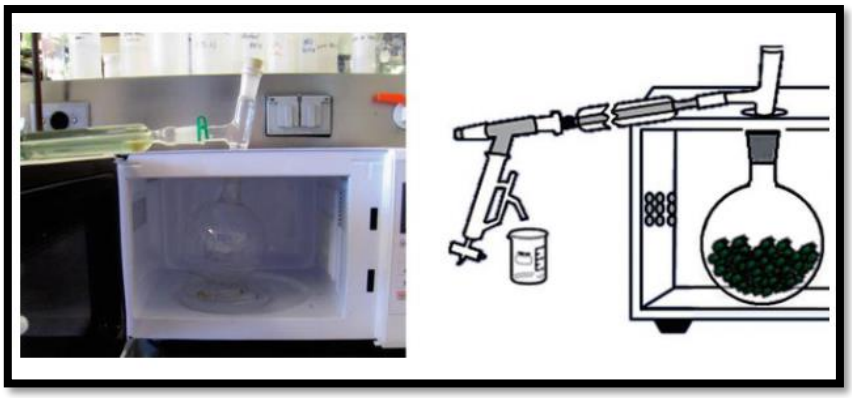


Figura VI *Extracción asistida por microondas*

Fuente: (Fongang & Bankeu, 2020)

II.6.3 Evaporación instantánea

La evaporación instantánea (rápida o flash) se produce por medio de la evaporación de una fracción del líquido, llevando a alta presión, manteniendo al vapor y al líquido el tiempo justo para que el vapor alcance el equilibrio con el líquido, separando ambos finalmente (Fuentes, 2005).

II.6.4 Destilación fraccionada

La destilación fraccionada es el método más utilizado actualmente para poder separar componentes de una mezcla líquida. Incluyendo el retorno de una parte del vapor condensado al equipo que se obtiene, de tal manera que el líquido que se regresa y entra en contacto íntimo con los vapores que se dirigen dentro del condensador (Fuentes, 2005).

II.6.5 Extracción con disolventes volátiles

Este es uno de los métodos más clásicos para obtener un extracto crudo de la planta. El fundamento consiste en la solubilización de los compuestos en las células por el disolvente. Este método presenta dos variantes debido a que se puede aplicar a temperatura ambiente o a altas temperaturas, el solvente será separado por rotavapor con respecto a la volatilidad del solvente. El perfil químico del producto no será de la fracción volátil de las plantas sino del compuesto soluble en el disolvente utilizado en el proceso en base a la **Figura VII** (Hzounda, Jazet, & Fekam, 2020).

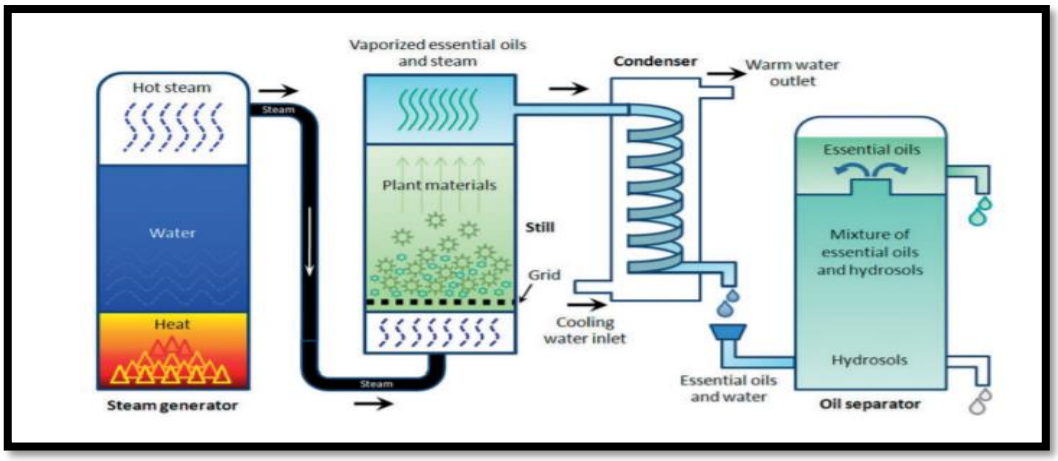


Figura VII *Extracción con disolventes volátiles*

Fuente: (Fongang & Bankeu, 2020).

Ventajas.

- Bajo consumo de disolvente para una mayor cantidad de materia prima.
- Se pone en contacto directo y repetido con secciones frescas del solvente, esto evita la posibilidad de que el solvente se sature con material extraíble y mejora la remoción del analito en el sistema. Además, la temperatura de la matriz está muy próximo al punto de ebullición del solvente, esto promueve la cinética de extracción del sistema (Fongang & Bankeu, 2020).

Desventajas.

- Requiere de varias horas o días para efectuarse, además la muestra se diluye en un gran volumen de disolvente. (Fongang & Bankeu, 2020).

II.6.6 Extracción con enfleurage

El método de enflorado o enfleurage es donde se utiliza el material vegetal (generalmente flores) es puesto en contacto con una grasa es separada posteriormente por otros medios fisicoquímicos. Este método se empleada para la obtención de esencias florales (rosa, jazmín, azahar, etc.), pero su baja producción y la difícil separación del aceite extractor la hacen costosa (Rodriguez, Alcaraz, & Real, 2012).

II.6.7 Maceración

La maceración se asemeja a la extracción por disolventes, la diferencia es que el material permanece varios días sumergido; en este sistema se usa aceite, grasa fundida y aún alcohol etílico. En general, los productos de la maceración son de calidad inferior a los de la extracción con solventes volátiles (Fuentes, 2005).

II.6.8 Expresión

Este método se emplea cuando los aceites esenciales son termosensibles. En el método de expresión hay dos procesos como el Encuellé y el método de la esponja se emplea normalmente para aislar los aceites esenciales. En el proceso Ecuelle, se enrolla la muestra en recipientes huecos cubiertos por dentro con púas para perforar las células de los aceites, lo que permite que los aceites esenciales se filtren en un recipiente colector para filtrar y obtener un aceite transparente. En el proceso de esponja, donde la fruta se corta a través del eje más corto y las cáscaras se separan, se sumergen en agua y luego se presionan con la mano entre las esponjas empapadas en aceite se exprimen para liberar el aceite (Gracy, 2008).

II.6.9 Extracción por Soxhlet

El método de Soxhlet se realiza por medio de un equipo del mismo nombre donde se determina la cantidad de grasa que presentan los alimentos. El proceso se lo realiza a partir de una muestra previamente seca, con el fin de evitar que el agua se combine con el disolvente y altere la prueba. La cantidad de muestra necesaria se lo obtendrá en base a los métodos oficiales según el alimento de que se trate, insertándolo dentro de un cartucho en forma de dedal de celulosa, en el sifón (Campos, 2017).

II.6.10 Extracción con fluidos supercríticos

El método de extracción con fluidos supercríticos es de desarrollo más reciente es de desarrollo más reciente. El material vegetal cortado en trozos pequeños, licuado o molido, se empaca en una cámara de acero inoxidable y se hace circular a través de la muestra un fluido en estado supercrítico (por ejemplo, CO_2) para hacer estallar las moléculas de la planta y liberar el aceite. Este método de extracción presenta varias ventajas como alto rendimiento, dado que

es ecológicamente compatible, el solvente se elimina fácilmente e inclusive se puede reciclar, y las bajas temperaturas usado para la extracción como se muestra en la **Tabla VII** (Rodriguez, Alcaraz, & Real, 2012).

Tabla VII *Métodos de obtención de aceites esenciales*

Método	Procedimiento		Productos obtenidos
Método Directo	Expresión	Compresión de cáscaras	Aceites esenciales cítricos.
		Raspado de cáscaras	
	Exudado	Lesiones mecánicas de cortezas	Aromas, resinas, bálsamos
Extracción	Directa		Aceites esenciales y aguas aromáticas
	Por arrastre de vapor (directo, indirecto, a presión, a vacío)		
	Destilacion-Maceraciòn (liberación enzimàtica de aglicomas en agua caliente)		Almendras, mostaza, ajo, hojas de abedul
Extracción con solventes	Solventes Volátiles	En caliente	Infusiones y resinoides alcohólicos.
		En frío	Concretos y absolutos, resinoides en frío, oleoresina
	Solventes fijos (grasas y aceites)	En caliente	Pomadas en calientes, lavados y absolutos de pomadas
		En frío	Pomadas en frío, lavados y absolutos de enflorados

Fuente: (Fuentes, 2005)

II.7 Ácidos grasos

Los lípidos son considerados uno de los nutrientes principales que necesitan los seres humanos. El metabolismo que presenta los ácidos grasos produce una variedad de moléculas de lípidos bioactivos, que son mediadores fundamentales en las múltiples vías de señalización y también su composición es indispensable en las membranas celulares. Los lípidos consisten en ácidos grasos (AG) clasificados principalmente según la cantidad de dobles enlaces saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI) y ácidos grasos poliinsaturados (AGPI); además, como en las posiciones cis o trans según la configuración de los dobles enlaces y como n-3 o n-6 respectivamente (Cañar & Sarmiento, 2021).

Los seres humanos pueden sintetizar todos los lípidos necesarios, excepto los que pertenecen a los ácidos grasos de cadena larga (AGCL), que se dividen en tres familias omega (ω-3, ω-6 y ω9 dependiendo del sitio de doble enlace los ω-3, ω-6 son ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), mientras que la mayoría de los ω9 son ácidos grasos monoinsaturados como se muestra en la **Figura VIII** (Alhusseiny & Beshbishi, 2020).

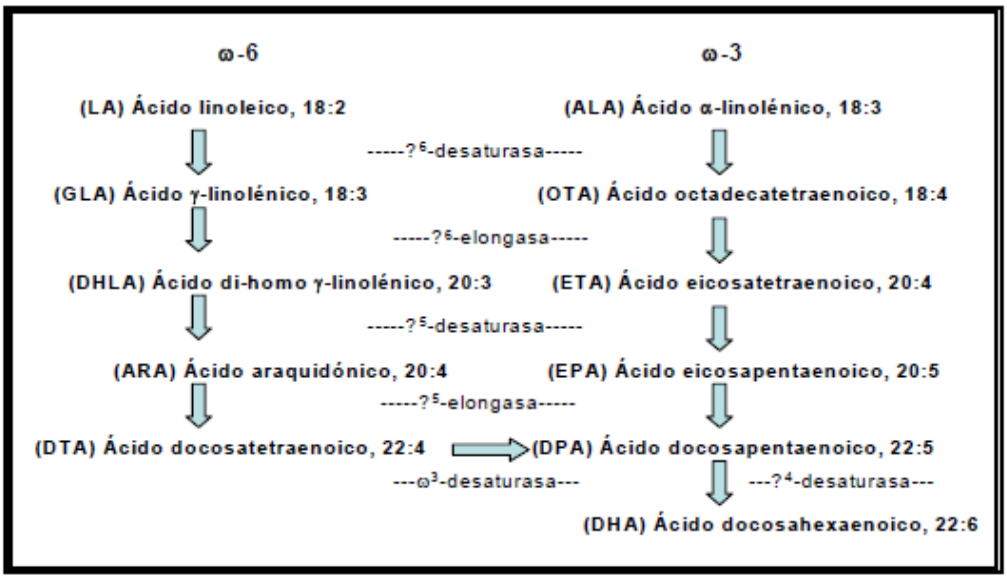


Figura VIII *Proceso de biosíntesis de los ácidos grasos.*

Fuente: (Alhusseiny & Beshbishi, 2020).

II.7.1 Estructura molecular de los ácidos grasos

Según (Coronado, Vega, Gutiérrez, García, & Díaz, 2013), en la **Figura IX** indica la estructura química de los ácidos grasos saturados y poliinsaturados. El omega 3 y el omega 6 se los nombra de acuerdo con el emplazamiento de la primera doble ligadura a partir del grupo metilo terminal (CH3). En los primeros, esta doble ligadura se observa en las posiciones de carbono 3 (C3-C4) y se pueden registrar también como n-3. En los segundos, la doble ligadura se encuentra en el carbono 6 (C6-C7) y se registran como n-6. Estos ácidos grasos son considerados indispensables, debido a que no pueden ser sintetizados en el organismo human

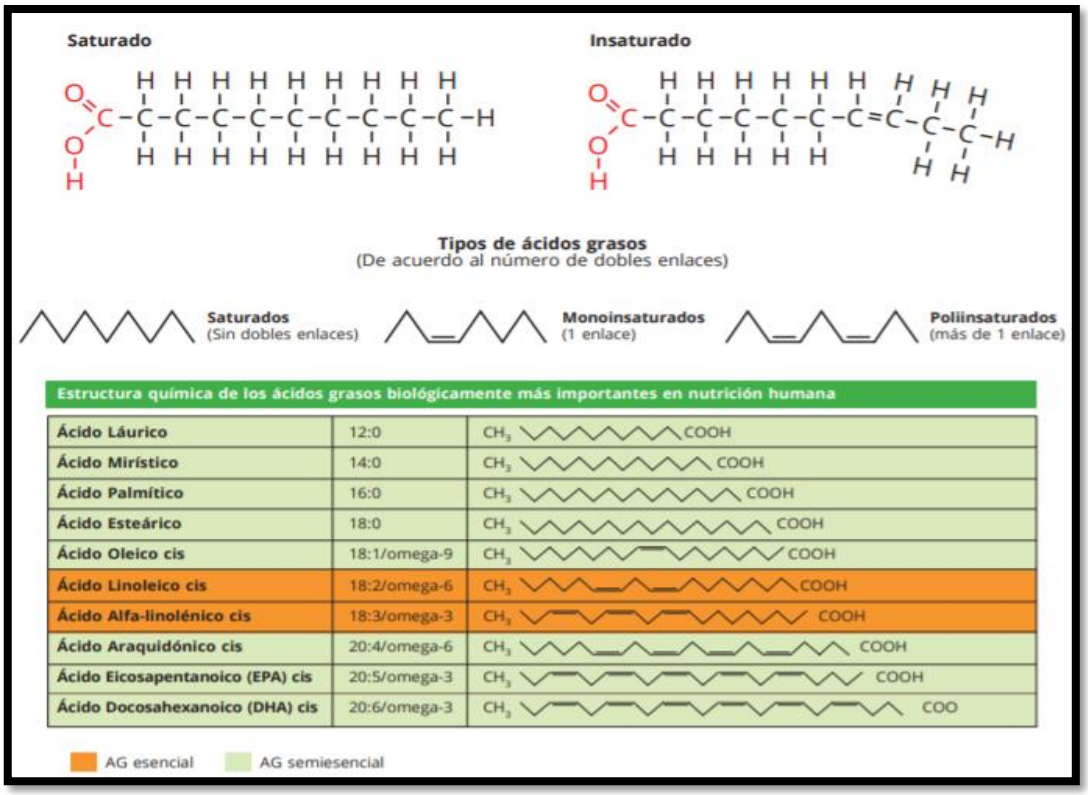


Figura IX *Estructura química de los principales ácidos grasos saturados, monoinsaturado y poliinsaturados.*

Fuente: (Babio, y otros, 2017)

En la **Figura X** se muestra el proceso metabólico de los ácidos grasos poliinsaturados y los productos finales comprometidos los cuales se asimilan en el cuerpo. El ácido araquidónico derivado del ácido linoleico da lugar a la llamada serie dos de las prostaglandinas (PGE_2), prostaciclinas (PGI_2), tromboxanos (TXA_2), y la serie cuatro de leucotrienos (LTB_4). Por otra parte, los eicosapentaenoicos como el omega-3, dan espacio a la serie tres de los prostanoides (prostaglandina I_3 (PGI_3) y la serie cinco de leucotrienos (LTB_5), estos últimos productos ayudan a mejorar el estado de salud (Coronado, Vega, Gutiérrez, García, & Díaz, 2013).

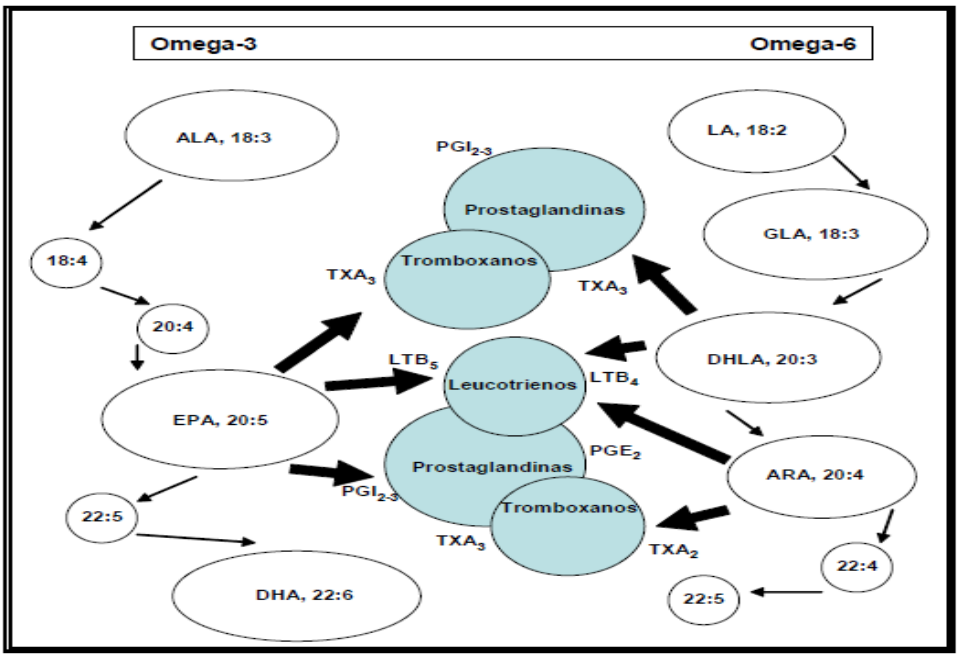


Figura X *Metabolismo de los ácidos grasos poliinsaturados y los productos finales asociados.*

Fuente: (Coronado, Vega, Gutiérrez, García, & Díaz, 2013).

II.7.2 Tipos de ácidos grasos

II.7.2.1 Ácidos Grasos Saturados (AGS)

Son ácidos que contienen enlaces sencillos entre átomos de carbono adyacentes. Los AGS predominan en los alimentos de origen animal, aunque también se encuentran en grandes cantidades en algunos alimentos de origen vegetal (Cañar & Sarmiento, 2021).

II.7.2.2 Ácidos Grasos Poliinsaturados (AGPI)

Los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (AGPI) son ácidos grasos que contienen a partir de 14 hasta 20 o más átomos de carbono con 26 varios dobles enlaces. Estos AGPI son sintetizados principalmente a partir de los ácidos grasos esenciales (Cañar & Sarmiento, 2021).

II.7.2.3 Ácidos grasos monoinsaturados (AGMI)

Los ácidos grasos monoinsaturados (AGIM) tienen un solo doble enlace, el más importante es el ácido oleico, con un doble enlace en posición n-9 (omega-9). No son ácidos grasos producidos por el organismo, por lo tanto, los sintetiza a partir de otros ácidos grasos o de los hidratos de carbono (EFSA, 2010).

II.7.3 Ácidos grasos presentes en el aguacate y coco.

II.7.3.1 Aguacate o palta

Un estudio realizado por (Accame, 2017), detalla que el 85% del aceite está constituido por ésteres de ácidos grasos, mayoritariamente triglicéridos, aunque también mono y diglicéridos, monoinsaturados (71%) (ácido oleico), poliinsaturados (13%) (ácidos linoleico y linolénico) y saturados (16%) (ácidos esteárico y palmítico). Además, se encuentran ácidos grasos libres y fosfolípidos. Esta composición puede variar, no solo dependiendo de la variedad de *Persea americana*, sino también del proceso de extracción. El insaponificable, que corresponde aproximadamente a un 1% del aceite, contiene un 45% de esteroles (colesterol, estigmasterol, beta-sitosterol y campesterol), un 30% de alcoholes triterpénicos (cicloartenol, 24-metil-cicloartenol) y un 20% de hidrocarburos alifáticos de cadena larga. Se han identificado compuestos liposolubles como tocoferoles (vitamina E), carotenoides (alfa- y betacaroteno), xantofilas (luteína y criptoxantina), clorofilas y vitaminas A y D. En las semillas se encuentran alcoholes grasos polihidroxilados, los mayoritarios: 1-acetoxi-2,4-dihidroxi-hepta-dec-16-eno y 1-acetoxi-2,4-dihidroxi-hepta-dec-16-ino, también presentes en el fruto; fitoesteroles, taninos, ácidos grasos y glucósidos del ácido abscísico.

II.7.3.2 Aceite de coco

En la investigación "*Coconut oil: what do we really know about it so far?"* realizada por (Lima & Block, 2019), el aceite de coco pertenece a un grupo único de grasas denominadas aceites láuricos, ya que está compuesto mayoritariamente por ácidos grasos saturados (92%), de los cuales el 62% corresponde a ácidos grasos con número de carbono entre 8 y 12. El ácido láurico (12:0) es el principal ácido graso presente en su composición Algunos investigadores sugieren que los aceites láuricos tienen propiedades únicas, debido a su comportamiento distinto el metabolismo en comparación con las grasas compuestas. Algunos aceites comerciales de triglicéridos de cadena media (MCT) está compuesto predominantemente por ácido caprílico, C8:0 (50%-80%) y ácido cáprico C6:0 (20%-50%).

Según un estudio realizado por (Afka, y otros, 2020), el aceite de coco en su composición contiene diferentes ácidos grasos entre ellas: 92% AGS se

encuentran en la pulpa siendo rico en lípidos. Los principales ácidos grasos (AG) que se encuentran en el aceite de coco son los ácidos láurico (12:0), mirístico (14:0) y palmítico (16:0), que representan el 45%, 17% y 9% del AG, respectivamente.

Otro estudio realizado por (DebMandal & Mandal, 2011), mostró que el aceite de coco presenta diversos ácidos grasos como: ácido caprílico 8%, ácido cáprico 7%, ácido láurico 49%, ácido mirístico 18%; acido palmítico 8%, acido esteárico 2%, ácido oleico 6%, ácido linoleico 2%. El ácido láurico tiene mayor cantidad (65%) de ácidos grasos saturados de cadena media (AGCM), lo que permite que se absorban directamente en el intestino y pasan a través al hígado para ser metabolizados rápidamente. En dicha investigación, los autores plantean que los ácidos grasos saturados se encuentran en mayor proporción (78,4%), en especial el ácido láurico (40,8%) y mirístico (20,3%), y que también presentan ácidos monoinsaturados en un bajo porcentaje.

II.7.4 Principales ácidos grasos presentes en el coco y aguacate

II.7.4.1 Ácido Láurico

El ácido láurico (LA), que es un ácido graso saturado que presenta 12 átomos de carbono y es el ácido graso primario del aceite de coco. Se ha asociado con ciertos beneficios de la ingesta de aceite de coco que promueven la salud, además de poseer acción antiparasitaria también incluye la mejora de la calidad de vida en pacientes con cáncer de mama durante la quimioterapia (Cañar & Sarmiento, 2021).

II.7.4.2 Ácido Oleico

En la **Figura XI** el ácido oleico o también conocido como omega 9 es un ácido graso que se encuentra naturalmente en varios aceites animales y vegetales. No tiene color ni olor, aunque en las muestras comerciales se lo pueden encontrar con un tono amarillento. En términos químicos, el ácido oleico se clasifica como un ácido graso dado a su número de carbonos que presenta en su estructura es de C18:1 en posición cis-9. Tiene la fórmula $CH_3(CH_2)_7 CH=CH(CH_2)_7COOH$. El término "oleico" significa relacionado con, o derivado de, aceite de oliva que se compone principalmente de ácido oleico (Cañar & Sarmiento, 2021).

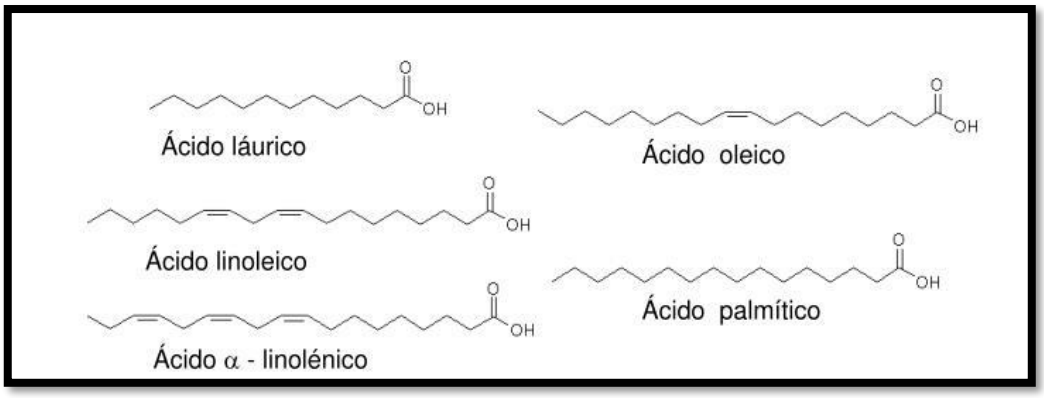


Figura XI *Ácido oleico, linoleico, palmítico y láurico*

Fuente:(Miranda, 2015)

II.7.4.3 Ácido cáprico

En la **Figura XII** el ácido cáprico o también llamado ácido decanoico es un ácido graso saturado de cadena media que presenta un esqueleto de 10 carbonos. Este se encuentra naturalmente en los aceites de coco y palmiste, así como también en la leche de varios mamíferos. Tiene un papel importante como agente antibacteriano, agente antiinflamatorio, metabolito humano, componente oleoso volátil, metabolito vegetal (NIH, 2021).

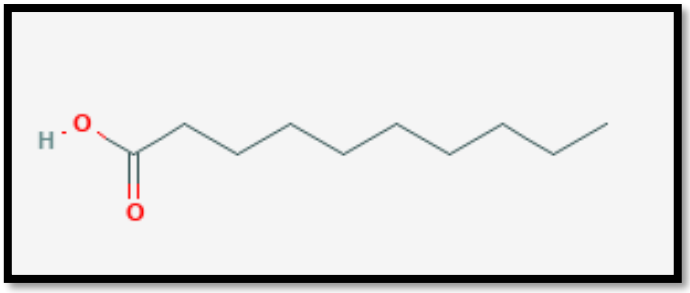


Figura XII *Representación de la estructura química del ácido caprico*

Fuente: (NIH, 2021)

II.7.4.4 Ácido caprílico

En la **Figura XIII** el ácido octanoico, comúnmente conocido como ácido caprílico, es un ácido graso de cadena lineal este se encuentra en varios vegetales y fuentes animales, como aceite de coco, aceite de nuez de palma y grasa de mantequilla. Junto con su fórmula molecular $C_8H_{16}O_2$, se tiene constancia que el ácido caprílico altera la cantidad de sodio que presenta en la

entrada de la célula, pero no afecta la salida iónica dado a que este tiene un efecto en la membrana plasmática de algunos microorganismos (Sigma, 2015).

Figura XIII *Estructura química del ácido caprilico*

Fuente: (Sigma, 2015)

Estos AG poseen un amplio espectro en la actividad antimicrobiana gracias a estos mecanismos, por lo que los lípidos matan a las bacterias y parásitos por medio de la unión de las membranas que presentan en su estructura (Anzaku, Assikong, Akeh, Upla, & Keneth, 2017).

II.8 Aceite esencial del tomillo *(Thymus Vulgaris L.)*

El aceite esencial de tomillo como se observa en la **Figura XIV** es extraído por un proceso de destilación de las partes aéreas de la planta, dado a que su principal componente es el timol, en el cual se le atribuye numerosas propiedades medicinales, es muy utilizado para múltiples beneficios como suprimir la ansiedad, recuperar la vitalidad y dar tonicidad (Losano, 2018).

Figura XIV *Aceite esencial de Tomillo.*

Fuente: (Losano, 2018).

II.8.1 Análisis de la composición fitoquímica del aceite esencial de tomillo

Según (Gasca, 2001), los estudios realizados para la determinación de la composición química del *Thymus Vulgaris L.* se han encontrado la presencia de flavonoides como la apigenina, la luteolina, un gran número de flavonas metoxilas, mono terpenos, mono terpenoles, esteres terpenicos.

El aceite esencial (1,0-2,5%) está constituido principalmente por fenoles como se aprecia en la **Figura XV y XVI**: timol un 70%, carvacrol un 35%, ácidos fenólicos, ácido cafeico, ácido rusmarico; alcoholes: geraniol, terpineol, linalol; Flavonoides derivados del luteol; taninos y saponósidos. Según prescripción de la Real Farmacopea Española (RFE), el fármaco oficial debe contener un mínimo de 1,2% (v/p) de aceite esencial y un 0,5 % (v/p) de fenoles volátiles (respecto al fármaco deseado) (Luengo, 2006).

La composición del aceite puede variar. Estas dependen de algunas características del suelo, la etapa de cosecha, la altura a la que esté el cultivo, y demás aspectos (MHT, 2015).

Un análisis aproximadamente nos detalla que cada 100 g de hojas frescas contiene: 276 calorías, agua (7.8g), proteína (9g), grasa (7.4g), carbohidratos (63.9g), fibra (18.6g), ceniza (11.7g), calcio (1.890 mg), fósforo (201mg), hierro (123mg), sodio (55mg), potasio (814mg), caroteno (2.260 µg), tiamina (0.5g), riboflavina (0.4mg), niacina (4.9mg); las semillas tienen proteína (28.2g) y grasa (38.9g) (Morales, Lemus, Pérez, & Rojas, 2001).

- **Estructura del timol y carvacrol**

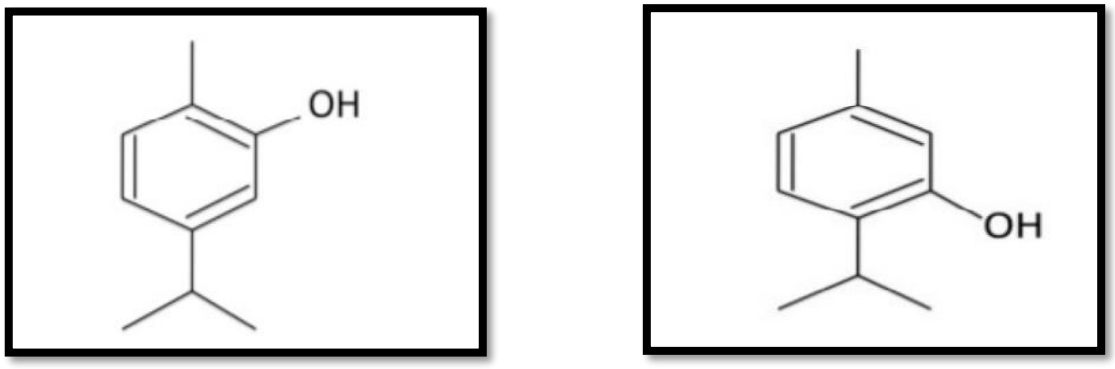


Figura XV *Estructura química del carvacrol y timol*

Fuente: (Garcia & Garcia, 2008).

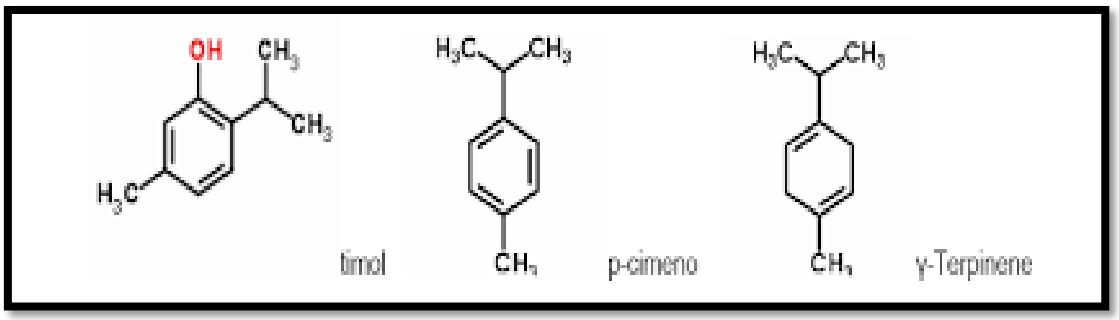


Figura XVI *Estructura química de algunos componentes identificados del aceite esencial del tomillo.*

Fuente: (Sotomayor, 2017).

II.8.2 Propiedades del aceite esencial de tomillo

II.8.2.1 Acción farmacológica

El aceite esencial del tomillo presenta actividad antimicrobiana, antihelmíntica, antioxidante, antitusígena, astringente, diurética, balsámica, cicatrizante, parasiticida, estimulante del sistema inmunitario y un gran coadyuvante para la circulación sanguínea (Losano, 2018).

II.8.2.2 Actividad antioxidante

Tiene acciones antirradicales, en la que se consideran implicados el timol y el carvacrol de la esencia, así como los flavonoides y otros polifenoles (Luengo, 2006).La planta contiene en pequeñas cantidades de ácido rosmarínico (2.6% del peso seco) y derivados hidroxicinámicos totales (3.8% del peso seco). Siendo responsable de su moderada actividad de antioxidante por medio de la concentración media máxima eficaz (EC50=35µg/ml) (Morales, Lemus, Pérez, & Rojas, 2001).

II.8.2.3 Acción antiparasitaria y antibacteriana

Es especialmente activo frente *Ankylostoma duodenale* y a la *Giardia Lambia* (Luengo, 2006).

Tabla VIII *Actividad antiparasitaria de los extractos de Thymus vulgaris*

Extracto/fracción de Thymus vulgaris	Inhibición del crecimiento (%)	
	E. Histolytica	***G. lamblia***
Mezcla del extracto crudo con metanol	14.12	95.86
1ª etapa de fraccionamiento, acetato de etilo - metanol	ND	97.0
2ª etapa de fraccionamiento, insoluble en cloroformo	ND	97.4
3ª etapa de fraccionamiento, fracción mixta hexano-acetona	ND	96.1

Fuente: (González, y otros, 2017)

En la **Tabla VIII** se muestra la cantidad inhibitoria que posee los diferentes extractos de aceite esencial de tomillo encontrándose que la mayor fracción fue la del extracto de metanol del fraccionamiento acetato de etilo / agua / metanol, lo que provocó una inhibición del crecimiento ≥ 97% frente a la *G. lamblia* y un 14,12%para la *E. Histolytica*, es decir que el aceite esencial de tomillo posee actividad antiparasitaria en cualquiera de sus concentraciones

Otro estudio similar realizado por (Behnia, Haghighi, Komeylizadeh, Tabaei, & Abad, 2008), determinaron que la actividad antiparasitaria de los extractos del aceite esencial de T. vulgaris se debe a la composición química donde incluyen (borneol, carvacrol, cymol, linalol y timol), tanino, flavonoides (apigenina y luteolina), saponinas y ácidos triterpénicos. Llevaron a cabo por medio de la comparación deI CIM (índice de concentración minina) de estos agentes. En diferentes concentraciones entre un (rango 0-10 mg/mL) usando hidroalcohólicos y hexánicos fueron capaces de destruir los trofozoítos de E. histolytica, pero a una concentración más alta (1 mg/ml, 2mg/ml, 3 mg/mL y 4 mg/ml) para el aceite de tomillo las concentraciones utilizaron fueron (0.175 mg/ml, 0.35 mg/ml, 0.525 mg/ml y 0.7 mg/ml) demostrando una actividad moderada sobre *E. histolytica* y *G. lamblia*.dado en un lapso de 24 a 48 horas.

Tabla IX *Efecto de los extractos hidroalcohólico, hexánico y el aceite esencial de T. vulgaris sobre los trofozoítos de E. histolytica*

Agente anti amebiano	**Concentración mg/mL E**	**Inhibición del crecimiento (%)**	
		24H	**48H**
Extracto hidroalcohólico de la T. vulgaris	1	61.03	90.21
	2	84.61	99.73
	3	99.23	100
	4	84.61	100
Extracto Hexanoico de T. Vulgaris	1	55.47	95.41
	2	91.24	99.62
	3	99.51	100
	4	100	100
Aceite esencial de T. vulgaris	0.175	61.71	74.32
	0.35	85.03	93.32
	0.525	99.02	99.87
	0.7	100	100

Fuente: (Behnia, Haghighi, Komeylizadeh, Tabaei, & Abad, 2008)

Como se muestra en la **Tabla IX** la cantidad inhibitoria que posee los diferentes extractos de aceite esencial de tomillo indica que el aceite esencial presenta mayor inhibición del 100% al utilizar una concentración de 4mg/ml y una minina inhibición del 61,71 % al utilizar 1 mg/ml seguido del extracto hexanoico con un 100% al utilizar una concentración de 4 mg/ml y una mínima inhibición al utilizar 1mg/ml por último el extracto hidroalcohólico con una concentración del 84,61% en una concentración de 4 mg/ml y 61,03% en una concentración de 1mg/ml.

Los componentes del tomillo como el carvacrol y el timol interactúan con la membrana celular lo que le permite disolverse en la bicapa fosfolipidica, lo que causaría la desestabilización de esta, aumentando así su fluidez y su permeabilidad. La posición orto del radical hidroxilo permitiría actuar como intercambiador de protones, la cual primero se difunde por medio de la membrana hacia el citoplasma donde se libera un protón, posteriormente volverá al exterior transportando la célula y liberando el catión, el carvacrol captara ese catión causando el agotamiento de las ATP y el deterioro de los procesos vitales de los parásitos y bacterias (Morales, Lemus, Pérez, & Rojas, 2001).

II.8.3 Toxicidad

El aceite esencial de tomillo es venenoso, en el cual causa la hiperemia e inflamación severa, en dosis más elevadas por la vía oral puede provocar convulsiones; la planta y el aceite esencial pueden ser un estimulante uterino, por lo que deben ser evitados por las embarazadas; el timol puede causar dermatitis en los dentistas y quelitis y glositis cuando se usa como dentífrico. La dosis letal media (DL50) del timol por vía oral en ratas es 980mg/kg; la DL o dosis letal del carvacrol en conejos por vía oral es 100 mg/kg (Morales, Lemus, Pérez, & Rojas, 2001).

II.9 Aceite esencial del aguacate o palta *(Persea Americana M.)*

El aceite esencial de aguacate o palta, por lo general, se obtiene a partir de la pulpa del aguacate y alcanza unos niveles máximos del 25%. Dicho valor dependerá generalmente de la variedad y la madurez del fruto. Su aceite esencial es un líquido claro de color verde, consta de un alto nivel de ácido graso insaturados, mínima proporción de ácidos grasos saturados y cero de colesterol como se muestra en la **Figura XVII** (Pall, 2020).

Se lo puede obtener mediante tres procesos tres procesos más reconocidos para extraer aceite a partir de semillas oleaginosas son: prensado hidráulico e expeller, y la extracción con solventes (Pall, 2020).

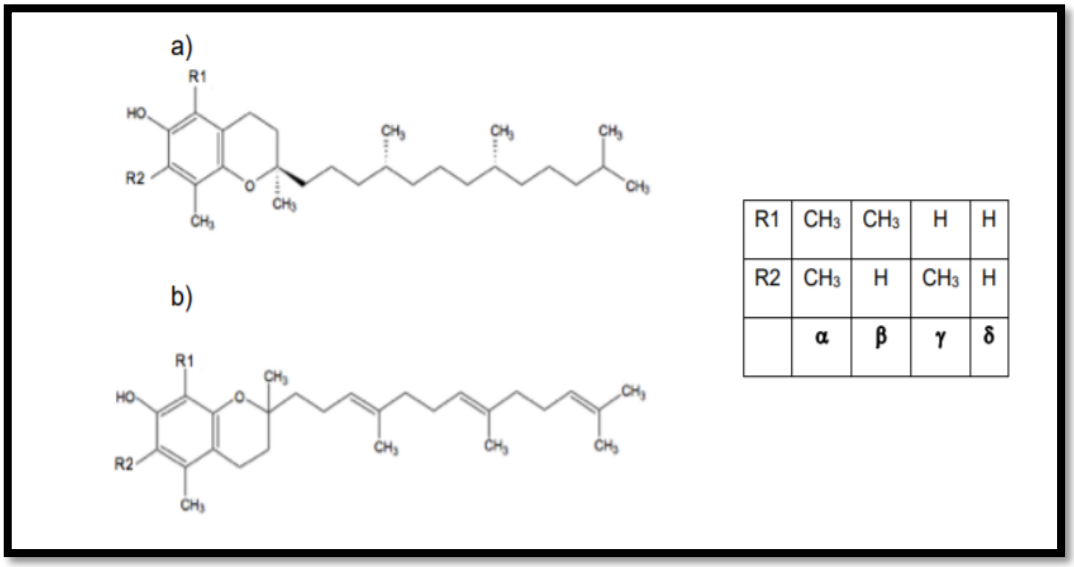
Figura XVII *Aceite del aguacate o palta*

Fuente: (Pall, 2020)

II.9.1 Análisis de la composición fitoquímica del aguacate o palta

El aceite de aguacate presenta diferentes compuestos como: monoterpenoides, sesquiterpenoides, triterpenoides, flavonoides, alcaloides,

esteroides, los carotenoides, y derivados de alcoholes grasos de cadena larga como se muestra en la **Figura XVIII**. También numerosas bioactividades, tales como citotoxicidad, antifúngicos, antibacterianos, antivirales, óxido nítrico y la inhibición de la generación de superóxido, antioxidante, evita la propagación de las enfermedades cardiovasculares, la inhibición de carboxilasa, la inhibición de lisis oxidasa (Arroyave, 2017).



R1	CH_3	CH_3	H	H
R2	CH_3	H	CH_3	H
	α	β	γ	δ

Figura XVIII *Estructura química: a) Tocoferol. b) Tocotrienol*

Fuente: (Arroyave, 2017).

Además, presenta aproximadamente el 60% de los ácidos grasos son monoinsaturados, el 20% poliinsaturados y el resto saturados. A medida que la fruta madura, el contenido de ácido palmítico (saturado) disminuye y el contenido de ácido oleico (monoinsaturado) aumenta (Rosales, Rodríguez, & Ramírez, 2004).

- El aceite de aguacate con ácidos grasos saturados contiene solo la misma cantidad de AGS (rango 10-19%) que los aceites de girasol, maíz, oliva, soja y maní, dependiendo de la variedad y madurez (Rosales, Rodríguez, & Ramírez, 2004).
- El ácido oleico de ácido graso monoinsaturado es el más abundante en la naturaleza. El AGM se encuentra en todos los aceites y grasas y es el principal ácido graso en algunos aceites como las aceitunas, canola y

aguacate. El ácido oleico constituye el 80% de los ácidos grasos totales en el aceite de aguacate (Rosales, Rodríguez, & Ramírez, 2004).

- El aceite de aguacate se encuentra entre los aceites vegetales en términos de contenido de AGP (0-15%). Los niveles de AGP son más altos en los de los aceites de oliva y palma, pero más bajos que los de los aceites de maíz, semilla de algodón, soja y girasol (Rosales, Rodríguez, & Ramírez, 2004).

II.9.2 Propiedades del aceite esencial de aguacate o palta

II.9.2.1 Acción farmacológica

En la actualidad existen evidencias epidemiológicas que respaldan su impacto en el consumo de AGMI y el riesgo de minimizar la existencia de enfermedades coronarias. Por lo tanto, según muchos estudios clínicos sugieren que las dietas ricas en AGMI disminuyen los factores de riesgo cardiovasculares asociados con la formación de trombos e incluyendo entre ellos alteraciones en los lípidos y lipoproteínas plasmáticas y factores de riesgo asociados a la trombogénesis e insulino resistencia representándose en la **Ilustración I** (Vivero, Valenzuela, Valenzuela, & Morales, 2019).

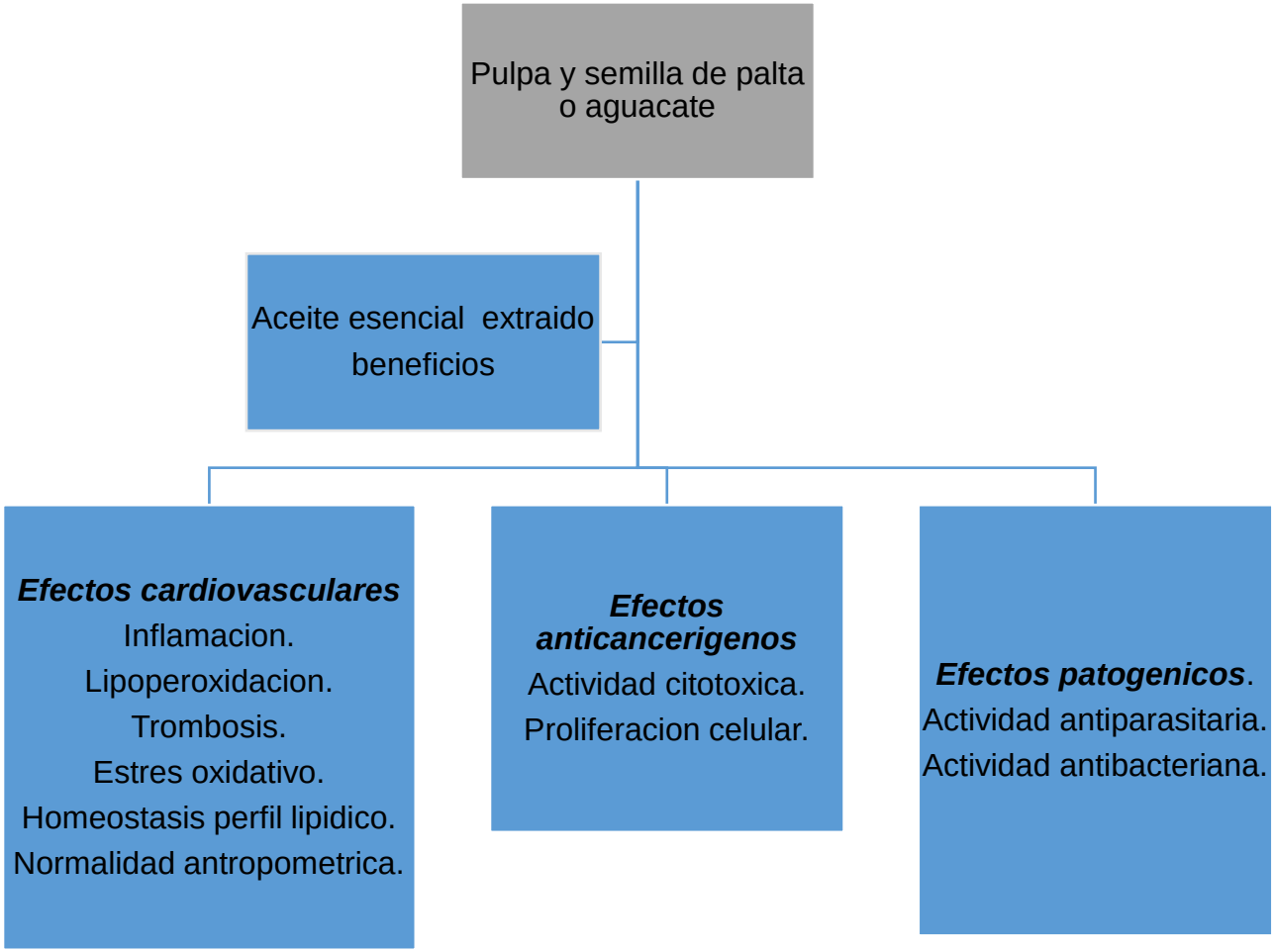


Ilustración 1 *Potenciales efectos farmacológicos de la semilla de aguacate o palta*

Fuente: (Vivero, Valenzuela, Valenzuela, & Morales, 2019).

II.9.2.2 Actividad antioxidante

El aguacate contiene diferentes tipos de metabolito que reducen el estrés oxidativo. Por lo cual, tiene un efecto protector en la oxidación celular y reduce el número de radicales libres que se producen por medio del metabolismo. También contiene cantidades moderadas de vitamina E, siendo el principal metabolito el α-tocoferol, que es el que se encuentra presente en mayores cantidades que el β-Tocoferol, γ-Tocoferol y ∆-Tocoferol como se muestra en la **Figura XIX**. Entre los carotenoides predomina la xantofila luteína, la cual es más polar que los carotenos. Las xantofilas parecen reducir el LDL oxidado circulante, dado a que es un biomarcador preliminar para el inicio y progresión del daño vascular (Faour, 2018).

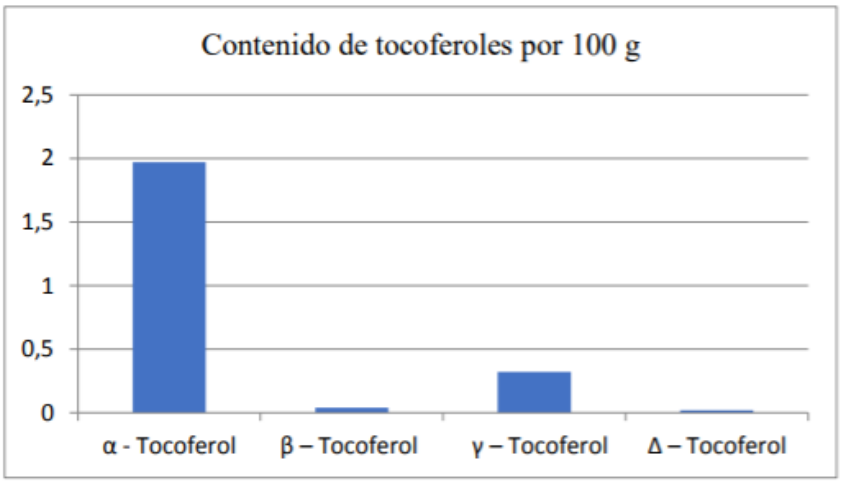


Figura XIX *Comparación del contenido de tocoferoles*

Fuente: (Faour, 2018).

II.9.2.3 Acción antiparasitaria y antibacteriana

Los extractos clorofórmicos y etanólicos de las semillas de aguacate o palta mostraron actividad antiparasitaria específica para dos protozoos intestinales que inducen diarrea: *Giardia. lamblia* y *Entamoeba*. *Histolytica*. Por lo tanto, los extractos clorofórmicos de la semilla de este fruto sugieren que podría ser una potencial fuente de moléculas para el tratamiento de especies derivados de microorganismos resistente a los fármacos como *Mycobacterium tuberculosis* y de micobacterias no tuberculosas *(NTM)*. El extracto de aguacate muestra actividad antibacteriana y antifúngica de los macrófagos dervidados de la *Cándida Albicans*. Por otro lado, los extractos cetónicos como (*Persenona A, Persenona C y Ac. O-aguacadenina*) de la fruta también muestra actividad antibacteriana contra *M. tuberculosis (H37Rv) in vitro*. Estos mismos extractos son activos contra la Listeria monocytogenes (Vivero, Valenzuela, Valenzuela, & Morales, 2019).

Según (Accame, 2017), el AE de aguacate contiene actividad larvicida, fungicida, amebicida y giardicida. Esto se debe a que está constituido por estragol, cariofileno, eugenol, anetol, alfa y beta-pineno, cimeno, linalol, farneseno, e-cadineno y humuleno. Además, posee taninos catéquicos y polioles (perseitol o perseina). Los componentes mayoritarios son fitosteroles: beta-sitosterol, campesterol y estigmasterol. Los extractos etanólicos de los frutos han

demostrado igualmente poseer actividad antimicrobiana sobre bacterias Gram positivas y Gram negativas, exceptuando *Escherichia coli*.

Un estudio realizado por (Silva, y otros, 2018), demostró que los extractos y fracciones del aceite esencial de aguacate *"Persea americana"* tienen actividad antiparasitaria. Utilizaron 50, 38 y 24 mg/g de muestra en base a la composición química, y detectaron diversos compuestos como epicatequina en cantidades de (4,7 µg/mL), rutina (2,8 µg/mL) y ácido clorogénico (1,4 µg/mL) como sus principales constituyentes, además de quercetina. Mediante técnicas colorimétricas y cromatográficas respectivamente en diferentes solventes en 100ml para su extracción como: etanol o metanol al 70% (v/v), disolventes polares (hexano, cloroformo, acetato de etilo y n-butanol) con una concentración de eficacia del 50% (EC50) de 36 µg/m. También indican que los flavonoides en especial los monómeros 3-O-flavanol y los flavonoles presentan propiedades antiparasitarias.

En la **Tabla X** se muestra la composición química que presenta el aceite de aguacate encontrándose que cada compuesto presenta una concentración efectiva máxima media (EC50) µg/mL frente a los parásitos a excepción del ácido clorogénico que no presenta eficacia significativa.

Tabla X *EC50 de los compuestos encontrados en el AE de aguacate*

Compuestos encontrados en el AE de aguacate	Concentración utilizada	Media concentración efectiva máxima (EC50)
Quercetina	7,2 µg/mL	EC50 = 7,8 µg/mL
Epicatequina	4,7 µg/mL	EC50 = 10 µg/mL
Rutina	2,8 µg/mL	EC50 = 30 µg/mL)
Ácido clorogénico	1,4 µg/mL	no presentó una eficacia significativa.

Fuente: (Silva, y otros, 2018)

En el estudio realizado por (Macotela, 2016), determinó las propiedades antiparasitarias en contra de la *G. lamblia* donde evaluaron 14 especies de plantas entre ellas el aguacate "*Persea americana"* utilizando como solvente alcohol acidificado (2.propanol con HCl 0,04 M), se obtuvo un resultado del 23% y una desviación estándar del 0,5% de mortalidad diferente de las otras plantas como se muestra en la **Tabla XI** .

Tabla XI *porcentaje de inhibición del aguacate*

Nombre común	***% de inhibición del aguacate***	
	Media	*DE*
Aguacate o palta (Persea americana)	*23%*	*0,5%*

Fuente: (Macotela, 2016)

El aceite esencial de aguacate contiene un compuesto llamado α-tocoferol, que ayuda a minimizar la reproducción de quistes uniéndose a la membrana de forma directa. Los compuestos contenidos en el aceite de aguacate, como el βsitosterol, junto con otros fitoesteroles vegetales, inhiben la absorción de colesterol en el intestino y, por lo tanto, reducen el colesterol total en plasma y los niveles de colesterol LDL (Pall, 2020).

II.9.3 Toxicidad

En bases a que presenta cierto grado de toxicidad que se puede presentar, se recomienda evitar la prescripción de formas de dosificación basadas en las hojas o semillas del fruto (en ratones, DL50 = 112,5 mg/kg) (Quezada, 2014).

II.10 Aceite esencial de coco *(Cocos nucifera L.)*

El aceite de coco como se muestra en la **Figura XX** es un aceite de procedencia natural y se utiliza ampliamente para usos alimentarios e industriales y posee una alta importancia comercial, debido a su contenido de ácido láurico. La extracción del aceite puede ser obtenido de dos maneras la primera inicia con la copra (materia prima), siendo el resultado un proceso de secado en la carne del fruto y se obtiene al final el aceite de coco o también llamado aceite de copra. (Restrepo, Lina, & Morales, 2020).

Figura XX *aceite de coco*

Fuente: (Osman, 2019)

II.10.1 Análisis de la composición fitoquímica del aceite esencial de coco

El aceite de coco contiene varios compuestos bioactivos, incluidos ácidos fenólicos, tocoferoles, tocotrienoles y fitoesteroles. Los compuestos fenólicos son un grupo extenso de sustancias no energéticas que se encuentran dentro en los alimentos de origen vegetal. Los compuestos fenólicos individuales presentes en el aceite de coco son ácidos p-cumárico, ácido ferúlico, ácido cafeico, quercetina y catequinas (Osman, 2019).

En la **Tabla XII** se puede observar los compuestos fenólicos y ácidos grasos reportados en el aceite de coco:

Tabla XII *Compuestos fenólicos identificados en aceite de coco*

Ácidos Fenólicos	Cantidad en (µg/100 g)
Polifenoles Totales	131,2
Ácido Protocatecuico	-
Ácido Gálico	24,7
Ácido Hidroxibenzoico	7,6
Ácido Vanílico	63,8
Ácido Siríngico	17,9
Acido p-Cumárico	10,0
Ácido Cafeico	3,1
Ácido Ferúlico	1,7
Ácido Cinámico	2,4

Fuente: (Restrepo, Lina, & Morales, 2020)

Uno de los principales productos obtenidos del coco *(Coco nucifera L.)* se compone de una mezcla entre los compuestos químicos llamados gliceroles que contienen ácidos grasos y glicerol. Los diferentes ácidos grasos que contiene el coco varían desde cadenas de átomos de carbono C6-C18. Además, es rico en ácidos grasos de cadena media altamente resistente al deterioro oxidativo, lo cual aumenta su potencial para la utilización en altas temperaturas (Restrepo, Lina, & Morales, 2020).

El aceite de coco está compuesto también por ácidos grasos como el ácido caprílico C -8: 0 (8%), ácido cáprico, C-10: 0, (7%), ácido láurico C-12: 0, (49%), ácido mirístico. C-14: 0 (8%), ácido palmítico C-16: 0 (8%), ácido esteárico C-18: 0 (2%), ácido oleico C-18: 1 (6%) y 2% de C -18: 2 ácido linoleico. El ácido láurico y su derivado monolaurina presentan alrededor del 50% de los lípidos derivados de la grasa de coco. Estos derivados componen de aproximadamente un 90% de ácidos grasos saturados y un 9% de ácidos grasos insaturados. Sin embargo, las grasas saturadas que contiene estas plantas difieren de las grasas saturadas

presentes en los animales. Alrededor del 50% de las grasas del aceite de coco son ácidos grasos de cadena media (Boateng, Ansong, Owusu, & Asiedu, 2016).

II.10.2 Propiedades del aceite esencial de coco

II.10.2.1 Acción farmacológica

Su principal acción se basa en la utilización como fuente de energía para la generación oxidativa de ATP, los triglicéridos de cadena media (MCT) regulan vías anabólicas como la (gluconeogénesis y lipogénesis) a través del intercambio de moléculas precursoras que contienen carbono y la activación de ciertas vías celulares (Ocampo, 2017).

II.10.2.2 Actividad antioxidante

Los antioxidantes poseen la capacidad de absorber la energía de los radicales libres sin desencadenar efectos nocivos para los tejidos circundantes. Los seres humanos al igual que el resto de los organismos poseen una serie de mecanismos de defensa que permiten neutralizar la energía de los radicales libres. El aceite de coco presente diversos antioxidantes como:

- ✓ **Vitamina E:** La vitamina E se encuentra en la primera línea de defensa contra la peroxidación de los ácidos grasos poliinsaturados encontrados en los fosfolípidos de la membrana celular y subcelular.
- ✓ **Tocoferoles:** Estos actúan como antioxidantes dado a que deshacen la reacción en cadena de los radicales libres, como resultado de su capacidad para introducir un hidrógeno fenólico dentro de un radical libre peroxilo procedente de un ácido graso poliinsaturado peroxidado.
- ✓ **Betacaroteno:** Es la provitamina más potente que rinde dos equivalentes de vitamina A. Existen evidencias que sugieren que el betacaroteno activa la función inmunológica, independientemente de cualquier actividad vitamínica, posiblemente en base a su capacidad para neutralizar a los radicales libres (Diaz, 2003).

II.10.2.3 Acción antiparasitaria y antimicrobiana

Los triglicéridos de cadena media (MCT) presentes en el aceite de coco que tienen una influencia antibacteriana y antiparasitaria porque tiene la capacidad de desintegrar las paredes de las células e interrumpir el funcionamiento de los

parásitos intestinales entre ellos la *Giardia Lambia, Candida albicans* y diversos microorganismmos como *Staphylococcusaureus, Streptococcus, Lactobacillus y Escherichia coli* (Anzaku, Assikong, Akeh, Upla, & Keneth, 2017).

Los efectos que posee el aceite de coco se atribuyen a la monolaurina, que es un monoglicérido formado por glicerol y ácido láurico. Este compuesto se lo usa ampliamente como emulsionante alimentario y también se vende como suplemento alimenticio. Dado sobre la cantidad de monolaurina producida biológicamente después del consumo de aceite de coco aún se desconoce (Lima & Block, 2019).

Según (Calzada, Mulia, & Aguilar, 2006), informa que mediante un estudio realizados sobre los extractos metanólicos junto con una mezcla de aceite esencial del Cocos nucifera comprobaron la actividad antiparasitaria, indicando una actividad moderada sobre ambos microorganismo mediante pruebas in vitro con valores de IC50 que varían entre 41,7 y 96,4 g/ml para Entamoeba Histolytica y de 44,1 a 99,8 g/ml para Giardia lamblia con una rango de IC_{50} > 100 g/ml como nos detalla la **Tabla XIII**

Tabla XIII *Actividad antiprotozoaria del extracto metabólico*

Material Utilizado	**Inhibición del crecimiento (%)**	
	IC_{50} (g/ml) (intervalos de confianza del 95%)	
	E. histolytica	***G. lamblia***
Extracto de Cocos nucifera (coco)	59.6 (59.5–59.9)	44.1 (44.1–44.1)

Fuente: (Calzada, Mulia, & Aguilar, 2006).

Un estudio realizado por (Oliveira, y otros, 2009), sugiere que la actividad antihelmíntica presentada en los extractos del coco *"Cocos nucifera"* se realizó mediante un análisis fitoquímico obteniendo metabolitos activos como la catequinas, taninos condensados, flavonoides y esteroides dentro de su composición obteniendo también por medio de una cuantificación los taninos con un porcentaje de 25,87%. Donde se utilizó 400 mg k con diverso solventes como extracto de acetato de etilo (5 muestras), Dimetilsulfóxido (1 muestra) y el Tiabendazol (1 muestra) en concentraciones de 0.025 hasta 5 mg/ y un porcentaje de hasta en 3%. Aunque el extracto de acetato de etilo del mostró

una eficacia del 99.77% al 100% las concentraciones utilizadas. Esto se realizó para verificar la actividad antibacteriana y actividad antiviral del extracto de acetato de etilo obtenido a partir del coco. Los taninos condensados son compuestos polifenólicos derivados del metabolismo secundario de las plantas. Varios experimentos han demostrado su actividad antihelmíntica. estos resultados fueron altos, respectivamente, en comparación con el tiabendazol y el dimetilsulfóxido con un 3%.

La capacidad que presentan los compuestos fenólicos al intervenir en los diferentes procesos enzimáticos les puede permitir llegar a participar en distintas reacciones metabólicas celulares de óxido-reducción, eliminar radicales libres e inhibir la peroxidación presente dentro del organismo (Restrepo, Lina, & Morales, 2020).

II.10.3 Toxicidad

La Comisión Europea ha determinado que el aceite de coco tiene una DL50 es de aproximadamente 23 g/kg. De acuerdo con esto, una persona promedio de 60 kg tendrá que tomar casi 1.4 kg (o más de 1.5 litros) de aceite de coco para alcanzar la dosis tóxica (ICP, 2018).

II.11 Parámetros de calidad en los aceites esenciales

II.11.1 *Thymus Vulgaris L.*

Según el International Standard en su sección ISO 17819 representado en la **Tabla XIV** , especifica las características que debe tener el aceite esencial de tomillo [Thymus Vulgaris L.], obtenido por destilación, con el propósito de poder proporcionar su evaluación de calidad. Estas características se presentan en la tabla 10 describen los métodos para determinar la densidad relativa, el índice de refracción y la rotación óptica a 20 ºC, etc. Además, indica los métodos preestablecidos para medir el residuo miscibles y el valor carbonílico (ISO, 2017)**.**

Tabla XIV Requisitos para el aceite esencial de tomillo.

Características	Requerimientos	Test método
Apariencia	Líquido móvil	--------
Color	Amarillo a rojo	--------
Olor	Aromática, fenólico con una base ligeramente especiada.	--------
Densidad relativa a 20°C d20/20	0,910-0,937	ISO 279
Índice de refracción a 20°C	1,494-1,504	ISO 280
Rotación óptica	Entre -6° y 0°	ISO 594
Miscibilidad en etanol 80% (fracción de volumen), a 20°C	No será necesario utilizar más de 3 volúmenes de etanol 80% (volumen de fracción) para obtener una clara solución con un volumen de aceite esencial. A veces puede surgir opalescencia en continuar el adición de etanol	ISO 875

Fuente: (ISO, 2017)

II.11.2 *Persea Americana M*.

Según datos obtenidos de la (FAO, 2016)**,** nos informa que mediante el establecimiento criterios de calidad y de seguridad alimentaria para los aceites esenciales actuales existentes representados en el Codex. Asimismo, garantizará la pureza de los aceites vegetales y esenciales, permitiendo su correcta clasificación y proporcionando los criterios pertinentes para el control de calidad de estos productos como se muestra en la **Tabla XV**.

Tabla XV parámetros de calidad de la FAO para el aceite esencial de aguacate

Densidad relativa (xº C/agua a 20ºC) Densidad aparente (g/ml)	0,910--0,920 25ºC/agua a 25ºC
Índice de refracción (ND 40ºC)	1.465--1,474
Valor de saponificación (mg KOH/g aceite)	177--198
Valor de yodo	63--95
Materia no saponificable (g/kg)	≤120

Fuente: (FAO, 2016)

II.11.3 *Cocos nucifera L.*

La norma WFP en sus especificaciones técnicas para la fabricación mediante el código internación recomendado por la Practice: General Principles of Food Hygiene", CAC / RCP 1-1969 incluyendo el Anexo "Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP), nos detalla sobre su evaluación de calidad y los parámetros que se deben llevar a cabo como índice de refracción, rotación óptica a 20 ºC y densidad relativa utilizados para aceites vegetales como aceites esenciales como se muestra en la **Tabla XVI** (WFP, 2011).

Tabla XVI Requisitos Analíticos de la WFP

Test	Valor recomendado	Método de referencia
Humedad	0,2% máximo	ISO 662:1998 AOCS Ca 2d-25 IUPAC 2.601
Impurezas insolubles	0.05% máximo	ISO 663:2007 AOCS Ca 3a-46 IUPAC 2.60
Ácidos grasos libres	0.3% máximo expresado como ácido láurico	ISO 18395:2005 AOCS Ca 5a-40 AOAC 940.28
Índice de acidez	0,6 mg máximo de KOH/g	ISO 660:2009 AOCS Cd 3d-63
color	50 máximo, platino-cobalto escala.	AOCS Cc 13b-45 BS 684-1.14:1998
Valor de peróxido	2 miliequivalentes máximo de oxígeno activo por kg de aceite	ISO 3960:2007 BS 684-2.14:2001 AOCS Cd 8-53 AOAC 965.33 IUPAC 2.501
Índice de refracción (ND 40 ° C)	1.448 – 1.450	ISO 6320:2000 AOCS Cc 7-25 AOAC 921.08 IUPAC 2.102
Densidad relativa (40 ºC/agua a 20 °C)	0.908-0.921	AOCS 10c-95 IUPAC 2.101

Fuente: (WFP, 2011)

II.12 Parasitosis

Según (Botero & Restrepo, 2012), nos detalla que la parasitosis es el estado de asociación en donde un organismo vivo (parásito o protozoo) se hospeda en un especie diferente (huésped u hospedero) donde se alimenta y según el grado de adaptación que presenta, puede o no presentar algún tipo de enfermedad y la muerte en este último caso, aunque depende también de algunos factores

como la dosis infecciosa, la cifra de organismos adquiridos y la respuesta inmunitaria del huésped, la parasitosis se diferencia de las infecciones bacterianas y víricas debido a que es crónica y las exposiciones repetidas contienen una carga mayor de parásitos.

II.13 Parásitos intestinales

Son organismos que viven y se nutren a expensas de otro, causándole daño o enfermedad, se alojan frecuentemente en el aparato gastrointestinal y su principal mecanismo de trasmisión es la vía fecal-oral, producida por el consumo de alimentos o agua contaminada (Restrepo, Lina, & Morales, 2020).

II.13.1 Entrada del parásito

Para lograr invadir nuestro organismo, los patógenos utilizan diversas "puertas de entrada", que son, por ejemplo, la piel, las mucosas, la placenta, ruta parenteral, etc. La piel es una de las primeras barreras con la que se encuentra cualquier microorganismo al querer ingresar al cuerpo (Bosisio, y otros, 2013).

II.13.2 Salida del parásito

Una vez que el patógeno ha logrado su objetivo (producir la infección), abandona el cuerpo en busca de nuevas víctimas. Para ello utiliza básicamente las puertas de entrada, pero se une a sustancias o materiales que el organismo elimina (Bosisio, y otros, 2013).

II.13.3 Relación entre parásito y hospedador

En nuestro organismo existe una comunidad de microrganismos que se establecen en un hábitat especifico conocido como "microbiota", mientras tanto un microbioma se refiere al microbiota y aquellas funciones que cumple dentro de ese entorno. Una de las competencias más importantes de un microbiota normal es: señalización neurológica, modificación de la densidad mineral ósea , la maduración del sistema inmune, la inhibición de patógenos, la síntesis de vitaminas (K,B_{12} y folato) (Moreno, Valladares, & Halabé, 2018).

II.13.4 Respuesta inmune contra infecciones por parásitos

Un valor elevado de 100 parásitos diferentes puede invadir al ser humano, debido a la compleja estructura molecular y de los ciclos de vida que caracterizan a los parásitos es muy difícil establecer un tipo de vacuna en específico, en

niveles elevados de mortalidad y morbilidad que afectan los países subdesarrollados (Rojas, y otros, 2015).

II.13.5 Protección inmunológica frente a los parásitos.

El sistema inmune presenta una rápida respuesta frente a cualquier agente extraño considerado como amenaza, infortunadamente no siempre son protectoras estas respuestas, debido a que suelen ser la causa de la enfermedad y no lo que provoca en si el parásito. En algunos casos la respuesta inmune logra eludir la enfermedad, pero a su vez no alcanza a exterminar todos los parásitos, este fenómeno es conocido como pre-inmunización o inmunidad no esterilizante como se muestra en la **Figura XXI** (Rojas, y otros, 2015).

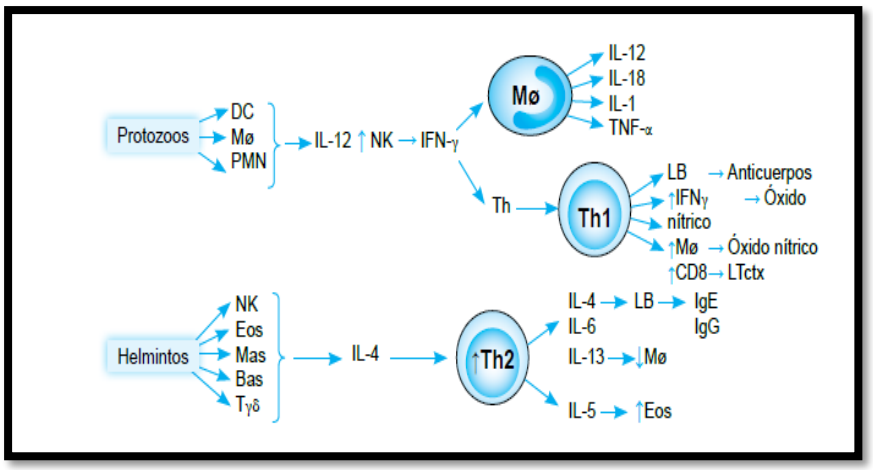


Figura XXI *Protección de los anticuerpos frente a los parásitos.*

Fuente: (Rojas, y otros, 2015)

La fagocitosis es uno de los mecanismos eficaces contra una amplia variedad de parásitos. Los Macrófagos (MøS) tienen diversas funciones, cuando son activadas por las citoquinas pueden destruir en su totalidad como son: el *tripanosoma* y la *leishmania*, pero cuando no se encuentran activadas sirven de refugio a dichos parásitos complicando la búsqueda y localización del agente patógeno. Dependiendo del tipo de parásito puede existir una interacción intracelular con los Macrófagos. En condiciones habituales el Mø solo logra erradicar un 80% a 90 % de los prosmatigotes. Los macrófagos realizan diversas síntesis químicas para disminuir la carga parasitaria uno de los compuestos que

son producidos es el peróxido de hidrogeno que se da mediante la activación de citoquinas especialmente del interferón gamma (IFNγ), al igual de otros compuestos químicos como es el óxido nítrico una molécula eficaz para combatir los parásitos. El sistema de complemento ayuda a la fagocitosis y mediante una activación completa induce de forma directa en la membrana del parásito y lo destruye por lisis, el sistema de complemento es una de las primeras líneas de defensa y su activación puede ser por vía clásica o alterna. Existen parásitos con la capacidad de evadir este sistema mediante la síntesis de proteínas que lo desactivan, la *Entamoeba Histolytica* ha desarrollado funciones que la protegen de ser lisada por el complemento y mantenerse estable (Rojas, y otros, 2015).

II.14 Tipos de Parásitos intestinales

Los parásitos intestinales comparten acciones muy comunes llevando al hospedador a diferentes cuadros clínicos agudos o crónicos.

II.14.1 Amebas

Se caracterizan porque se mueven por medio de prolongaciones citoplasmáticas (pseudópodos), que se proyectan y retraen en respuesta de estímulos externos (Velázquez, 2011).

II.14.1.1 *Entamoeba histolytica* (Amebiasis)

- **Distribución geográfica:** Es cosmopolita, se localiza en la mayoría de las regiones del planeta, dado a que las cepas más patógenas se localizan en Centroamérica (Velázquez, 2011).
- **Morfología y característica del agente:** Se presenta en dos formas fundamentales: trofozoítos y quistes siendo el prequiste una forma transitoria más infecciosa como se muestra en la **Figura XXII** (Velázquez, 2011).
- **Modo de transmisión:** La vía de ingesta es fecal-oral, el hombre es el principal reservorio. La infección es por la ingesta de quistes a través de las manos, verdura, alimentos mal cocinados, moscas, cucarachas, agua, etc. También se transmite por contacto sexual otros reservorios son los animales y roedores (Velázquez, 2011).

- **Localización**: En el intestino grueso, principalmente en el duodeno si este presenta una reinfección, se formará un nuevo enquistamiento. Si las condiciones son propicias estas invaden las mucosas intestinales y otros órganos, el período de incubación es de 2 a 4 semanas (Velázquez, 2011).
- **Clínica**: Se presenta en formas muy variada, desde asintomáticas hasta cuadros fulminantes (Velázquez, 2011).
- **Diagnóstico:** La amebiasis intestinal invasora en el estudio de las heces recién emitidas se observan los trofozoítos con hematíes fagocitados (Velázquez, 2011).

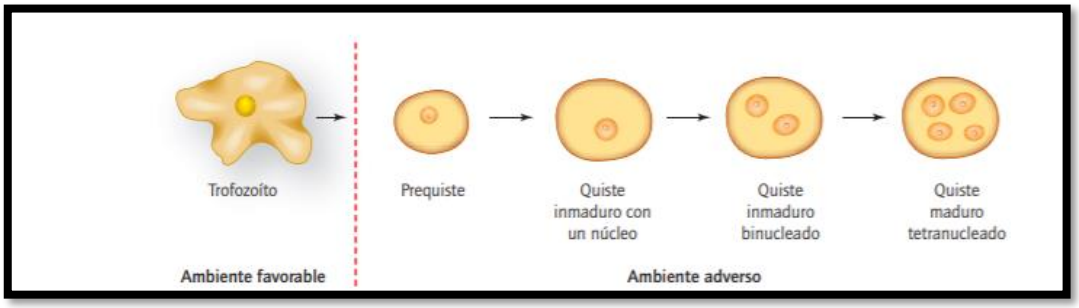


Figura XXII *Transformación de trofozoíto en quiste de la E. Histolytica*

Fuente: (Becerril, 2015).

II.14.1.2 Taxonomía

Tabla XVII *Taxonomía de la Histolytica*

Reino Animalia
Subreino Protozoa
Phylum Sarcomasigophora
Subphylum Sarcodina
Clase Lobosea
Orden Amoebida
Familia Entamoebidae
Género *Entamoeba*
Especie *E.histolytica*

Fuente: (Kozubsky & Costas, 2017).

II.14.1.3 Enfermedad causada por la *E. histolytica*

La Amebiasis intestinal suele presentarse con síndrome diarreico o disentería, las manifestaciones clínicas incluyen diarrea acompañada de dolor tipo cólico, pero con escasa materia fecal; la disentería amebiana se caracteriza por un mayor número de evacuaciones con moco y sangre, además de cólicos. La enfermedad puede evolucionar a formas más graves, como la colitis ulcerosa y el megacolon tóxico, que puede llegar a perforarse y entonces sobreviene una peritonitis y sepsis (infección sistémica) (Saavedra & García, 2017).

II.14.1.4 Factores dependientes de la *E. histolytica*

Uno de sus factores es la capacidad de formar canales iónicos o microporos en las membranas lipídicas de las células del hospedador, siendo su actividad máxima a un pH de 5,2. Por ellos difunden el agua, los iones (salida de Na^{+} y K^{+} y entrada de Ca^{+2}) y otras pequeñas moléculas, lo que ocasiona el cambio del medio celular interno y la lisis celular por choque osmótico (García, 2015).

II.14.1.5 Tratamiento en contra *E. histolytica*

Tratamiento del amebiasis se puede tratar con fármacos o de manera natural, la paramomicina se administra a dosis de 30 mg/kg, divididos en tres dosis, durante 10 días. El furoato de diloxanida se prescribe una dosis de 500 mg durante 10 días y la dicloroacetamida (teclozan) se administra, durante 5 días, a dosis de 500 mg, para un total de 1.500 mg en un día, para adultos y niños > 8 años; de 50 mg. para niños de 3 a 8 años y de 25 mg. para niños de 1 a 3 años (Velázquez, 2011).

II.14.2 Flagelados

II.14.2.1 *Giardia lamblia* (Giardiasis)

El agente causante de la Giardiasis, de la familia de los protozoos se conoce con este nombre a partir de la segunda mitad del siglo XIX, en honor de los profesores A. Girad, de París y F. Lambel, de Praga, reconocidos como los que más colaboraron en su descubrimiento de este singular parásito (Velázquez, 2011).

- **Distribución geográfica:** Es cosmopolita, aunque más frecuente se localiza en climas cálidos (Velázquez, 2011).

- **Modo de transmisión:** La vía de transmisión es fecal-oral y se produce por la ingestión de elementos contaminados estos actúan como reservorios para la infección en el hombre. El período pre latente es de 6 a 15 días. El potencial infectivo es moderado dependiendo de la zona en donde procede (Velázquez, 2011)**.**

- **Localización:** Al ingerir los quistes, en el estómago se disuelve la pared debido a un cambio de pH, al ingresar en el duodeno los trofozoítos comienzan una activa división. Se los encuentra en el intestino delgado donde viven fijados en la pared basal de las vellosidades, cubiertos por moco, también en el colón y en la vesícula biliar como se muestra en la **Figura XXIII** (Velázquez, 2011).

- **Clínica y patología:** La acción patógena tiene diferentes causas; tamaño del inóculo, bloqueo en la superficie de la mucosa intestinal, irritación mecánica en las vellosidades a través del disco succionador, competencia por los sustratos nutritivos del huésped y alteración de la motilidad, invasión de mucosa y submucosa intestinal, aumento exacerbado de la renovación de la mucosa, provocando la absorción y alterando los sistemas enzimáticos y de transporte, reducción de la concentración de las sales biliares, alteración de factores inmunológicos del huésped (Velázquez, 2011)**.**

- **Diagnóstico:** Laboratorio directo el coproparasitológico (Velázquez, 2011).

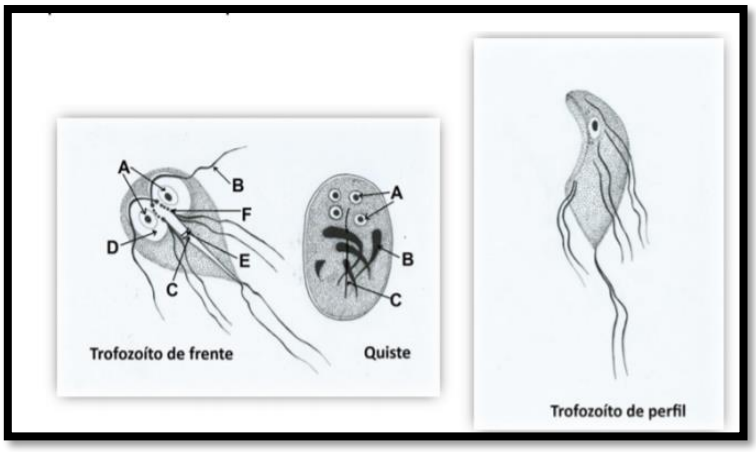


Figura XXIII *Etapa de la G. Lamblia*

Fuente: (Kozubsky & Costas, 2017).

II.14.2.2 Taxonomía

Tabla XVIII *Taxonomía de la G. lamblia*

Reino: Protista
Phylum: Sarcomastigophor
Subphylum: Mastigophora
Clase: Zoomastigophorea
Orden: Diplomonadida
Suborden: Diplomonadina
Familia: Hexamitidae
Género: *Giardia*
Especie: *Giardia duodenalis* o *Giardia intestinalis*

Fuente: (María, A., Hurtado, & María, 2002).

II.14.2.3 Enfermedad causada por la *Giardia lamblia*

La Giardiasis es una enfermedad parasitaria de distribución geográfica presente alrededor del mundo causada por *Giardia lamblia*, frecuente en los niños, caracterizada por cuadros enterales agudos y crónicos, de intensidad variable, puede ocasionar síndrome de mal absorción, comúnmente en los adultos es asintomática (Vázquez, Campos, & Rivera, 2009).

II.14.2.4 Factores dependientes de *Giardia lamblia*

En primer lugar, aparecen ciertas alteraciones histoquímicas de la mucosa intestinal, de tal forma la activación de los linfocitos T, se genera por la presencia de VSP (proteínas variantes de superficie) que se traducen en una atrofia de las microvellosidades intestinales, lo que lleva consigo a una pérdida o disminución de la actividad de las disacaridasas (lactasa, maltasa, sacarasa, etc.), una disminución de la absorción de vitamina B12, una alteración en el transporte de glucosa–sodio y en la absorción de D-xilosa y una reducción de la absorción de solutos (Seimc, 2015).

II.14.2.5 Tratamiento de la *Giardia lamblia*

El tratamiento se lo puede hacer de dos formas: natural y de medicamentos, en la forma natural se hace realizando dieta, evitando el alcohol y el cigarrillo, manteniendo una correcta alimentación a las horas determinadas sin tener excesos. Tanto el metronidazol y el tinidazol por excelencia son los fármacos más utilizados ya que se han demostrado in vitro una mayor actividad. Con dosis de metronidazol de 500-750 mg/día durante 5 a 10 días, o en pautas cortas de uno a tres días con dosis únicas de 2,0 a 2,4 g/dosis y, en población pediátrica, 5 mg/kg/d durante 5-10 días, la eficacia media del fármaco es del 92% (Seimc, 2015).

II.15 Métodos de Diagnóstico Parasitológico

Existen diferentes formas de diagnosticar una parasitosis:

- Método directo
- Método indirecto
- Estudio macroscópico
- Examen microscópico
- Método de enriquecimiento (centrifugación y flotación)

II.15.1 Método directo

Se lo emplea para observar protozoos o el producto de la reproducción de estos. Algunas de las técnicas más usadas son:

- Baermann: Se lo utiliza para la extracción de larvas.

- Flotación Shather: Consiste en la agrupación de quistes de varios parásitos.
- Raspado de ulcera perineal: se lo utiliza en la detección de presencia de parásitos que producen la amebiasis.
- Lavado Bronquial: Se demuestra la presencia de *Pneumocistis carinil*.

La mayoría de los casos las muestras que van a ser examinadas indican la presencia de parásitos en las heces o también se los pueden localizar en diferentes secreciones (Kaminsky, 2003).

II.15.2 Métodos Indirectos

Este método consta de la localización indirecta del parásito, por medio de la respuesta humoral que suelta el paciente o por la presencia de los antígenos (Haynes, 2012).

II.15.3 Estudio macroscópico.

"Se lo utiliza para la observación directamente de las propiedades morfológicas de los parásitos adultos, enteros o fraccionados, así como los procesos en las propiedades organolépticas de las heces (color, presencia de sangre y / o moco, consistencia, etc.) (Instituto Nacional de Salud, 2003).

- ✓ **Consistencia:** moldeada, pastosa, semilíquida
- ✓ **Color:** marrón, amarillo, macilla, negruzco, verdoso
- ✓ **Olor:** fétido, butírico.
- ✓ **Presencia de elementos anormales:** sangre, mucus, pus
- ✓ Presencia de seudoparásitos
- ✓ Búsqueda de parásitos macroscópicos.

II.15.4 Examen microscópico

"Se caracteriza dado a los fenómenos que ocurren en una escala que es invisible a simple vista y que son relevantes localizándose principalmente en muestra fresca, la presencia de formas evolutivas de parásitos de un tamaño microscópico como (Trofozoítos, quistes de protozoos, larvas o huevos de helmintos, etc.)" (Instituto Nacional de Salud, 2003).

II.15.5 Método de enriquecimiento por centrifugación

Se basa por medio de la concentración de quistes y huevos mediante la técnica de sedimentación por centrifugación con soluciones compuestas por formalina y éter para separar los elementos de los parásitos y hacerlos visibles (Instituto Nacional de Salud, 2003).

II.15.6 Método de enriquecimiento por flotación

Se diferencia de la sedimentación dado a que usa un medio líquido en suspensión más pesado que los parásitos llegando a la superficie y logran ser almacenados en una película superficial. Esta técnica utiliza las diferentes densidades de los quistes de protozoarios añadiendo una solución de sulfato de zinc o una solución espesa de cloruro de sodio representado en la **Ilustración II** (Chiquito & Solórzano, 2020).

Existen dos procesos del método de flotación:

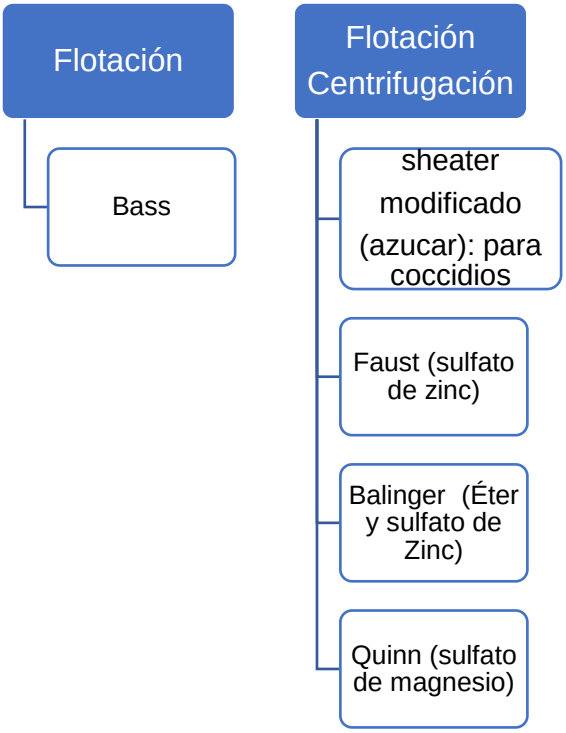


Ilustración 2 *Tipos de proceso de flotación*

Fuente (Chiquito & Solórzano, 2020)

II.15.7 Observación al microscopio

Se lo realiza mediante diversas técnicas, tales como: colocación simple, método directo en frotis de heces y la técnica de las escobillas.

II.15.7.1 Colocación simple

Los quistes de protozoarios de helmintos y trofozoítos que se encuentran se los puede observar mediante una solución yodada de eosina. Obteniendo un color amarillo verdoso en el contorno de los protozoos. El yodo solo tiñe la membrana resaltando así el protoplasma que presentan (Chiquito & Solórzano, 2020).

II.15.7.2 Método directo en frotis de heces

Se lo realiza en heces frescas recogida en un frasco limpio de boca ancha sin contaminación. Empleando una solución salina al 0.9% el cual se mezcla sobre una portaobjeto y se añade al cubreobjetos llevándolo a observación microscópica (Chiquito & Solórzano, 2020).

II.15.7.3 Técnica de las escobillas

En esta técnica se emplea un trozo de papel celofán o una cinta adhesiva para poder tomar la muestra perianal, se lo adhiere a un portaobjetos. El mejor resultado para este examen se logra al realizarse en ayunas y antes de asearse (Chiquito & Solórzano, 2020).

CAPITULO III MATERIALES Y MÉTODOS

III.3.1 Diseño de investigación

La presente investigación es bibliográfica - experimental, fundamentada en la búsqueda y recopilación de información, datos y tablas bases de datos científicos como *Web of Science*, *Pubmed Scopus* y *Scielo*. También se realizaron búsquedas en *IntechOpen* y *ResearchGate*. Además, se consideró una revisión de normas nacionales e internacionales como INEN, WFP e ISO. Los valores investigados son de utilidad en la evaluación fisicoquímica y antiparasitaria de los aceites esenciales, realizadas en laboratorios con los implementos, equipos y permisos adecuados de calidad.

III.3.2 Tipo de Investigación

La presente investigación se basa en la recopilación de información documentada y antecedentes que determinan posiblemente la capacidad antiparasitaria de los aceites esenciales *Cocos nucifera L., Persea americana M. y thymus vulgaris.*

Descriptiva: Se realizó un análisis de datos cualitativos y cuantitativos, que permitió la comprensión de los resultados obtenidos sobre los aceites esenciales.

Exploratoria: Debido a que no existe una investigación y aplicación científica en nuestro país de aceites esenciales de uso alternativo para afrontar infecciones intestinales en este caso inducidas por parásitos.

Experimental: Fueron empleadas muestras con parásitos que se encuentran generalmente en el intestino. Se aplicó emulsiones de aceites esenciales al 10% con el fin de observar si hay presencia de la diseminación o daño en la envoltura protectora de los quistes presentes en la materia fecal humana y así poder comparar si estos aceites presentan actividad antiparasitaria o daño en la estructura del parásito.

III.3.3 Criterios de estudio

III.3.3.1 Criterios de inclusión

- Publicaciones científicas que demuestren los tipos de ácidos grasos y porcentajes que presentan los aceites esenciales estudiados en

la presente investigación: *Cocos nucifera L.", "Persea americana M." y "thymus vulgaris*".

- Publicaciones científicas que detallen la composición química de los aceites esenciales objeto de esta investigación.
- Publicaciones científicas sobre la actividad antiparasitaria de los aceites esenciales estudiados.

III.3.3.2 Criterios de exclusión

- Publicaciones en donde se encuentren parámetros fisicoquímicos que presenten otros aceites esenciales como orégano, romero, manzanilla, etc.
- Estudios en donde se describa diversos parásitos como *Trichuri trichiura, Ascaris lumbricoides, Necator americanus, Tenia solium*, etc.

III.3.4 Muestras

Las muestras de "*Giardia lamblia"* y *"Entamoeba histolytica"* en heces fecales fueron donadas por el Hospital de Infectología "Dr. José Daniel Rodríguez Maridueña, Guayaquil.

La presente investigación se realizó en laboratorio de Análisis Clínico ubicado en la Ciudad de Guayaquil. La evaluación fisicoquímica de los aceites esenciales se realizó en una empresa farmacéutica ubicada en Km 2.5 Autopista, Cantón Durán.

Con respecto a los aceites esenciales de aguacate y tomillo, se obtuvieron bajo pedido en AROMAVIDA-COSMETICA NATURAL, ubicada en la ciudad de Quito. Por otro lado, el aceite esencial de coco se obtuvo en la casa comercial DREAMS AROMAS, ubicada en la ciudad de Guayaquil.

III.3.5 Equipos, Aparatos, Materiales y Reactivos

Materiales utilizados en la evaluación de las características Físico – Química de los aceites esenciales

Equipos	Aparatos	Materiales	Reactivos
Potenciómetro (marca 820 pH Meter).	Refractómetro (BAUSH&LOMB). Balanza Analítica (BIOBASE) Picnómetro	Toallas de limpieza	Agua Bidestilada. Alcohol 70% Aceites esenciales

Fuente: *Autores*

Materiales utilizados en la observación microscópica de aceites esenciales en suspensión al 10% aplicados en heces infectadas con *Giardia lamblia y Entamoeba histolytica.*

Equipos	Aparatos	Materiales	Reactivos
N/A	Microscopio (Better Scientific)	Portaobjetos con borde biselado. Lamina cubre objetos. Tubos de ensayo. Pipetas de 10 ml Micropipeta de 500 µL Lápiz Graso. Cajas Petri.	Agua bidestilada. TWEEN 20 de 90% 25mmL . Solución salina 0.8%

Fuente: *Autores*

III.3.6 Metodología Experimental

III.3.6.1 Método de evaluación de las características fisicoquímicas de los aceites esenciales

- **Determinación del índice de refracción.**

El índice de refracción se utiliza para identificar la calidad y pureza de las sustancias liquidas transparentes debido a que existe una interacción del haz de luz en el vacío y en el interior de la sustancia a una velocidad según la composición del aceite, esto quiere decir que la refracción se presenta debido a que la velocidad de luz es distinta en cada medio, caracterizando a cada aceite esencial por su grupo de constituyentes. (Alarcòn, 2014). La norma ISO 280:1988 es la que establece este parámetro como se muestra en el **Apéndice I**.

En primer lugar, se limpiaron los prismas con solución alcohólica al 70% para eliminar trazas de alguna sustancia anterior. Luego se adicionó la cantidad de gotas suficiente hasta que cubra por completo el cristal y se procedió a hacer lectura. Este proceso se repite para cada uno de los aceites en estudio.

- **Determinación de la densidad relativa.**

La densidad se determina con la finalidad de encontrar la relación proporcional entre el peso del picnómetro junto con el volumen de la muestra, permite algunas veces una orientación acerca de la composición de los aceites. Estos se clasifican dependiendo de su valor en la densidad, entonces los aceites esenciales presentan densidades superiores a la densidad del agua 1,0g/cm3, estas contienen principalmente compuestos fenoles o sus derivados, ácidos grasos y ésteres; los que presentan densidades inferiores son ricos en hidrocarburos monoterpénicos y sesquiterpenos (Alarcòn, 2014). La norma ISO 279:1998 es la que indica estos parámetros para su medición.

Se pesó el picnómetro vacío y totalmente seco a temperatura de 20 ˚C, y se llenó con los respectivos aceites, manteniendo la temperatura de 20 ˚C durante 10 minutos y se ajustó el líquido al nivel requerido. Después se pesó el picnómetro con la muestra de aceites de ensayo, esta operación se repitió con el agua destilada como se muestra en los **Apéndices II y III**.

- **Determinación de pH**

Los métodos analíticos realizados en potenciómetros precisan en la medición del potencial de celdas electroquímicas sin el paso del flujo de corriente eléctrica, las concentraciones iónicas se miden de forma directa a partir del potencial de electrodos de membrana ión-selectivos. Los electrodos siempre se encuentran libre de interferencias y son un medio rápido, conveniente y no destructivo para la identificación cuantitativa de analitos (Skoog & al, 2015).

El pH del aceite esencial fue medido con un Potenciómetro previamente calibrado con soluciones tampón de pH 2; 4 y 7. Para la medición de pH se utilizó un beaker de 50 ml. En este se agregó cantidad suficiente del aceite esencial. Antes de introducir el electrodo, este se enjuaga con agua destilada. Una vez limpio, se seca con un papel sin pelusa, y se procede con la medición como se muestra en el **Apéndice IV.**

- **Determinación solubilidad en alcohol**

Los aceites tienen mayor afinidad por los solventes orgánicos debido al coeficiente de reparto que interactúa entre las moléculas hidrofóbicas, disolviéndose bien en benceno, pentano, éter de petróleo, además de que se disuelve en soluciones alcohólicas al 70% o 90% (Alarcòn, 2014). La norma ISO 875:1999 es la que plantea estos parámetros.

Para observar la miscibilidad del aceite esencial en un solvente orgánico se utilizó de preferencia alcohol al 70%, en tubo de ensayo se tomó 0,5 ml de aceite esencial y ene l mismo tubo se agregó de forma directa 0,5 ml agua destilada, como se muestra en el **Apéndice V**.

III.3.6.2 Método de observación microscópica de aceites esenciales en suspensión al 10% aplicados en heces infectadas con *Giardia lamblia* y *Entamoeba histolytica*.

Comprobación e identificación de parásitos en muestras fecales

Este procedimiento fue indicado por (Kaminsky, 2003)

Procedimiento:

- En primer lugar, se comprobó de que nuestras muestras presentaran los parásitos intestinales que se están estudiando como se muestra en el **Apéndice VII**.
- Se agregó una gota de solución salina o lugol en un portaobjetos.
- Se tomó una cantidad suficiente de materia fecal con un palillo de diente y esta se disolvió en la gota de solución salina.
- La mezcla debe ser homogénea sin excesos de materia fecal para la visualización microscópica con claridad y sin dificultad en los objetivos 10X y 40X como se muestra en el **Apéndice V**.

Preparación de las suspensiones de aceites esenciales.

Este procedimiento fue realizado como indicado por (Aditi, Sharma, & NAIK, 2011). Los pasos se describen a continuación:

Procedimiento:

- ✓ Se prepararon disoluciones de cada aceite esencial al 10% (V/V) en tubos de ensayo.
- ✓ Se utilizó agua bidestilada debido a su calidad y pureza, para evitar interferencias al entrar en contacto los aceites con la muestra fecal.
- ✓ Para facilitar la homogeneización del aceite esencial (compuesto apolar) en agua se utilizó Tween-20 al 90% como se muestra en el **Apéndice VI**.
- ✓ Fue agregada una dilución de tween al 4% sobre la mezcla de agua bidestilada y aceite esencial hasta completar el volumen calculado.

Evaluación de la actividad antiparasitaria.

Este procedimiento fue realizado como indicado por (Kaminsky, 2003).

Procedimiento:

- ✓ Para llevar a cabo los ensayos se colocó la muestra fecal en placas Petri y luego se adicionó la suspensión de cada aceite esencial como se muestra en el **Apéndice VII**.
- ✓ Se utilizó el aceite esencial puro de forma directa para observar la homogeneidad entre ambos medios, con un lapso de 30 a 60 minutos.
- ✓ Se realizó la observación microscópica. Para esto, con un palillo de diente se tomó la muestra que estaba en contacto con la suspensión de los aceites esenciales como se muestra en el **Apéndice VIII, Apéndice IX y Apèndice X**.
- ✓ Luego se colocó la muestra en el portaobjetos, seguido de la lámina cubreobjetos y posteriormente se enfocó en el microscopio para observar los daños presentes en los parásitos.

CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSION

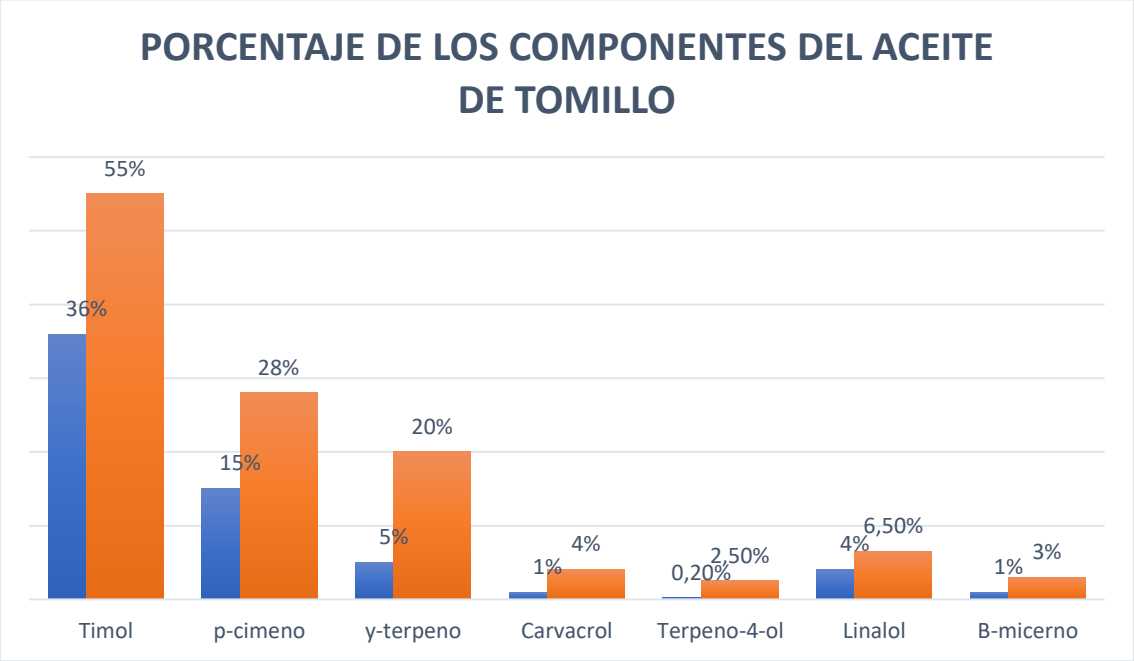
En este estudio se compararon los resultados de diferentes autores para determinar la actividad antiparasitaria, tipos de ácidos grasos y composición química de los aceites esenciales *Cocos nucifera, Persea americana y Thymus vulgaris* frente a la *Giardia lamblia y Entamoeba histolytica*.

IV.1 Análisis de la composición química y contenido lipídico de los aceites esenciales

Los datos obtenidos mediante diversos estudios bibliográficos detallan los compuestos bioactivos que presentan los aceites esenciales, de los que destacan los compuestos fenólicos, fenoles, polifenoles y ácidos grasos.

Composición química de los aceites esenciales

Gráfico I *Componentes químicos del aceite esencial de Tomillo (Thymus Vulgaris L.)*

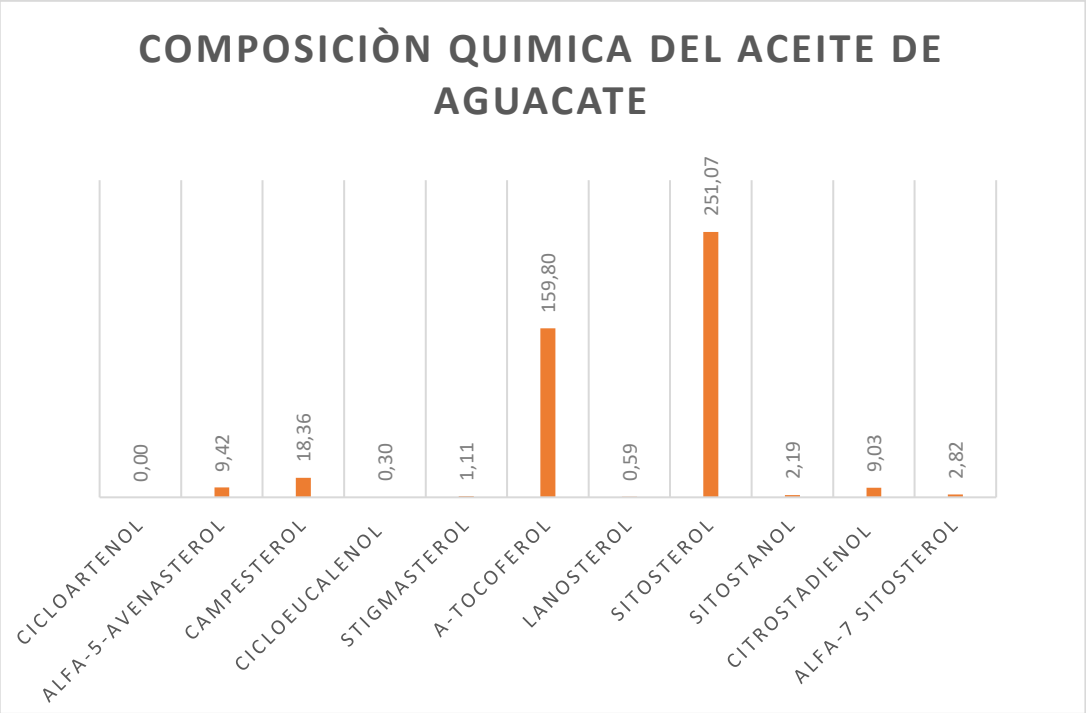


Fuente: (Wesolowska, Grzeszczuk, & Jadczak, 2016)

Un estudio realizado por (Wesolowska, Grzeszczuk, & Jadczak, 2016), revela que los compuestos fenólicos y polifenólicos son los constituyentes esenciales del tomillo, como el timol con (36.0-55.0%), p-cimeno con (15.0-28.0%), γ-terpineno con (5.0-10.0%), carvacrol con (1.0-4.0%), terpeno-4-ol con (0.2-

2.5%), linalol con (4.0-6.50%) y β-Mirceno con (1.0-3.0%) , como se observa en el **Gráfico I**, siendo el timol y p-cineno los que más se destacan por su presencia a mayor proporción, indicando así que el aceite esencial de tomillo tiene una amplia actividad antiparasitaria, debido a los metabolitos activos que presentan.

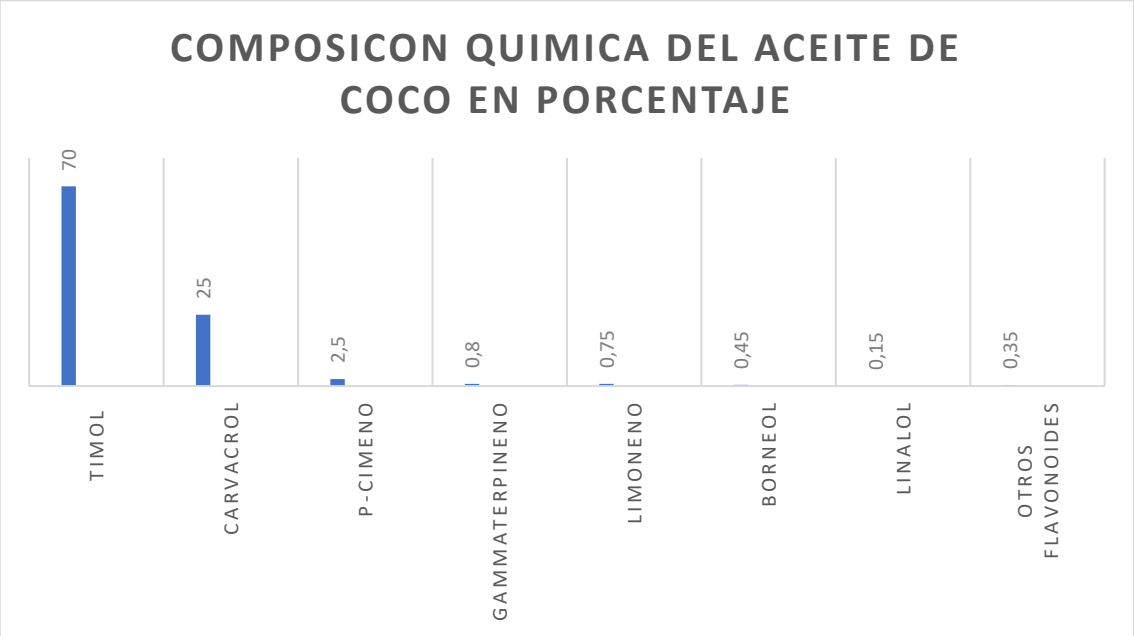
Gráfico II *Composición química mayoritaria del aceite esencial de aguacate (Persea americana M.)*



Fuente: (Berasategi, Barriuso, Ansorena, & Astiasarán, 2016)

Según (Berasategi, Barriuso, Ansorena, & Astiasarán, 2016), revelaron en su estudio la presencia de esteroles por cada 100 g de muestra en cantidades significativas como campesterol (18mg / 100 g), alfa-5-avenasterol (9,4 mg / 100 g), alfa-7-sitosterol (2,8 mg / 100g), sitostanol (2,2 mg / 100 g) y estigmasterol (1,1 mg / 100 g) en conjunto con citrostadienol y cicloartenol en el aceite de aguacate, como se indica en el **Gráfico II.** La mayor cantidad de metabolitos activos contenidos en la pulpa y en la semilla indica una mayor actividad antiparasitaria.

Gráfico III *Composición química del aceite esencial de coco (Cocos nucifera L.)*



Fuente: (Afka, y otros, 2020)

Este estudio realizado por (Afka, y otros, 2020), indicó que la composición química del aceite esencial de coco está constituida principalmente por fenoles monoterpénicos como se observa en el **Gráfico III**, entre ellos: el timol un 70%, carvacrol un 25%, p-cimeno un 2,5%, gammaterpineno un 0.80%, limoneno 0,75%, borneol un 0,45% y linalol un 0,15% y sustancias volátiles 0,35%, representando en menor proporción los fosfolípidos, esteroles, tocoferoles que pueden afectar el metabolismo de los parásitos y mejorar el metabolismo del ser humano.

Contenido lipídico de los aceites esenciales

Tabla XIX *Tipo y porcentaje de ácidos grasos presentes en los aceites esenciales.*

Tipo de ácido graso	*Ácido graso*	*Nomenclatura*	*Aguacate*	*Coco*	*Tomillo*
			Porcentaje % por cada 100g		
Saturado (16-20%)	Caprílico	C8: 0	--	7,8	0,52
	Mirístico	C14: 0	--	18,1	1,07
	Láurico	C12: 0	.--	49	0,18
	Cáprico	C10: 0	--	7	0,15
	Tridecanoico	C13	--	--	0,08
	Pentadecanoico	C15: 0	--	--	1,23
	Palmítico	C16:0	1,5-14,0	8	12,07
	Esteárico	C18:0	0,2-0,4	2	6,15
	Araquídico	C20:0	0,1	---	--
Monoinsaturado (66-72%)	Palmitoleico	C16:1	4,0-5,0	---	2,30
	Oleico	C18:1n-9	70-74	6	33,04
	Gadoleico	C20:0	0,1	--	--
Poliinsaturado (8-13%)	Linoleico	C18:2 n-6	9,0-10,0	2	41,7
	Ácido linolénico	C18: 3	--	--	0,61
	Alfa-linolénico	C18:3n-3	0,3-0,6	--	--

Fuente*:* (Vivero, Valenzuela, Valenzuela, & Morales, 2019)*;* (DebMandal & Mandal, 2011)*;* (Attia, Bakhashwain, & Bertu, 2017)

En este estudio bibliográfico se analizaron diferentes métodos de extracción. De todos los investigados, el método por arrastre de vapor y la extracción por solventes orgánicos, como se muestran en el **Anexo I y II**, son los que más se destacan debido a la obtención de extractos y aceites esenciales de alta pureza, presentando muchas ventajas con respecto al costo y tiempo de obtención. Existen diversos estudios que utilizaron extractos etanólicos a diferentes concentraciones con resultados relevantes, logrando la inhibición del crecimiento de los parásitos intestinales "*Entamoeba histolytica*" y "*Giardia lamblia*".

A los constituyentes encontrados en los aceites esenciales se les denomina bioactivos. El timol es uno de ellos y se localiza en el aceite esencial de tomillo, por tener la capacidad de disolver la membrana fosfolipídica de los parásitos, provocando una reacción de tipo óxido –reducción, debido a la molécula hidrofóbica presente en nomenclatura Ortho del radical hidroxilo. Esto consiste en que cede un protón al citoplasma y posteriormente se obtiene un catión, por lo que la célula ha perdido electrones. A su vez, el carvacrol capta ese catión causando un déficit en el ATP produciendo una gran variedad de síntomas que incluyen hipotonía muscular, cardiomiopatía hipertrófica, retraso psicomotor, encefalopatía, neuropatía periférica, acidosis láctica.

En cambio, los aceites de aguate y coco presentan varios constituyentes, en su gran mayoría ácidos grasos y compuestos fenólicos en baja porción como se observa en la **Tabla XIX**. El ácido graso conocido como alfa tocoferol ayuda a minimizar la producción de quistes, además de presentar unas de las bioactividades más importantes que son: citotoxicidad y producción de óxido nítrico, actuando de forma sinérgica con el sistema inmune debido a que los macrófagos utilizan varias sustancias químicas para reducir la carga parasitaria. Entre ellas están el peróxido de hidrogeno y el óxido nítrico. La monolaurina es una molécula de amplio impacto frente al microrganismo, debido a que es una combinación del glicerol y ácido láurico y todo esto se debe a la afinidad que presentan las moléculas con la membrana de los parásitos, debido a que el coeficiente reparto es menor a 1 entre la estructura del parásito y las moléculas de los aceites esenciales presentado en la **Tabla XX** y la **Tabla XXI**.

Tabla XX *Efecto de la monolaurina sobre las formas vegetativas (trofozoítos) en el intestino delgado infectado con Giardia lamblia.*

Grupo	Formas vegetativas en el intestino delgado (trofozoítos) media SE	% de reducción
Grupos de control infectados	39.50±0.65	0
Infectados tratados con Metronidazol	3.1±0.95*	92.15
Tratados con monolaurina antes de la infección .	13.0±0.20**	67.0
Tratados con monolaurina después de la infección .	5.1±0.23***	87.34
Tratada con monolaurina pre-infección + metronidazol.	9.9±0.12****	74.93
Tratados con metronidazol + monolaurina después de la infección	2.1±0.11****	94.68

Fuente: (Hassanein, 2014)

Tabla XXI *Efecto de la monolaurina sobre las formas vegetativas (trofozoítos) en el intestino delgado infectado por E. histolytica*

Grupo	Formas vegetativas en el intestino delgado (trofozoítos) mediaSE	% de reducción
Grupos de control infectados	50.65±1.35	--
Infectados tratados con Metronidazol	5.5±0.35*	89.14
Tratados con monolaurina antes de la infección .	12.5±1.13**	75.32
Tratados con monolaurina después de la infección .	6.0±2.11***	88.15
Tratada con monolaurina pre-infección + metronidazol.	5.0±0.02****	90.12
Tratados con metronidazol + monolaurina después de la infección	3.5±0.22*****	93.08

Fuente: (Hassanein, 2014)

Estos cuadros comparativos indicaron que mediante la experimentación *in vivo* en hámsteres fue comprobada la efectividad de los ácidos grasos, sobre todo de un derivado específico del ácido láurico conocido como monolaurina. Para esto, clasificaron en distintos grupos de estudio a los hámsteres, donde se los infectó con muestra de parásitos y se analizó como actuaban los ácidos grasos de forma independiente, combinado con metronidazol y el metronidazol por sí solo. Este fármaco es conocido por su actividad antiparasitaria y a su vez por ser carcinogénico

IV.2 Análisis de los parámetros fisicoquímicos de los aceites esenciales

Tabla XXII *Análisis de los parámetros fisicoquímico de los aceites esenciales*

ANÁLISIS		RESULTADOS		
		TOMILLO	AGUACATE	COCO
FÍSICOS	Índice de refracción.	1.499	1.4660	1.4461
	Densidad relativa.	0.92031	0.86770	0.94711
	Solubilidad en alcohol 70%	Soluble	Soluble	Soluble
	Solubilidad en agua	Insoluble	Insoluble	Insoluble
QUÍMICOS	pH.	5.61	2.70	2.00

Fuente: *autores*

A cada uno de los aceites adquiridos de las casas comerciales AROMAVIDA-COSMETICA NATURAL y DREAMS AROMAS, se les realizó el análisis fisicoquímico, cumpliendo con los valores dentro de los rangos que prescribe cada casa comercial. Estos se resultados se obtuvieron bajo las condiciones que establece la norma internacional estándar (ISO) para los aceites esenciales a una temperatura de 20 °C como se observa en la **Tabla XXII**

IV.3 Análisis microscópico de aceites esenciales en suspensión al 10% aplicados en heces infectadas con *Giardia lamblia* y *Entamoeba histolytica*.

La aplicación de estas emulsiones en las muestras infectadas no cumplió con el objetivo N°6 debido a que en cada muestra no existía una clara visualización de los parásitos. Esto se debe a la densidad y viscosidad que presentan los aceites esenciales. Por lo tanto, no se pudo definir si existe algún daño en la membrana en el lapso de exposición aplicados en los parásitos.

CONCLUSIÓN

- A partir de información de diversas investigaciones previas, se comparó la composición química y el tipo de ácido graso presente en los aceites esenciales *Cocos nucifera L., Persea americana M. y Thymus Vulgaris L.* Se destacan diversos tipos de ácidos grasos, fenoles y compuestos polifenólicos. La abundancia de estos despende de la zona geográfica y de los factores que atraviesa la planta, los puntos en donde se concentran en mayor cantidad son en la pulpa del fruto, semilla y hoja.

- Se realizó un estudio bibliográfico sobre los aceites esenciales de coco, aguacate y tomillo, donde se demuestra la actividad antiparasitaria debido a que en su composición química presentan como timol, carvacrol, p-cinemo, b-sitosterol, el sitosterol y monolaurina y ácidos grasos como el palmítico, oleico, linoleico y esteárico, que son los responsables de la inhibición interviniendo en la reproducción de los parásitos dado a que los compuestos fenólicos y ácidos grasos tienen mayor efecto antiparasitario contra estos microorganismos.

- Los valores determinados para los parámetros fisicoquímicos en muestras de los aceites esenciales concuerdan con los datos recogidos en la bibliografía, correspondientes a la norma internacional estándar ISO para aceites esenciales.

- La parte experimental *in vitro* no cumplió con los objetivos planteados, debido a que el tamaño de los quistes dificulta su observación en un medio oleoso. En cambio, el estudio bibliográfico respalda la efectividad de los ácidos grasos, fenoles y polifenoles como una alternativa frente a infecciones intestinales que pueden servir de forma sinérgica con los medicamentos antiparasitarios.

RECOMENDACIONES.

- Comparar el método de extracción por solvente y arrastre de vapor, para la obtención de aceites esenciales de alta pureza.
- Utilizar los aceites esenciales en muestras con parásitos en estado larvario para poder focalizar los daños producidos en la membrana.
- Para continuar con el estudio de la efectividad de los aceites esenciales en el tratamiento del parasitismo intestinal, sería oportuno realizar una experimentación *in vivo* con hámsteres, porque mediante las heces y una disección del intestino se podría comprobar con facilidad la presencia de los parásitos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abizanda, J. (2009). *Aceites esenciales* (Vol. 1). españa: Sena. Obtenido de repositorio.sena.edu.co: https://repositorio.sena.edu.co/handle/11404/1525

Accame, M. E. (junio de 2017). *Plantas medicinales y derivados en dermatología .* Obtenido de botplusweb: https://botplusweb.portalfarma.com/documentos/2014/3/28/66491.pdf

Aditi, G., Sharma, S., & NAIK, S. (2011). Biopesticidal value of selected essential oils against pathogenic fungus, termites, and nematodes. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 704.

Afka, D., Rizliya, V., Dhanushki, W., Nazrim, M., Sirinivas, N., C., J. B., & Ruvini, L. (2020). *Chemical composition and health benefits of coconut oil: an overview.* National Institute of Fundamental Studies, Laboratory of Nutritional Biochemistry. Hanthana Road: researchgate. Recuperado el 17 de junio de 2021, de https://www.researchgate.net/publication/350276974_Chemical_composition_and_health_benefits_of_coconut_oil_an_overview

Alarcòn, M. T. (06 de 2014). *repositorio.unal.edu.co.* Obtenido de repositorio.unal.edu.co: https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/75164/45506760.2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Alemany, U., Palá, P., & Silvia, J. D. (2014). Aceites esenciales: conceptos básicos y actividad antibacteriana. *Reduca (Biología). Serie Botánica. 7 (2): 60-70*, 62-67.

Alhusseiny, S. M., & Beshbishi, S. N. (2020). Omega polyunsaturated fatty acids and parasitic infections: An overview. *Department of Medical Parasitology, Faculty of Medicine*. Recuperado el 24 de mayo de 2021, de https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32302690/

Alvarez, M., Quintero, V., Acosta, E., & Almeyda, I. (2018). *Evaluación molecular del aguacate criollo (Persea americana Mill) en Nuevo León, México.*

Biotecnol. guanajuato: scielo. doi:DOI: 10.15446/rev.colomb.biote.v20n2.69551

Álvarez, S. P., Quezada, G. Á., & Arbelo, O. C. (2015). *El aguacatero (Persea americana Mill).* Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Zootecnia y Ecología, habana. Recuperado el 12 de junio de 2021, de https://www.redalyc.org/pdf/1932/193239249016.pdf

Anzaku, A. A., Assikong, E. B., Akeh, M., Upla, P., & Keneth, T. T. (agosto de 2017). Antimicrobial Activity of Coconut Oil and its Derivative (Lauric Acid) on Some Selected Clinical Isolates. *International Journal of Medical Science and Clinical Inventions, 52*, 1-6. doi:10.18535/ijmsci/v4i8.12

Apasa, R. C. (2012). Recuperado el 20 de mayo de 2021, de Toxicidad Aguda del Aceite Esencial Tomillo: https://es.slideshare.net/reneecapaza/toxicidad-aguda-del-aceite-esencial-tomillo

Arroyave, J. F. (2017). *Obtención de aceite de aguacate con alto valor agregado para la industria de alimentos usando fluidos supercríticos.* Universitaria Lasallista, Facultad de Ingeniería, Caldas. Recuperado el 13 de junio de 2021, de http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2239/1/Obtencion_aceite_aguacate_fluidos_supercriticos.pdf

Attia, Y. A., Bakhashwain, A. A., & Bertu, N. K. (noviembre de 2017). Thyme oil (Thyme vulgaris L.) as a natural growth promoter for broiler chickens reared under hot climate. *Italian Journal of Animal Science, 16*(2), 9. Recuperado el 3 de junio de 2021, de https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/1828051X.2016.1245594#:~:text=The%20antioxidant%20activity%2C%20%25%20inhibition%20of,and%20stearic%20in%20descending%20order.&text=Fatty%20acids%20profile%20and%20antioxidant%20activity%20of%20thyme%20powder%20

Babio, N., Bulló, M., Escrich, E., Pérez-Jiménez, F., Sala-Vila, A., & Solanas, M. (2017). *Consenso sobre las grasas y aceites.* Institut d'Investigacions

Biomèdiques August Pi Sunyer (IDIBAPS), Unidad de Lípidos. barcelona: fesnad. Obtenido de https://www.fesnad.org/resources/files/Publicaciones/Consenso_sobre_las_grasas_y_aceites_2015.pdf

Batz, R. B. (2007). *Comparacion química y de rendimiento del aceite esencial de hoja y raíz de valeriana prionophylla standl. De dos diferentes localidades de guatemala.* UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA , CIENCIAS QUÍMCAS Y FARMACIA . Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2612.pdf

Becerril, M. A. (2015). *Paracitologia medica* (4 ed., Vol. 4). DF. Mexico, Hidalgo, Mexico: MC Graw Hill. doi:ISBN 13: 978-607-15-1150-8

Behnia, M., Haghighi, A., Komeylizadeh, H., Tabaei, S.-J. S., & Abad, A. (2008). *Inhibitory Effects of Iranian Thymus vulgaris Extracts on in Vitro Growth of Entamoeba histolytica.* slamic Azad University, Tehran, Iran, Department of Parasitology and Mycology. iran: Korean J Parasitol. doi:10.3347/kjp.2008.46.3.153

Berasategi, I., Barriuso, B., Ansorena, D., & Astiasarán, I. (2016). *Stability of avocado oil during heating: comparative study to olive oil.* University of Navarra, Department of Nutrition. Spain: Pamplona. Obtenido de https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.653.3184&rep=rep1&type=pdf

Boateng, L., Ansong, R., Owusu, W. B., & Asiedu, M. S. (junio de 2016). *Coconut oil and palm oil's role in nutrition, health and national development: A review*. Recuperado el 15 de junio de 2021, de NCBI: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5044790/

Bosisio, N., Nascimento, M. d., Iserte, J., Musto, A., Orellana, M., Rota, R., . . . Stephan, B. (2013). *Manual de Microbiología y Parasitología* (SEGUNDA EDICION ed.). (A. Mezzadri, Ed.) Buenos Aires: Universidad Nacional Arturo Jauretche.

Botero, D., & Restrepo, M. (2012). *PARASITOSIS HUMANAS incluye animales venenosos y ponsoñosos* (5 ed.). Medellin, Colombia : CIB. Obtenido de https://booksmedicos.org/parasitosis-humana-botero-5a-edicion/

Caicedo, J. C. (3 de mayo de 2021). *Tomillo (Thymus Vulgaris L.)*. Obtenido de Naturalista: https://colombia.inaturalist.org/taxa/85469-Thymus-vulgaris

Calzada, F., Mulia, L. Y., & Aguilar, A. (2006). In vitro susceptibility of Entamoeba histolytica and Giardia lamblia to plants used in Mexican traditional medicine for the treatment of gastrointestinal disorders. *ELSEVIER*, 1-4. doi:https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.05.025

Campos, M. G. (5 de JULIO de 2017). *Soxhlet, del inventor al método.* Obtenido de sabermas.umich.mx: https://www.sabermas.umich.mx/archivo/articulos/244-numero-29/450-soxhlet-del-inventor-al-metodo.html

Cañar, P. A., & Sarmiento, S. D. (2021). *Determinación de vitaminas y ácidos grasos de la lentinula edodes que se cultiva en ecuador.* UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, CARRERA DE QUÍMICA Y FARMACIA, Guayaquil. Recuperado el 4 de junio de 2021, de http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/51021/1/BCIEQ-T-0563%20Guam%C3%A1n%20Ca%C3%B1ar%20Patricia%20Alexandra%3b%20Moreno%20Sarmiento%20Stalin%20Daniel.pdf

Chiquito, B. M., & Solórzano, M. Y. (2020). *“PREVALENCIA DE PARASITOSIS INTESTINAL EN NIÑOS DE 1 A 12 AÑOS QUE ACUDEN AL HOSPITAL DEL DÍA DR ÁNGEL FELICÍSIMO ROJAS”.* UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL , CARRERA DE QUÍMICA Y FARMACIA, GUAYAQUIL. Obtenido de repositorio

Claros, A. M., Peña, M. M., López, M. G., P. P., & Fontelos, P. M. (2016). *Parasitosis intestinales frecuente a nivel mundial.* UGC Pediatría. Hospital Axarquía, Unidad de Enfermedades Infecciosas y Pediatría Tropica, madrid. Obtenido de https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/parasitosis_0.pdf

Còrdova, E. Á. (2018). Recuperado el 2 de junio de 2021, de Cultivo de aguacate (Persea americana Miller): http://centa.gob.sv/docs/guias/frutales/Guia%20Centa_Aguacate%202019.pdf

Coronado, M., Vega, S., Gutiérrez, R., García, B., & Díaz, G. (julio de 2013). Los ácidos grasos omega-3 y omega-6: nutrición, bioquímica y salud. *Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, 3*(72-74). Obtenido de https://www.medigraphic.com/pdfs/revedubio/reb-2006/reb063b.pdf

DebMandal, M., & Mandal, S. (2011). Coconut (Cocos nucifera L.: Arecaceae): In health promotion and disease. *ELSEVIER, 43*(3), 1-7. Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1995764511600783?via%3Dihub

Diaz, D. R. (2003). *Composición física, química y actividad antioxidante de coco (Cocos nucífera L.).* UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA, DEPARTAMENTO ACADEMICO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INGENIERIA DE LOS ALIMENTOS, TINGO MARIA. Recuperado el 17 de junio de 2021, de http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/209/FIA-130.pdf?sequence=1&isAllowed=y

EFSA. (junio de 2010). *Declaraciones nutricionales relativas al contenido en grasas insaturadas.* Obtenido de comunidad madrid: https://www.comunidad.madrid/sites/default/files/doc/sanidad/4._grasas_insaturadas_saber_mas.pdf

FAO. (2007). *Buenas prácticas para la producción en pequeña escala de agua de coco embotellada.* ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, Servicio de Tecnologías de Ingeniería Agrícola y Alimentaria, ROMA. doi:ISBN 978-92-5-305849-5

FAO. (2016). *PROGRAMA CONJUNTO FAO/OMS SOBRE NORMAS ALIMENTARIAS COMITÉ DEL CODEX SOBRE GRASAS Y ACEITES.* Roma: codex alimetarius. Recuperado el 11 de julio de 2021, de

http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FMeetings%252FCX-709-25%252FWD%252Ffo25_11s.pdf

Faour, K. E. (2018). *ANTIOXIDANTES EN EL AGUACATE.* UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA, SECCIÓN DE FARMACIA (FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD), San Cristobal. Recuperado el 14 de junio de 2021, de https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/9548/Antioxidantes%20en%20el%20Aguacate..pdf?sequence=1&isAllowed=y

FEUM. (2020). Recuperado el 28 de Mayo de 2021, de Aceites esenciales: https://www.farmacopea.org.mx/Repositorio/Documentos/974.pdf

Flores, E. (Marzo de 2018). *Diagrama de flujo para la extraccion de aceites esenciales (destilacion por arrastre de vapor)*. Obtenido de Scribd: https://es.scribd.com/document/383809715/pregunta-6-y-9

Flores, M. A., Tsuji, Ó. V., & Barbabosa, I. M. (2016). *Capítulo 28: Tricocefalosis (trichuriosis).* (M. Hill, Ed.) Recuperado el 15 de julio de 2021, de accessmedicina.mhmedical: https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1483&sectionid=102301076

Fongang, Y., & Bankeu, J. (2020). *Terpenoids as Important Bioactive Constituents of Essential Oils.* IntechOpen. Obtenido de https://cdn.intechopen.com/pdfs/72167.pdf

Fuentes, A. P. (2005). *Evaluación del rendimiento y calidad de aceite esencial crudo de tomillo (Thymus vulgaris l.); cultivado en chaquijyá, sololá extraído a nivel laboratorio y planta piloto.* Universidad de San Carlos de Guatemala , Escuela de Ingeniería Química , guatemala. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0949_Q.pdf

García, :. A. (2015). *Entamoeba histolytica: factores de virulencia .* UNIVERSIDAD COMPLUTENSE , FACULTAD DE FARMACIA, Madrid. Recuperado el 15 de julio de 2021, de

http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/ANA%20MARIA%20TERRERO%20GARCIA.pdf

Garcia, R. M., & Garcia, P. M. (2008). *Mecanismo de accion antimicrobiana de timol y carvacrol sobre microorganismos de interes en alimentos.* Universidad de las americas , ingenieria, quimica y alimentos . Puebla: UDLAP. Recuperado el 28 de mayo de 2021, de https://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No2-Vol-2/TSIA-2(2)-Garc%C3%ADa-Garcia-et-al-2008a.pdf

Gasca, j. m. (2001). *tomillo (Thymus Vulgaris L.).* Recuperado el 27 de mayo de 2021, de medicina naturista : https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/202456.pdf

Gavina, L., Soscue, D., Cardona, J., & Galván, A. (2017). Prevalencia de parasitosis intestinal, anemia y desnutrición en niños de un resguardo indígena Nasa, Cauca, Colombia, 2015. *Salud Pública Vol. 35*, 391-392.

González, J. N., Villarreal, J. V., Star, M. J., Morales, C. R., Cárdenas, A. O., García, M. E., . . . Salazar, F. G. (2017). Antiprotozoal Activity of a Thymus vulgaris Methanol Extract and Its Fractions. *Scientifi research, 9*(7), 1-14. doi:10.4236 / health.2017.97079

Gracy, M. e. (2008). *Grower-i industry linkage for promotion of medical and aromatic plants cultivation.* Cochín: Peeve,valayanchirangara.

Granados, S. D., & López, R. G. (2002). *Manejo de la palma de coco (Cocos nucifera L.) En méxico.* Universidad Autónoma Chapingo, División de Ciencias Forestales, mexico. Recuperado el 15 de junio de 2021, de https://www.redalyc.org/pdf/629/62980105.pdf

Haque, R. (2007). Human Intestinal Parasites. *J Health Popul Nutr.* Recuperado el 26 de mayo de 2021, de https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2754014/

Hassanein, e. a. (2014). The effect of medium chain saturated fatty acid. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 108-111. Obtenido de

https://academicjournals.org/journal/AJPP/article-abstract/0C0410F43049

Haynes, J. (11 de octubre de 2012). *Diagnóstico parasitológico(metodo directo,indirecto y molecular) (i parcial)*. Obtenido de slideshare: https://es.slideshare.net/jmhr23/diagnstico-parasitolgicometodo-directoindirecto-y-molecular-i-parcial

Hernández, E. F., & Narvaéz, G. I. (2018). *Diseño de mezclas de aceites esenciales como estrategia para el desarrollo de antiamebianos.* UNIVERSIDAD DE CUENCA, CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA, Cuenca. Obtenido de https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/30258/1/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n.pdf

Hzounda, J., Jazet, P., & Fekam, F. (2020). *Essential Oil´s chemical composition and Pharmacological Properties.* IntechOpen.

ICP. (2018). Recuperado el 22 de junio de 2021, de Coconut Oil is One of Nature's Healthiest Oils: A Detailed Reply from the Asian and Pacific Coconut Community: https://www.icp.org.ph/2018/08/coconut-oil-is-one-of-natures-healthiest-oils-a-detailed-reply-from-the-asian-and-pacific-coconut-community/

Iler, D. C. (2017). *Tema: Evaluación de la actividad nematicida in vitro de aceites esenciales frente a Meloidogyne.* UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO , CARRERA DE INGENIERÍA BIOQUÍMICA, ambato.

Infoagro. (2018). *El cultivo del tomillo.* Departamento de Ingeniería Agrónoma y Contenido, Mexico. Obtenido de infoagro: https://infoagro.com/aromaticas/tomillo.htm

Instituto Nacional de Salud. (2003). *Manual de Procedimientos de Laboratorios para el Diagnostico de los parasitos intestinales del hombre.* Lima, Peru: Lecca L. Obtenido de http://bvs.minsa.gob.pe/local/INS/165_NT37.pdf

Interlab. (2015). Recuperado el 30 de mayo de 2021, de Aceites esenciales: https://interlab.mx/pdf/interes/aceites-esenciales.pdf

Iñiguez, P. C., Medel, R. R., Ávila, J. A., Cruz, E. S., Morales, F. d., & Jarquín, D. M. (15 de agosto de 2017). Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: un acercamiento en las ciencias sociales. *redalyc*, 10. Obtenido de redalyc.org/jatsRepo/2631/263153520009/html/index.html

ISO. (2017). essential oil of thyme (Thymus vulgaris L. and Thymus zygis L.), thymol type. *ISO*, 7. Recuperado el 10 de julio de 2021, de https://www.sis.se/api/document/preview/922752/

Jiménez, M. E., Aguilar, M. d., Zambrano, M. d., & Kolar, E. (2001). *Propiedades físicas y químicas del aceite de aguacate obtenido de puré deshidratado por microondas.* Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias, Facultad de Estudios Superiores, Cuautitlán. Recuperado el 13 de junio de 2021, de http://www.scielo.org.mx/pdf/rsqm/v45n2/v45n2a9.pdf

Kaminsky, R. G. (2003). *Manual de parasitologìa* (2da ed.). Tegucigalpa, Honduras. Obtenido de http://65.182.2.244/Honduras/pdf/Manual%20Parasitologia%202007.pdf

Kozubsky, L., & Costas, M. E. (2017). *Parasitologia humana para bioquimicos* (2 ed.). argentina: exactas. Recuperado el 13 de junio de 2021, de https://libros.unlp.edu.ar/index.php/unlp/catalog/view/886/877/2916-1

Lima, R. d., & Block, J. M. (2019). *Coconut oil: what do we really know about it so far?* Federal University of Santa Catarina, Department of Food Science and Technology. 12: OXFORD. doi:doi:10.1093/fqsafe/fyz004

López, G. C. (2020). *Incidencia de parasitosis intestinal en niños atendidos en el centro de salud San Lorenzo.* Pontificia Universidad Catolica del Ecuador, Carrera de Laboratorio Clínico, ESMERALDAS. Recuperado el 11 de junio de 2021, de https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/2174/1/VALDEZ%20L%C3%93PEZ%20GISSELLA%20CAROLINA.pdf

Losano, A. B. (2018). *Determinacion del efecto antimicrobiano de los aceites esenciales de tomillo y oregano (origanum vulgare) frente a la bacteria staphylococcus aureus ATCC: 12600.* universidad politecnica salesiana ,

ingenieria en biotecnologia de los recursos naturales , Cuenca. Obtenido de https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16043/1/UPS-CT007779.pdf

Luengo, T. L. (2006). *Tomillo Propiedades farmacológicas e indicaciones terapéuticas.* ÁMBITO FARMACÉUTICO, Fitoterapia. Recuperado el 27 de mayo de 2021, de https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-tomillo-13083626

Macotela, M. P. (septiembre de 2016). In vitro effect against Giardia of 14 plant extracts. *researchgate, 5*(46), 1-6. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/15360238_In_vitro_effect_against_Giardia_of_14_plant_extracts

María, R., A., M. d., Hurtado, P. M., & María, L. C. (abril de 2002). Giardiasis intestinal. Mini-Revisión. *scielo, 43*(2). Recuperado el 18 de junio de 2021, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0535-51332002000200007

MHT. (2015). *medicamentos herbarios tradicionales*. Recuperado el 20 de mayo de 2021, de Thymus vulgaris L.: https://www.minsal.cl/portal/url/item/7d9a8480e0871613e04001011e01021b.pdf

Miranda, H. (18 de septiembre de 2015). *Ácido a - linolénico.* Obtenido de slideserve: https://www.slideserve.com/helki/cido-a-linol-nico

Montoya, G. D. (06 de 2010). *Aceites esenciales: una alternativa de diversificación para el eje cafetero.* Obtenido de repositorio.unal.edu.co: https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/55532/9588280264.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Morales, T. M., Lemus, J. E., Pérez, B. L., & Rojas, C. E. (2001). *Obtención y caracterización del aceite esencial de tomillo (thymus vulgaris) cultivado en guatemala, utilizado en diversidad de productos fitofarmacéuticos.* UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA, Guatemala. Recuperado el 1 de

junio de 2021, de https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puidi/INF-2001-075.pdf

Moreno, M., Valladares, J., & Halabé, J. (MAYO de 2018). Microbioma Humano. *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM, 61*(8-9). Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026-17422018000600007

Nasri, C., Halabi, Y., Harhar, H., Mohammed, F., Bellaouchou, A., Guenbour, A., & Guenbour, A. (2021). Chemical characterization of oil from four Avocado varieties cultivated in Morocco. *Oilseeds & fats Crops and Lipids*, 1-11. doi:https://doi.org/10.1051/ocl/2021008

Neeraj, M., Moreno, L. A., & Periago, M. R. (2011). Un Llamado a la Acción: Hacer frente a los helmintos transmitidos por el contacto con el suelo en Latino América y el Caribe. *Paho*. Recuperado el 20 de mayo de 2021, de https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2011/lac-report-esp-final-3-2011.pdf

NIH. (25 de JULIO de 2021). *Decanoic acid*. Obtenido de pubchem: https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Decanoic-acid

Ocampo, D. A. (2017). Recuperado el 18 de junio de 2021, de Aceite de Coco; Propiedades y Efectos: https://g-se.com/aceite-de-coco-propiedades-y-efectos-bp-l58daf8196cc0d

Oliveira, L., Bevilaqua, C., Costa, C., Macedo, I., Barros, R., Rodrigues, A., . . . Navarro, A. (2009). Anthelmintic activity of Cocos nucifera L. against sheep gastrointestinal nematodes. (1-5, Ed.) *ELSEVIER, 159*(1), . Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304401708005232

OMS. (2019). Recuperado el 17 de JUNIO de 2021, de Norma para aceites vegetales especificados cxs 210-2019.: http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252

Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B210-1999%252FCXS_210s.pdf

Osman, A. (2019). *Coconut (Cocos nucifera) Oil.* Zagazig University, Agricultural Biochemistry Department. cairo: link springer. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-030-12473-1_9

Pall, J. P. (2020). *Determinación del porcentaje de aceite de cuatro variedades de aguacate (Persea americana) en el sector las viñas.* UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, FACULTAD DE CIENCIAS, Cevallos. doi:https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31946/1/Tesis-260%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20680%20JONATHAN%20MEJ%C3%8DA.pdf

Perera, D. N., Hewavitharana, G. G., & Navaratne, S. (2020). *Determination of Physicochemical and Functional Properties of Coconut Oil by Incorporating Bioactive Compounds in Selected Spices.* University of Sri Jayewardenepura, Department of Food Science and Technology. Hindawi: NCBI. doi:https://doi.org/10.1155/2020/8853940

Perez, L. A. (2016). Recuperado el 13 de junio de 2021, de contactopyme.: http://www.contactopyme.gob.mx/estudios/docs/Productos_Agricolas_nayarit.doc

Pillajo, E. A. (2019). *Prevalencia de parasitosis intestinal por protozoos y helmintos en trabajadores de la florícola irose de la provincia de Pichincha – cantón Pedro Moncayo.* UNIVERSIDAD REGIONAL AUTÓNOMA DE LOS ANDES, FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS, AMBATO. Recuperado el 11 de junio de 2021, de https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/10978/1/PIUAMED030-2019.pdf

Punín, D. C., & Miguitama, M. A. (2018). *Frecuencia de parasitosis intestinal por microscopía directa en los estudiantes de las escuelas rurales de la parroquia san bartolomé-2017.* UNIVERSIDAD DE CUENCA, ESCUELA DE TECNOLOGÍA MÉDICA, CUENCA. Recuperado el 11 de JUNIO de 2021, de

https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/30073/1/PROYECTO%20DE%20INVESTIGACI%C3%93N.pdf

Quezada, C. S. (2014). *ELABORACIÓN DE UNA CREMA CICATRIZANTE A BASE DEL EXTRACTO DE LA PULPA DE AGUACATE (Persea americana Mill).* UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA, CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA, oro. Recuperado el 15 de junio de 2021, de http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1418/7/CD00282-TESIS.pdf

Rayan, P., Stenzel, D., & McDonnell, P. A. (6 de march de 2005). The effects of saturated fatty acids on Giardia duodenalis trophozoites in vitro. *ORIGINAL PAPER*, 10. doi:DOI 10.1007/s00436-005-1432-5

Restrepo, M. C., Lina, M. Z., & Morales, L. G. (2020). *Aceite de coco: características nutricionales y posibles aportes a la salud humana.* Corporación Universitaria Lasallista, Facultad de Ingeniería, Caldas. Recuperado el 15 de agosto de 2021, de http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2682/1/Aceite_coco_Caracteristicas_nutricionales_salud%20_humana.pdf

Rodriguez, L. P. (2016). *Metodología de la Investigación.* Recuperado el 31 de julio de 2021, de Monografias: https://jofillop.files.wordpress.com/2011/03/metodos-de-investigacion.pdf

Rodriguez, M., Alcaraz, L., & Real, S. (2012). *Procedimientos para la extracción de aceites esenciales en plantas aromaticas.* instituto politecnico nacional, centro de investigaciones biologica del noroeste, S.C. La Paz: conacyt. Obtenido de https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/540/1/rodriguez_m.pdf

Rodriguez, O. (julio de 2016). *Diagrama de flujo: Determinación de Extracto Etéreo (SOXHLET)*. Obtenido de Scribd: https://es.scribd.com/document/391703936/DIAGRAMA-SOXHLET

Rojas, W., Juan, A., Beatriz, A., Elena, C., Luis, G., & Damaris, L. (2015). *Inmunología De Rojas.* Medellín: CIB FONDO EDITORIAL. Recuperado

el 29 de mayo de 2021, de https://www.academia.edu/39531398/Inmunologia_de_Rojas_17e_20190612_116259_6i7bfq

Rosales, P., Rodríguez, V., & Ramírez, C. (2004). *El aceite de aguacate y sus propiedades nutricionales.* División de Autenticidad, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, Jalisco. Recuperado el 13 de junio de 2021, de EL ACEITE DE AGUACATE Y SUS PROPIEDADES NUTRICIONALES: https://www.redalyc.org/pdf/730/73000310.pdf

Saavedra, E., & García, A. O. (2017). *Amibiasis.* ciencia. Recuperado el 12 de JULIO de 2021, de https://www.amc.edu.mx/revistaciencia/images/revista/68_1/PDF/amibiasis.pdf

Salazar, K. D., & Gaibor, J. P. (2020). *Estudio comparativo del proceso de extracción y caracterización del aceite de aguacate (Persea americana Mill), obtenido mediante los métodos: termobatido, enzimático, prensado hidráulico y Expeller.* Universidad de Guayaquil., Facultad de Ingeniería Química, GUAYAQUIL. Recuperado el 3 de junio de 2021, de http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/51155

Sánchez, F. T. (2013). *El tomillo: aprovechamiento y cultivo.* MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION, Madrid. Obtenido de EL TOMILLO: APROVECHAMIENTO Y CULTIVO: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1985_17.pdf

Sandoval, K. V., & Armijos, P. M. (2017). *Prevalencia de parasitosis intestinal y su relación con el estado nutricional antropométrico de los niños entre 5 y 12 años de la escuela 29 de junio del sector de rumicucho, parroquia de san antonio de pichincha - ecuador, 2018.* PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR, FACULTAD DE MEDICINA, Quito. Recuperado el 11 de junio de 2021, de http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/15561/Tesis%20K

Vasquez_PCarrera_%20Versi%C3%B3n%20final.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Seimc. (2015). *Giardia Y GIARDIOSIS.* Hospital Universitario Doctor Peset Aleixandre, Servicio de Microbiología, Valencia. Recuperado el 13 de julio de 2021, de https://www.seimc.org/contenidos/ccs/revisionestematicas/parasitologia/Giardia.pdf

SENA. (2015). *Introducción a la Industria de los Aceites Esenciales extraídos de Plantas Medicinales y Aromáticas.* Incubar. Obtenido de https://repositorio.sena.edu.co/sitios/introduccion_industria_aceites_esenciales_plantas_medicinales_aromaticas/pdf/ACEITES%20ESENCIALES%20EXTRAIDOS%20DE%20PLANTAS%20MEDICINALES%20Y%20AROMATICAS.pdf

Sigma. (junio de 2015). *Octanoic acid.* Obtenido de sigmaaldrich: https://www.sigmaaldrich.com/deepweb/assets/sigmaaldrich/product/documents/409/796/c2875pis.pdf

Silva, A. S., Seyfried, M., Campestrini, L. H., Baggio, S. F., Minho, A. P., Molento, M. B., & Maurer, J. B. (2018). Assessment of anthelmintic activity and bio-guided chemical analysis of Persea americana seed extracts. *ELSEVIER*, 1-10. Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304401717305319

Skoog, D., & al, e. (2015). *Fundamentos de quimica analitica.Novena Edición.* CENGAGE LEARNING.

Sotomayor, E. (2017). *tesisenred.* Recuperado el 30 de MAYO de 2021, de introduccion: https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/10729/MartinezRodriguezRosa02de11.pdf?sequence=2&isAllowed=y

STANDARD, D. K. (2017). *COCONUT OIL — SPECIFICATION (CRS 23: 2017, MOD) .* Obtenido de

https://members.wto.org/crnattachments/2017/TBT/LCA/17_5195_00_e.pdf

Vázquez, T., Campos, O., & Rivera, T. (junio de 2009). Universidad La Salle. *redalyc., 8*(31), 1-18. Recuperado el 13 de julio de 2021, de https://www.redalyc.org/pdf/342/34211305006.pdf

Velázquez, E. J. (2011). *¨Prevalencia de parasitosis intestinal en los niños menores de 10 años de la comunidad rural Miramar perteneciente al área de salud Dra. Perla María Norori, municipio de León en el período de agosto-septiembre 2011 ¨.* UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, CARRERA DE MEDICINA , nuevo leon. Obtenido de http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/3825/1/220102.pdf

Vivero, A., Valenzuela, R., Valenzuela, A., & Morales, G. (2019). *Palta: compuestos bioactivos y sus potenciales beneficios en salud.* introduccion, Universidad de Chile., Departamento de Nutrición., santiago de chile. Recuperado el 13 de junio de 2021, de https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v46n4/0717-7518-rchnut-46-04-0491.pdf

Wesolowska, A., Grzeszczuk, M., & Jadczak, D. (2 de agosto de 2016). Comparison of the Chemical Composition of Essential Oils Isolated by Water-steam Distillation and Hydrodistillation from Garden Thyme (Thymus vulgaris L.). *Researchgate, 1*(4), 832-842. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/305802787_Comparison_of_the_Chemical_Composition_of_Essential_Oils_Isolated_by_Water-steam_Distillation_and_Hydrodistillation_from_Garden_Thyme_Thymus_vulgaris_L?enrichId=rgreq-b68a6f4c67ffa006ba030bf5e59ba3ad-XXX&

WFP. (2011). *Fortified Refined Coconut Oil.* Recuperado el 11 de julio de 2021, de https://documents.wfp.org/stellent/groups/public/documents/manual_guide_proced/wfp254182.pdf

Zambrano, L., Buenaño, M., Mancera, N., & Jiménez, &. E. (2014). *Estudio etnobotánico de plantas medicinales utilizadas por los habitantes del area rural de la parroquia San Carlos.* UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO, CARRERA INGENIERÍA EN ECOTURISMO, Quevedo. Recuperado el 11 de julio de 2021, de https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/4020/1/T-UTEQ-0057.pdf

GLOSARIO

Ácidos grasos: Es una biomolécula de naturaleza lipídica formada por una larga cadena hidrocarbonada lineal, de diferente longitud o número de átomos de carbono, en cuyo extremo hay un grupo carboxilo.

Aceite esencial: Son concentrados de materia prima vegetal, intensamente aromáticos, no grasos, volátiles y ligeros obtenidos directamente de plantas, raíces, flores, hojas, árboles donde se extrae la esencia.

Aceite vegetal: Un aceite vegetal es un triglicérido -un tipo de glicerol que pertenece a la familia de los lípidos- que se extrae de una planta mayoritariamente son de estado líquido.

Antiparasitario: Es un medicamento antiinfeccioso usado en humanos y animales para el tratamiento de infecciones causadas por bacterias y parásitos

biocida: Son sustancias o mezclas que están compuestas por, o generan, una o más sustancias activas (incluidos los microorganismos) cuyo objetivo es destruir, contrarrestar, neutralizar, impedir la acción o ejercer un control de otro tipo sobre cualquier organismo nocivo.

Citotoxicidad: Se define como los efectos adversos que resultan de la interferencia con estructura, procesos celulares, o ambos, que se suceden en todas las células y son esenciales para el funcionamiento, supervivencia y proliferación celular.

Componentes bioactivos: Se definen como los componentes de los alimentos que influyen en las actividades celulares y fisiológicas obteniendo, tras su ingesta, un efecto beneficioso para la salud.

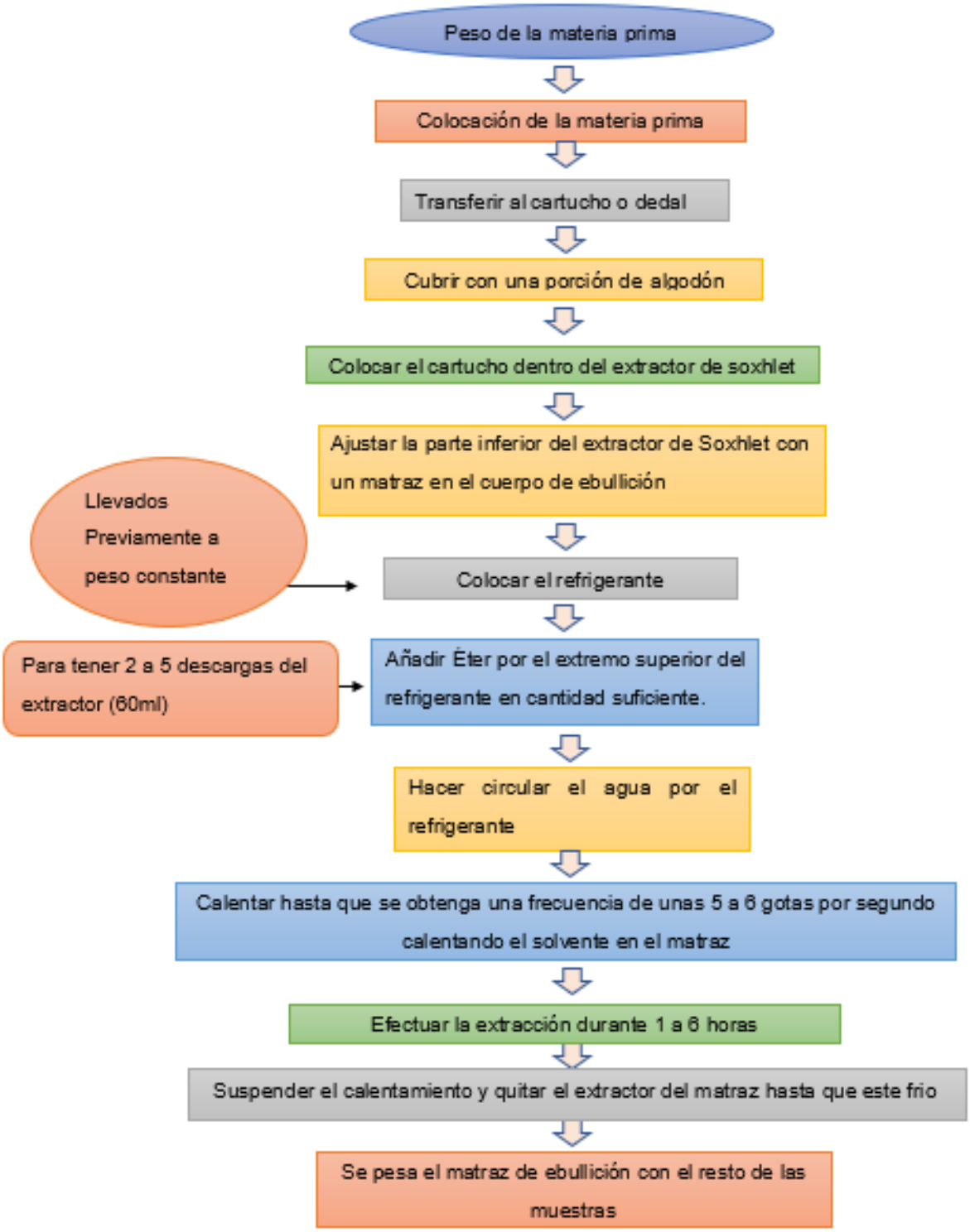
Compuestos fenólicos: Son compuestos orgánicos cuyas estructuras moleculares contienen al menos un grupo fenol, un anillo aromático unido a un grupo hidroxilo.

Metabolitos activo: es aquella sustancia en donde se produce una reacción en el organismo por la biotransformación de un medicamento la cual contiene propiedades farmacológicas.

ANEXOS

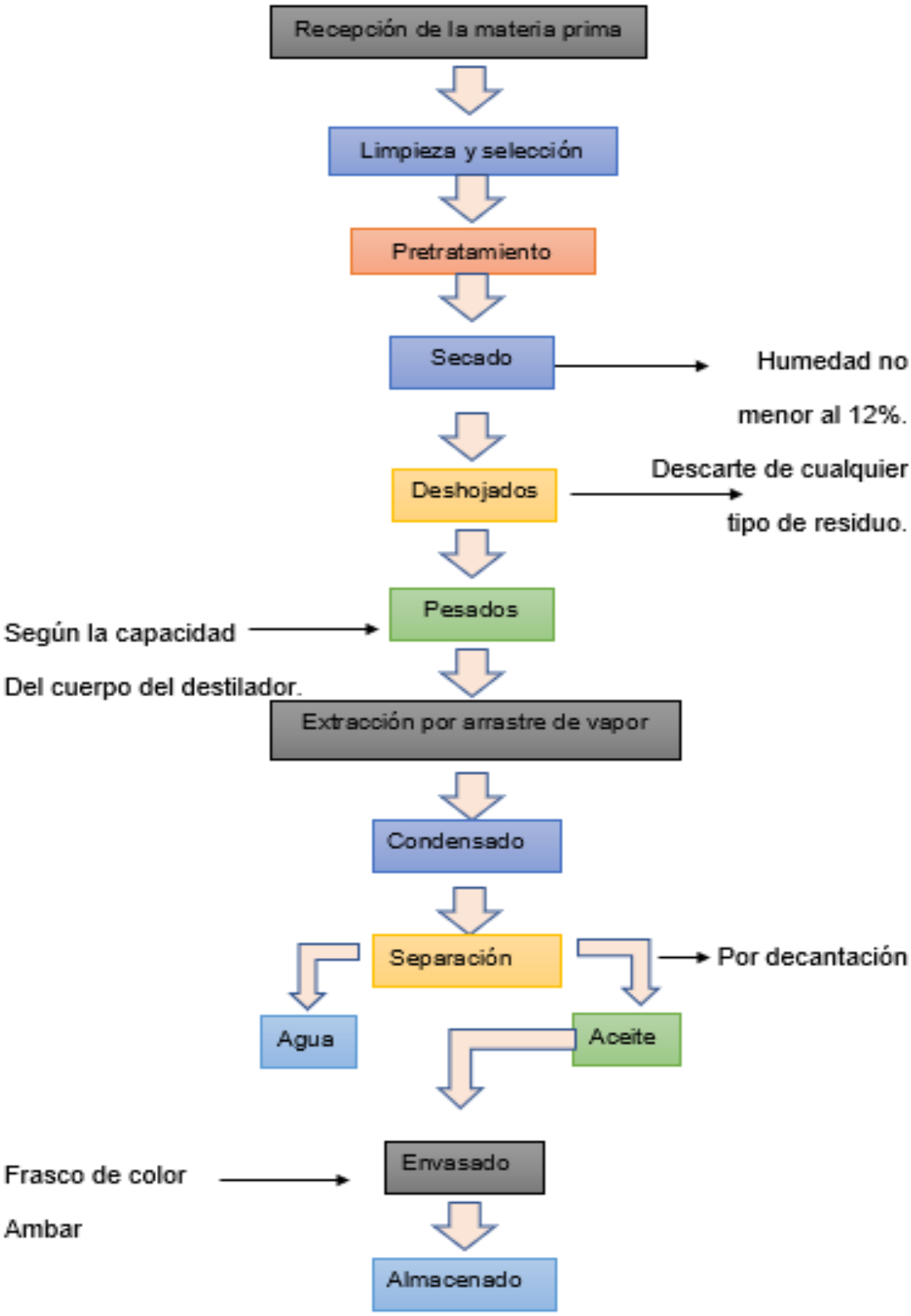
Anexo I *Métodos utilizados para las extracción de los aceites esenciales*

Método de Soxhlet

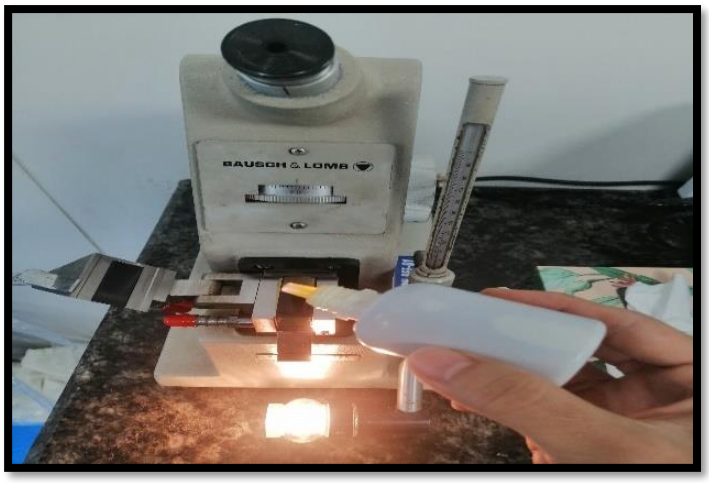


Fuente: *Elaboración propia a partir de* (Rodriguez O. , 2016)

Anexo II *Método destilación por arrastre de vapor*

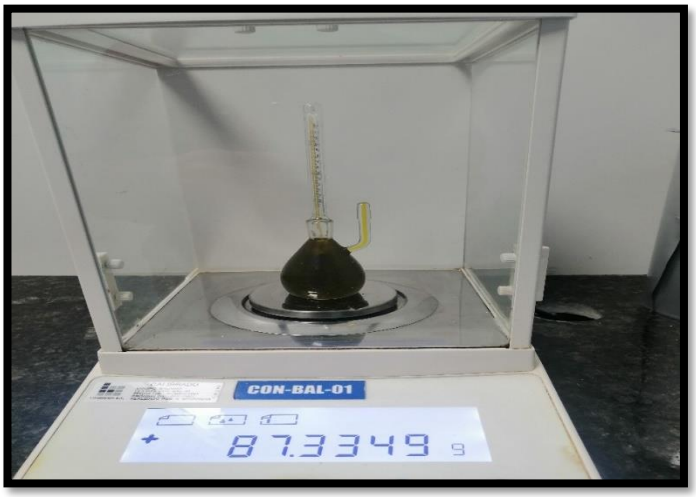


Fuente: *Elaboración propia a partir de* (Flores E. , 2018)



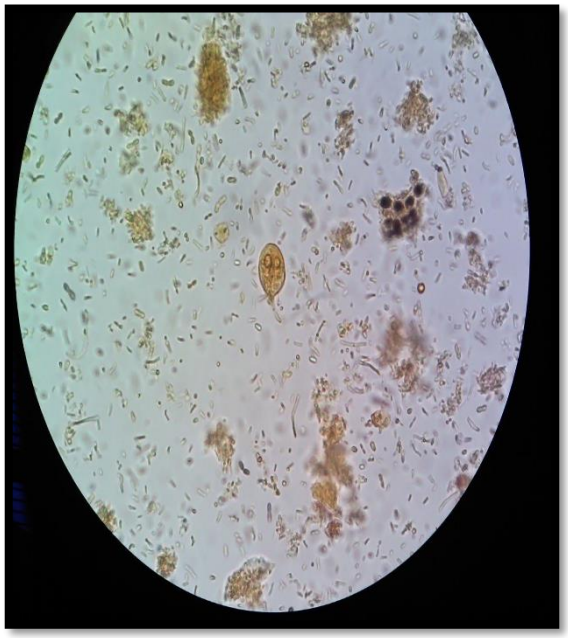
Apéndice I *Índice de refracción*

Apéndice II *peso del picnómetro vacío*



Apéndice III *Picnómetro + Aceite esencial*

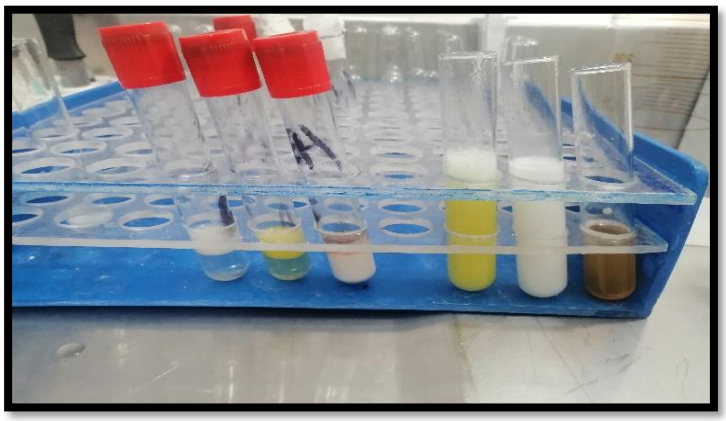
Apéndice IV *Medición de pH de aceites esenciales.*



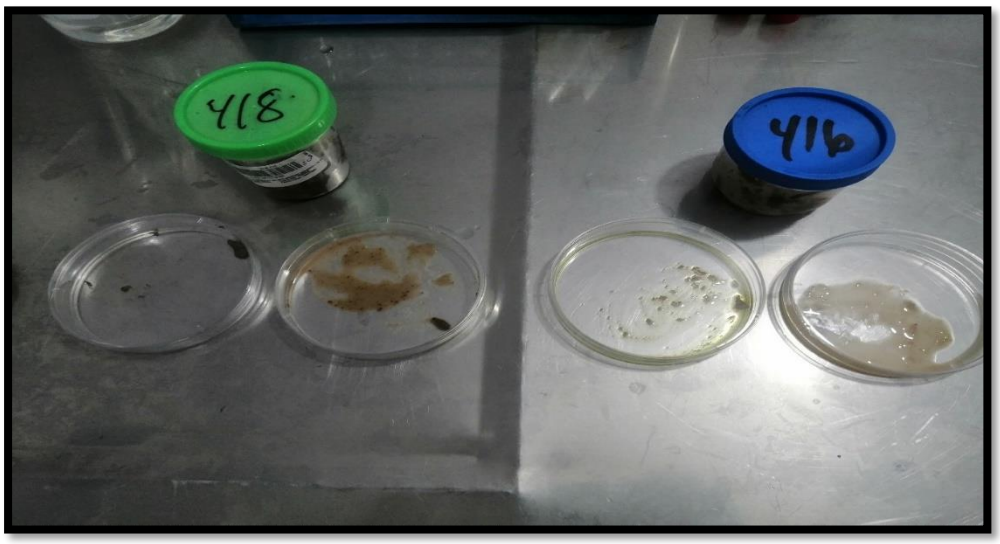
Giardia Lamblia

Entamoeba Histolytica

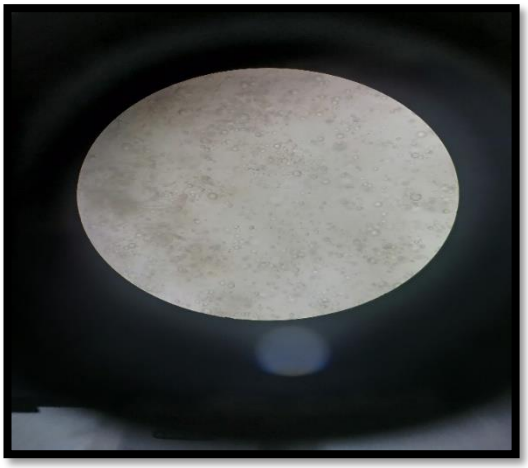
Apéndice V *Comprobación e identificación de parásitos en muestras fecales*



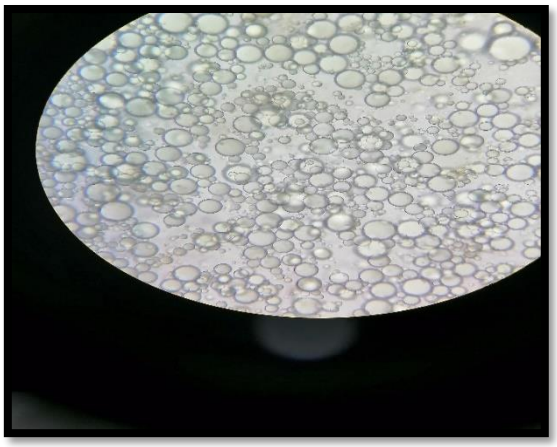
Apéndice VI *Preparación de las suspensiones aceites esenciales*



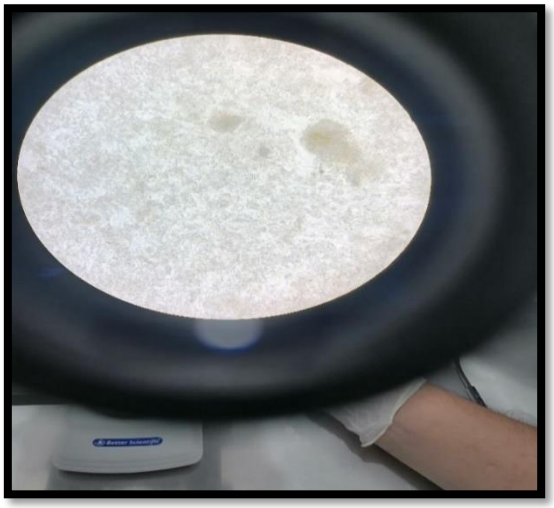
Apéndice VII *Evaluación de la actividad antiparasitaria*



Apéndice VIII *Aceite esencial de tomillo + Muestra*



Apéndice IX *Aceite esencial de aguacate + Muestra*



Apéndice X *Aceite esencial de coco + Muestra*