UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

CARACTERIZACION FISICOQUIMICA Y RENDIMIENTO DEL ACEITE ESENCIAL DE LAS HOJAS DE *Chenopodium ambrosioides (L.)* (PAICO), CON 3 TIEMPOS DE DESTILACIÓN

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO FORESTAL

JENNYFER ESTHER TUESTA RENGIFO

Pucallpa - Perú

2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL
COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
N° 476-2024-CGT- FCFyA-UNU

En la ciudad de Pucallpa, siendo las 13:12 horas del día viernes 13 de diciembre de 2024, de acuerdo con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en forma presencial en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, que fueron designados con Memo Múltiple Nº 067-2024-UNU-FCFyA-CGT, conformado por los siguientes docentes:

Dr. Pedro Aparicio Campos Cabrera	Presidente
Dr. Isaías Alberto Salinas Andrade	Miembro
M.Sc. Moises Torres Velasco	Miembro

Se procedió a evaluar la sustentación de la tesis denominado: **"CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA Y RENDIMIENTO DEL ACEITE ESENCIAL DE LAS HOJAS DE *Chenopodium amdrosioides* (L.) (PAICO), CON 3 TIEMPOS DE DESTILACIÓN"**, presentado por la bachiller **JENNYFER ESTHER TUESTA RENGIFO,** asesorado por la Dra. Julissa Katy Bautista Valencia. Habiendo finalizado la sustentación, se procedió a la formulación de las preguntas por parte del Jurado Evaluador, las que fueron absueltas por la sustentante, en consecuencia, la tesis fue **APROBADA** por **UNANIMIDAD,** y recomendación de Publicación, quedando expedito para el otorgamiento del **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL**.

Siendo las 13:46 horas del mismo día, se dio por culminado el acto académico, firmando los miembros en señal de conformidad.

Dr. Pedro Aparicio Campos Cabrera
Presidente

Dr. Isaías Alberto Salinas Andrade
Miembro

M.Sc. Moises Torres Velasco
Miembro

ACTA DE APROBACIÓN

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito parcial para optar el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

Dr. Pedro Aparicio Campos Cabrera
Presidente

Dr. Isaías Alberto Salinas Andrade
Miembro

M.Sc. Moises Torres Velasco
Miembro

Dra. Julissa Katy Bautista Valencia
Asesor

Bach. Jennyfer Esther Tuesta Rengifo
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº V/0657-2024 .

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"**CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA Y RENDIMIENTO DEL ACEITE ESENCIAL DE LAS HOJAS DE Chenopodium ambrosioides (L.) (PAICO), CON 3 TIEMPOS DE DESTILACIÓN**"

Autor(es)	:	**TUESTA RENGIFO, JENNYFER ESTHER**
Facultad	:	**CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES**
Escuela	:	**ING. FORESTAL**
Asesor(a)	:	**Dra. BAUTISTA VALENCIA, JULISSA KATY**

Presenta un **porcentaje de similitud de 6%,** verificado en el Sistema Antiplagio COMPILATIO,

De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud,** procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 22/11/2024

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, Jennyfer Esther Tuesta Rengifo

Autor de la tesis titulada: "Caracterización Fisicoquímica y Rendimiento del Aceite Esencial de las Hojas de Chenopodium ambrosioides (L). (Paico), con 3 Tiempos de Destilación"

Sustentada el año 2024

Asesor(a): Ora. Julissa Katy Bautista Valencia

Facultad: Ciencias Forestales y Ambientales

Escuela Profesional: Ingeniería Forestal

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 13 / 12 / 24

Email: Jennyfresos@Gmail.com Firma:

Teléfono: 990591398 DNI: 75734908

DEDICATORIA

A Dios nuestro señor por brindarme salud, confianza en mí mismo y sobre por no permitir que me rindiera ante las dificultades de la vida.

A mis padres que siempre me apoyaron para la culminación de mi carrera profesional.

A toda mi familia por el gran apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Ucayali por darme la oportunidad de cursar mis estudios universitarios.

A la Dra. Julissa Katy Bautista Valencia por el asesoramiento y acompañamiento en la investigación realizada.

A todos los docentes de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, por los conocimientos brindados y haber contribuido en mi formación profesional.

Al Ing. Yoel Herless De La Cruz Coelho, por el apoyo en la redacción de la Tesis.

A las personas que de una u otra manera han contribuido con la ejecución del presente estudio.

INDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIA vi

AGRADECIMIENTO vii

RESUMEN xv

ABSTRACT xvi

INTRODUCCIÓN xvii

CAPÍTULO I 19

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 19

1.1. Descripción del problema 19

1.2. Formulación del problema 21

1.2.1. Problema general 21

1.2.2. Problemas específicos 21

1.3. Objetivos de la investigación 22

1.3.1. Objetivo general 22

1.3.2. Objetivos específicos 22

1.4. Hipótesis, Variables y Operacionalización de las Variables 23

1.4.1. Hipótesis 23

1.5. Variables 23

1.5.1. Variable Independiente (X) 23

1.5.2. Variables Dependientes (Y) 23

CAPÍTULO II 24

II. MARCO TEÓRICO 24

2.1. Antecedentes del problema. 24

2.1.1. Antecedentes a nivel internacional 24

2.1.2. Antecedentes a nivel nacional 26
2.1.3. Antecedentes a nivel local 28
2.2. Bases Teóricas 29
2.2.1. Característica de la especie en estudio 29
2.2.2. Origen y usos etnobotánicos 30
2.2.3. Actividad farmacológica 30
2.2.4. Uso medicinal en las tribus amazónicas 30
2.2.5. Definición de aceites esenciales 31
2.2.6. Clasificación de los aceites esenciales 32
2.2.7. Aprovechamiento comercial de los aceites esenciales 34
2.2.8. Aplicación de los aceites esenciales 35
2.2.9. Toxicidad de los aceites esenciales 37
2.2.10. Factores que afectan el rendimiento de los aceites esenciales 37
2.2.11. Métodos de extracción de aceites esenciales 37
2.2.12. La Cromatografía de Gases acoplada a Espectrometría de Masas. 39
2.2.13. Procesos de obtención de aceites esenciales 40
2.3. Definición de términos básicos. 42
CAPITULO III 44
III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 44
3.1. Ubicación 44
3.1.1. Lugar de ejecución 44
3.2. Método de investigación 44
3.3. Población y Muestra 45

3.3.1. Población 45
3.3.2. Muestra 45
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 46
3.5. Procedimientos de recolección de datos 46
3.5.1. Recolección de la muestra 46
3.5.2. Determinación del contenido de humedad 46
3.5.3. Rendimiento (NTP 319.079) 47
3.5.4. Determinación de las propiedades fisicoquímicas del aceite esencial 47
3.6. Tratamientos de datos 49
CAPITULO IV 50
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 50
4.1. Determinación del rendimiento del aceite esencial en hojas de *Chenopodium ambrosioides* (l.) (Paico) 50
4.2. Propiedades físicas del aceite esencial en hojas de ***Chenopodium ambrosioides*** (l.) (Paico) 52
4.3. Propiedades químicas del del aceite esencial en hojas de ***Chenopodium ambrosioides*** (l.) (Paico) 56
4.4. Discusiones 58
4.4.1. Determinación del rendimiento del aceite esencial en hojas de ***Chenopodium ambrosioides*** (l.) (Paico) 58
4.4.2. Propiedades físicas del aceite esencial en hojas de ***Chenopodium ambrosioides*** (l.) (Paico) 59
4.4.3. Propiedades químicas del del aceite esencial en hojas de *Chenopodium ambrosioides* (l.) (Paico) 59

CAPITULO V 61
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 61
5.1. Conclusiones 61
5.2. Recomendaciones 62
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 63
VII. ANEXOS 69

INDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1.....23

Operacionalización de las variables.....23

Tabla 2.....50

Parámetros estadísticos del rendimiento del del aceite esencial en hojas de ***Chenopodium ambrosioides*** *(l.) (Paico)*.....50

Tabla 3.....51

Análisis de varianza del rendimiento del aceite esencial por tiempo de destilación. 51

Tabla 4.....51

Prueba de medias de Tukey en rendimiento del aceite esencial por tiempo de destilación.....51

Tabla 5.....52

Parámetros estadísticos del contenido de humedad del aceite esencial en hojas de ***Chenopodium ambrosioides*** *(l.) (Paico)*.....52

Tabla 6.....53

Análisis de varianza del contenido de humedad en el aceite esencial por tiempo de destilación. 53

Tabla 7.....53

Prueba de medias de Tukey en el contenido de humedad del aceite esencial por tiempo de destilación.....53

Tabla 8.....54

Parámetros estadísticos de la densidad (g/cm^3) en el aceite esencial en hojas de ***Chenopodium ambrosioides*** *(l.) (Paico)*.....54

Tabla 9.....55
Análisis de varianza de la densidad en el aceite esencial por tiempo de destilación.....55
Tabla 10.....55
Prueba de medias de Tukey en la densidad del aceite esencial por tiempo de destilación.....55
Tabla 11.....56
Algunas propiedades organolépticas del aceite esencial en hojas de ***Chenopodium ambrosioides*** (l.) (Paico).....56
Tabla 12.....56
Principales componentes químicos del aceite esencial en hojas de ***Chenopodium ambrosioides*** (l.) (Paico).....**¡Error! Marcador no definido.**

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. 45

Ubicación de la Comunidad Nativa Roya. 45

Figura 2. 50

Promedio del rendimiento (%) en el aceite esencial de hojas de ***Chenopodium ambrosioides*** *(l.) (Paico)* 50

Figura 3. 52

Promedio del contenido de humedad (%) en el aceite esencial de hojas de ***Chenopodium ambrosioides*** *(l.) (Paico).* 52

Figura 4. 54

Promedio de la densidad (g/cm^3) en el aceite esencial de hojas de ***Chenopodium ambrosioides*** *(l.) (Paico).* 54

RESUMEN

La investigación busca contribuir con conocimiento acerca del aceite esencial; anhelando cumplir con el objetivo de determinar el rendimiento y la caracterización de las propiedades físicas y químicas del aceite esencial obtenida por arrastre con vapor de agua de las hojas de **Chenopodium ambrosioides** (l.) (Paico), con 3 tiempos de destilación; ejecutado en el laboratorio de Transformación Química de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, de la Universidad Nacional de Ucayali. El cual tuvo un enfoque cuantitativo, diseño experimental, explicativo y con finalidad aplicada; utilizándose ANVA1. Los resultados y conclusiones fueron que el aceite esencial de las hojas presentó mayor rendimiento en el tiempo de destilación de 60 minutos con un promedio de 0,00967%; en cuanto a las propiedades físicas: el mayor contenido de humedad en el tiempo de destilación de 120 minutos con 83,457%; a su vez la mayor densidad en el tiempo de destilación de 60 minutos con 0,943 g/cm^3; en las propiedades químicas se determinó el α-terpinene con 73,95% en mayor cantidad y Phytol con 0,36% en menor cantidad del aceite esencial de ***Chenopodium ambrosioides*** (l.) (Paico).

Palabras clave: Aceite esencial, caracterización, concentración, destilación.

ABSTRACT

The research seeks to contribute knowledge about the essential oil; yearning to fulfill the objective of determining the performance and characterization of the physical and chemical properties of the essential oil obtained by the steam drag method of the leaves of ***Chenopodium ambrosioides*** (l.) (Paico), with 3 distillation times; executed in the Chemical Transformation laboratory of the Faculty of Forestry and Environmental Sciences, of the National University of Ucayali. Which had a quantitative approach, experimental, explanatory design and with applied purposes; using ANVA1. The results and conclusions were that the essential oil from the leaves presented a higher yield in the distillation time of 60 minutes with an average of 0.00967%; Regarding physical properties: the highest moisture content in the distillation time of 120 minutes with 83.457%; in turn, the highest density in the distillation time of 60 minutes with 0.943 g/cm^3; In the chemical properties, α-terpinene was determined with 73.95% in greater quantity and Phytol with 0.36% in lesser quantity of the essential oil of ***Chenopodium ambrosioides*** (l.) (Paico).

Keywords: Essential oil, characterization, concentration, distillation.

INTRODUCCIÓN

La investigación a realizar nos brindará información sobre las características fisicoquímicas del aceite esencial en hojas de ***Chenopodium ambrosioides*** (l.) (Paico) por destilación de arrastre a vapor y la determinación del rendimiento.

Los bosques, considerados entre los recursos naturales renovables más importantes, han desempeñado un papel clave y significativo en la economía humana. Los árboles que los conforman no solo proveen madera, sino también hojas, flores y frutos, los cuales pueden aprovecharse a través de diversos procesos que permiten agregarles valor y generar múltiples opciones de uso. (Quilca, 2011)

Hay especies que presentan características bien definidas, aunque no siempre en la misma proporción, ya que sus propiedades fisicoquímicas son muy variadas y dependen de distintos factores, como el tipo de hojas (juveniles o adultas), la época de recolección, la ubicación geográfica e incluso ligeras variaciones genéticas propias de cada especie. (Díaz & Martínez, 2013).

El paico es una planta medicinal y aromática utilizada desde la antigüedad por los habitantes de la sierra de América Latina. En la actualidad, sigue siendo muy valorada en la medicina natural para aliviar dolores estomacales. Además, tiene propiedades antiparasitarias, útiles para tratar infecciones por áscaris (lombrices) y tenía. (MIDAGRI, 2015).

La producción de aceite esencial de paico representará una alternativa innovadora para fomentar nuevas industrias, promoviendo tanto el cultivo como el aprovechamiento de plantas silvestres propias de la región. (Puma, 2019).

La composición química de los aceites esenciales varía significativamente según la especie y variedad de la planta, e incluso dentro de la misma especie puede cambiar en función de la región geográfica. (Puma, 2019).

Por lo indicado; se resalta la importancia de determinar el rendimiento y la caracterización de las propiedades físicas y químicas del aceite esencial de las hojas de ***Chenopodium ambrosioides*** (l.) (Paico); el cual contribuirá a generar entendimiento que ayudaran a proponer otras investigaciones de mayor especialidad.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

La naturaleza expresa la libertad de creación aún no igualada por la imaginación del hombre; como fábrica de aromas y sabores es una permanente fuente de productos. Algunas familias botánicas son tradicionalmente fuentes de productos aromáticos, para lo cual son utilizadas para obtener aceites esenciales. Los aceites esenciales son líquidos aromáticos de aspecto fluido o espeso y de color variable según las plantas de las que esté extraído.

Además de ser utilizado en fitoterapia y aromaterapia; las propiedades antioxidantes, medicinales y antimicrobianas de los aceites esenciales se atribuyen a la presencia de los compuestos fenólicos y sus derivados. (Stashenko, 2013).

El mercado global de aceites esenciales está en constante crecimiento y abarca numerosas industrias, como la cosmética, la farmacéutica, la de plaguicidas y la de productos de limpieza, lo que impulsa una renovación continua de las tecnologías utilizadas para su obtención. (Morocco, 2017).

El Perú cuenta con una gran diversidad de plantas que pueden aprovecharse según sus propiedades. Un ejemplo es el paico, una planta de la familia Chenopodiaceae, la cual ha sido poco investigada en lo que respecta a las propiedades físicas y químicas de su aceite esencial. (Casanova & Rengifo, 2016).

Llevar a cabo estudios que impulsen el desarrollo de procesos tecnológicos, económicos y eficientes puede incentivar el uso de plantas aromáticas como fuente de materias primas adecuadas para la obtención de productos de alto valor agregado con aceites esenciales. (Araujo, 2018).

Sin investigación se perdería el conocimiento para la utilización de las plantas para las distintas aplicaciones (Medicina, perfumería, fungicida y otros). En tal sentido; la especie ***Chenopodium ambrosioides*** (l.) (Paico), llamado comúnmente paico, perteneciente a la familia Chenopodiaceae; Se le atribuye usos como insecticida, antiséptico, antipirética, antidiabética, antitusígena, astringente, contra dolores de estómago (cólicos), tónica diurética, antihelmíntica (para “áscaris” y “oxiuros” debido al ascaridol).

Así mismo; en la Sierra peruana, sus hojas son usadas como condimento (molidas con “rocoto”) y en la preparación de “caldo verde”. No está indicado para mujeres embarazadas, lactantes y niños menores de tres años, pacientes debilitados con enfermedades hepáticas.

En este contexto se hace necesario conocer el rendimiento y las características fisicoquímicas de las hojas de ***Chenopodium ambrosioides*** (L.) (PAICO); por lo que se planteó resolver las siguientes interrogantes:

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cuál será la caracterización fisicoquímico y rendimiento del aceite esencial obtenido de las hojas de ***Chenopodium ambrosioides*** (l.) (Paico) por el procedimiento de arrastre con vapor de agua, con 3 etapas de destilación?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo se definirán las características físicas del aceite esencial producido mediante el proceso de arrastre con vapor de agua de las hojas de ***Chenopodium ambrosioides*** (l.) (Paico), utilizando tres etapas de destilación?
- ¿Cómo describir las características químicas del aceite esencial producido mediante el proceso de arrastre con vapor de agua de las hojas de ***Chenopodium ambrosioides*** (l.) (Paico), utilizando tres etapas de destilación?
- ¿Cuál será el desempeño del aceite esencial que se logrará mediante el método de arrastre con vapor de agua de las hojas de ***Chenopodium ambrosioides*** (l.) (Paico) mediante tres ciclos de destilación?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

- Determinar la caracterización fisicoquímico y rendimiento del aceite esencial obtenido de las hojas de ***Chenopodium ambrosioides*** (l.) (Paico) por el procedimiento de arrastre con vapor de agua, con 3 etapas de destilación.

1.3.2. Objetivos específicos

- Describir las características físicas del aceite esencial producido mediante el proceso de arrastre con vapor de agua de las hojas de ***Chenopodium ambrosioides*** (l.) (Paico), utilizando tres etapas de destilación.
- Describir las características químicas del aceite esencial producido mediante el proceso de arrastre con vapor de agua de las hojas de ***Chenopodium ambrosioides*** (l.) (Paico), utilizando tres etapas de destilación.
- Determinar el desempeño del aceite esencial que se logrará mediante el método de arrastre con vapor de agua de las hojas de ***Chenopodium ambrosioides*** (l.) (Paico) mediante tres ciclos de destilación.

1.4. Hipótesis, Variables y Operacionalización de las Variables

1.4.1. Hipótesis

1.4.1.1. Hipótesis General

Los periodos de destilación tienen un impacto considerable en la descripción fisicoquímica y el desempeño del aceite esencial adquirido mediante el método de arrastre con vapor de agua de las hojas de ***Chenopodium ambrosioides*** (l.) (Paico).

1.5. Variables

1.5.1. Variable Independiente (X)

- Tiempo de destilación

1.5.2. Variables Dependientes (Y)

- Rendimiento
- Propiedades físicas
- Propiedades químicas

Tabla 1

Operacionalización de las variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Unidad de medida
		Independiente				
Tiempo de destilación	Consiste en variar la temperatura para separar de un líquido uno o más componentes que se encuentran juntos (Rodríguez J. , 2015).	Destilación simple. Destilación fraccionaria. Destilación por arrastre de vapor. Y Otros.	60-90-120	Minutos	Cuantitativa razón.	Minutos - m
		Dependiente				
Rendimiento	Se refiere a cualquier ventaja, beneficio o resultado que se deriva de un procedimiento, ya sea de índole legal, comercial, técnica o de cualquier otro tipo (Sierra, 2020).	Rendimiento bruto, neto, económica, absoluta acumulada, y otros.	Producción de aceite esencial	%	Cuantitativa razón.	Porcentaje - %
Propiedades físicas	Las características físicas son las que se pueden cuantificar, sin que se modifique la composición o la identidad de la sustancia.	Propiedad física.	Solubilidad Densidad Análisis cromatográfico	% g/cm3	Cuantitativa razón.	Porcentaje - % Gramos por centimetro cubico -g/cm3
Propiedades químicas	Las características Químicas se perciben cuando una sustancia experimenta una alteración química, o sea, en su estructura interna (Lambis, 2012).	Propiedad química.				

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación.

2.1.1. Antecedentes a nivel internacional

Borja & Sisalema (2023) En su estudio, argumenta que se lograron compuestos de aceite esencial de paico, obtenidos mediante destilación por arrastre de vapor. Se determinó que T0: control (suero fisiológico), T1: aceite esencial de paico 2,5%, y T2: aceite esencial de paico 5%. En resumen, el aceite esencial de paico puede ser una opción distinta al empleo de medicamentos antiparasitarios, ya que las enfermedades parasitarias pueden ocasionar una disminución en las explotaciones de carne de vaca.

Jaramillo (2012) efectuó la investigación sobre la bioactividad del aceite esencial, con el propósito de establecer la actividad fumigante, antifúngica y antioxidante del aceite esencial de ***Chenopodium ambrosioides***. El aceite esencial se obtuvo a partir de hojas de C. ambrosioides mediante hidrodestilación; se descubrió que el compuesto predominante en el aceite esencial de C. ambrosioides fue a-terpineno (60,29 %), seguido por p-cimeno (20,49 %), 4-careno (7,96 %) y trans-ascaridol (1,91%). En resumen, el aceite esencial de C. ambrosioides demostró una significativa actividad fungicida contra F. oxysporum y fumigante contra S. zeamais, lo que podría sustituir a los fungicidas e insecticidas artificiales.

Parrales & Rivas (2022) comenta en su estudio el cual tuvo como objetivo caracterizar el aceite esencial de paico obtenido por arrastre de vapor a escala piloto. La extracción se dio mediante arrastre de vapor. Los compuestos identificados fueron de 14 compuestos de la primera muestra, 10 compuestos de la muestra de la segunda y 20 compuestos de la tercera. Los compuestos mayoritarios obtenidos fueron: α-Terpine (57,84%), (66,18%), (66,39%); o- Cymene (10,27%), (25,80%) y (13,57%); Sabinene hydrate acetate trasn- (11,19%), (3,27%), (4,67%); Guaicol p-vinyl (5,93%), (0,35%); Pinanediol cis 2-3 (4,75%), (1,28%) y n-Nonane (9,95%).

Valarezo & Cabrera (2017) menciona en investigación el cual tuvo como objetivo determinación de las propiedades físicas, composición química y evaluación de la actividad biológica del aceite esencial de ***Chenopodium ambrosioides***. En donde se identificaron 22 compuestos que representan el 92,86 % del aceite esencial, sus compuestos mayoritarios son: Limonene (29,73 %), Mentha-2,8-dien-1-ol<trans-p-> (10,86 %), p-Cymene (8,92 %), α-Terpinene (8,83 %), Mentha-1 (7),8-dien-2-ol<trans-p-> (6,90 %). La densidad del aceite fue de 0,9494 g/cm^3.

2.1.2. Antecedentes a nivel nacional

Aquino & Avellaneda (2024) Con el objetivo de establecer el porcentaje de los componentes más destacados en la obtención del aceite esencial de paico, se evaluó, examinó y estudió las variables principales de control del proceso. La extracción del aceite esencial se realizó en un equipo de destilación por arrastre de vapor, conectado a una columna de fraccionamiento de laboratorio. Los niveles apropiados de las variables independientes identificadas fueron 750 g, 70% de humedad y 60 min. Se descubrió que la composición del aceite esencial de paico cambia dependiendo de la región y temporada de recolección, siendo los compuestos más destacados en este caso α-terpinolene (50.94%), pcimeno (8.25%) y carvacrol (3.42%).

Casanova & Rengifo (2016) En su estudio, se extrajo aceite esencial de las hojas de ***Chenopodium ambrosioides*** L. (paico) mediante la técnica de destilación por arrastre de vapor para evaluar su porcentaje de rendimiento. Además, se examinaron sus propiedades organolépticas. Además, se examinaron parámetros físicos como densidad, índice de refracción, solubilidad en diversos disolventes como el agua, el alcohol de 50°, 70°, 80° y 96°, entre otros. Finalmente, también se examinaron parámetros químicos, como el índice de acidez, así como la extracción y determinación de elementos hidrocarbonados y oxigenados. Esto es crucial en el manejo de un aceite esencial y posibilita determinar si es apto para su uso en la industria farmacéutica y cosmética.

Puma (2019) el objetivo de su estudio fue obtener el aceite esencial de paico mediante la extracción de arrastre de vapor saturado. Se determinó que el aceite esencial obtenido tiene un rendimiento óptimo de 0.449% con 2 Kg de paico. Según las características fisicoquímicas, la densidad, índice de refracción, índice de saponificación y índice de acidez del aceite esencial de ***Chenopodium Ambrosioides*** son: Bornileno (47,45%), m - cimeno (19,23%) y δ - carene (15,17%) y finalmente se aplicó el insecticida en un cultivo de quinua, en diversos porcentajes del 1%, 2% y 3%, demostraron su eficacia como insecticida para eliminar pulgones. Los valores óptimos alcanzados fueron: un periodo de 24 horas con una concentración del 3% y una mortalidad máxima del 70% de los pulgones, lo que corroboró la actividad.

2.1.3. Antecedentes a nivel local

Huarcaya (2021) afirma en su estudio, cuyo propósito fue medir la eficacia del aceite esencial en las hojas de ***Eucalyptus urophylla x Eucalyptus grandis*** mediante el método de arrastre con vapor de agua, obtenido de una plantación en estudio. El enfoque utilizado fue descriptivo y experimental. El rendimiento más alto del aceite esencial se logró en el intervalo de destilación de 180 minutos en hojas juveniles (180J), con un promedio del 3,38%. En este caso, tanto el tipo de hojas (juveniles y adultas) como el tiempo de destilación (120 minutos y 180 minutos) tienen una diferencia considerable, por lo que afectan la determinación del rendimiento del aceite esencial.

Ruiz (2021) manifiesta en su investigación el cual tuvo como objetivo determinar la composición química del aceite esencial de ramas y hojas de la especie ***Aniba rosaeodora*** Ducke (Palo rosa) provenientes de la provincia de Atalaya, Región de Ucayali. La extracción del aceite esencial se hizo mediante destilación por arrastre con vapor de agua con un tiempo de destilado de 180 minutos por cada parte vegetativa. El aceite esencial del palo rosa de ramas y hojas procedente de Atalaya presenta 13 componentes químicos, siendo el α-Linalol el principal componente representando el 67% del total, seguido del α-Terpineol con 12.02%. El rendimiento de aceite esencial de las ramas es de 0.67% y de las hojas 0.16%.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Característica de la especie en estudio

El paico, una especie de la familia Chenopodiaceae, también conocida como hierba santa, hierba hediona, paico macho, paico oloroso y te de los jesuitas, es una planta aromática, de carácter perenne, con tallos frecuentemente postrados, se desarrolla en terrenos húmedos y bajos, con un olor intenso y una altura aproximada de 40 cm. Sus hojas, de forma oblonga-lanceolada y serrada, son de forma oblonga-lanceolada. (Gómez, 2008).

Según Jaramillo (2012) e IVITA N°001-HRUIP-2024 (Ver en anexo), la clasificación taxonómica del ***Chenopodium ambrosioides*** (l.) (Paico), es:

- Reino : Vegetal
- División : Tracheobionta
- Clase : Esquisetopsida C. Agardh
- Sub clase : Magnoliidae Novák ex Takht.
- Superorden : Caryophyllanae Takht.
- Orden : Caryophyllales
- Familia : Amaranthaceae Juss.
- Género : Dysphania R. Br.
- Especie : ***Dysphania ambrosioides***
- Sinónimo : ***Chenopodium ambrosioides***
- Nombre vulgar : **Paico**

2.2.2. Origen y usos etnobotánicos

Originario de América tropical, está presente en prácticamente todas las regiones de América Latina, siendo frecuente en Perú, Ecuador, Brasil, Argentina y Paraguay. (Estrada, 2012).

Existe naturalmente en todas las zonas templadas del planeta. Desde comienzos del siglo XVII se cultivó en Europa para su uso como te, y se extendió principalmente por la zona mediterránea. (Estrada, 2012).

2.2.3. Actividad farmacológica

Jaramillo (2012) afirma que se emplean las hojas y flores como infusión estomacal, carminativa (Promueve la expulsión de gases del sistema digestivo), antihelmíntica y digestiva, gracias a su efecto paralizante y narcótico sobre ascárides, oxiuros y anquilostomas. También se señala en estas investigaciones que se ha demostrado que el extracto acuoso inhibe el crecimiento de ***Staphylococcus aurreus*** (Bacteria anaerobia facultativa); las hojas exhiben propiedades antiamebianas, antifungicas y antimalaricas (Plasmodium falciparum, P. vivax in vitro y P. berghei, en ratones); y el aceite tiene propiedades antibacterianas, entre otras.

2.2.4. Uso medicinal en las tribus amazónicas

De La Torre & Muriel (2008), Se indica que el fruto comestible, con un elevado contenido de vitaminas y minerales, se emplea para elaborar bebidas refrescantes (kichwa de la Sierra – Loja; Secoya - Secumbios).

Se emplea como potenciador (etnia no identificada - Imbabura). El aceite fundamental que se obtiene de los frutos es vermífugo (etnia no determinada - otros). La planta se emplea en las viviendas como repelente de insectos, también se aplica en el brazo como fragancia (Cofan - Sucumbios), y se utiliza para masajes y como tratamiento de lavado (etnia no especificada - Loja). (De La Torre & Muriel, 2008).

2.2.5. Definición de aceites esenciales

Según Pamies (2024) Un aceite esencial es un líquido aromático que puede presentarse de manera fluida o espesa y tener un color distinto dependiendo de las plantas de las que se haya obtenido. Las gotas tienen un tamaño de unos micrones, razón por la cual no podemos observarlas. Cuando la planta aromática se frota, se liberan pequeñas gotas de aceite esencial en la atmósfera y nos llegan a la nariz. Los receptores del olfato se activan y transmiten estímulos sensoriales a diversas áreas cerebrales. Los aceites esenciales representan una fuente significativa de pesticidas naturales. (Tripathi, 2009).

Los aceites esenciales se distinguen por su aroma intenso y penetrante, usualmente agradable, que siempre nos evoca el aroma del vegetal del que provienen. Sin embargo, su sabor suele ser caustre, acre e irritante, y en ocasiones aromático, dulce y suave. Se trata de compuestos de olor intenso, escasamente solubles o insolubles en agua, a los que se le añade su aroma distintivo; solubles en alcohol absoluto, en sulfuro de carbono, en éter de petróleo, en tetracloruro de carbono y otros disolventes orgánicos, son volátiles y suelen ser líquidos a la temperatura ambiente. (Morocco, 2017).

Si los aceites entran en contacto con el aire, se oxidan, solidifican y resinifican, perdiendo su color distintivo, además de cambiar de manera sencilla bajo la influencia de la luz, transformándose en amarillos y oscuros, y también alterándose su aroma. La influencia del aire en estas sustancias se debe a la transformación de los terpenos, motivo por el cual se busca su eliminación mediante diversos métodos, resultando en las esencias desterpentadas cuya solubilidad e inalterabilidad son considerablemente superiores. (Morocco, 2017).

2.2.6. Clasificación de los aceites esenciales

Los aceites fundamentales se categorizan según diversos criterios: La consistencia, procedencia y carácter químico de los componentes predominantes. (Martínez, 2003).

- **Según su consistencia:** Los aceites esenciales se categorizan en esencias fluidas, bálsamos y oleorresinas, respectivamente. Las Esencias fluidas son líquidos que presentan volatilidad a la temperatura ambiente. Los Bálsamos tienen una consistencia más sólida, poca volatilidad y susceptibles a reacciones de polimerización. Algunos de estos son el bálsamo de copaiba, el bálsamo peruano, Benjuí, el bálsamo de Tolú, Estoraque, entre otros. Las Oleorresinas poseen un perfume concentrado de las plantas y suelen ser líquidos extremadamente viscosos o sustancias semisólidas (como el caucho, gutapercha, chicle, balata, oleorresina de paprika, pimienta negra, clavero, entre otros). (Martínez, 2003).
- **Según su procedencia:** Las categorías de aceites esenciales son naturales, artificiales y sintéticos. Los naturales se extraen

directamente del cultivo y no experimentan alteraciones físicas o químicas posteriores, a causa de su bajo rendimiento y su elevado costo. Los artificiales se consiguen mediante procedimientos de potenciación de la misma esencia con uno o más de sus elementos, como, por ejemplo, la combinación de esencias de rosa, geranio y jazmín enriquecidas con linalool, o la esencia de anís potenciada con anetol. Los aceites esenciales sintéticos, tal como su nombre sugiere, son los generados a partir de la mezcla de sus componentes, que usualmente se producen mediante procesos de síntesis química. Estos son más asequibles y, por ende, se emplean más como aditivos y saborizantes (esencias de vainilla, limón, fresa, entre otros). (Martínez, 2003).

- **Desde una perspectiva química y pese a su compleja composición con distintos tipos de sustancias**: Los aceites esenciales pueden categorizarse en función del tipo de sustancias que constituyen los elementos predominantes. De acuerdo con esto, los aceites esenciales que contienen monoterpenos reciben el nombre de aceites esenciales monoterpenoides (por ejemplo, hierbabuena, albahaca, salvia, entre otros). Los aceites que contienen sesquiterpenos son los esenciales (como la copaiba, pino, junípero, entre otros). Los ricos en fenilpropanos son los aceites esenciales fenilpropanoides (p.ej. clavo, canela, anís, etc.). (Martínez, 2003).

2.2.7. Aprovechamiento comercial de los aceites esenciales

MIDAGRI (2023) Se proyecta que la demanda experimentará un incremento medio anual del 7.5% para 2025, estimulado por la industria de alimentos y bebidas, así como por el sector cosmético. Incremento en la sensibilización de los consumidores acerca de los impactos perjudiciales para la salud de la ingesta de ingredientes artificiales, fomentando la necesidad de componentes naturales. Cada vez es más común la popularidad de los productos basados en hierbas e ingredientes naturales, debido a sus ventajas para la salud. El desarrollo en la industria cosmética está impulsado por la utilización de productos fabricados con componentes naturales u orgánicos, que no incluyan sustancias químicas y sean producidos bajo métodos ambientalmente responsables.

2.2.7.1. Tendencias mundiales

a) **Europa:** Los consumidores de Europa buscan métodos más naturales y respetuosos con el medio ambiente para potenciar y preservar su salud, utilizando la aromaterapia como alternativa complementaria para mejorar su bienestar. (MIDAGRI, 2023).

b) **Asia:** Incremento en la necesidad de aceites y artículos esenciales. De acuerdo con información de la consultora de mercado Mordor Intelligence, el mercado se estimaría en $ 2.09 billones para 2023 y llegaría a $ 3.10 billones para 2027, con un incremento medio anual del 8.21%. (MIDAGRI, 2023).

c) **China:** Elementos de expansión: Elevada necesidad de productos para el cuidado cutáneo: El envejecimiento poblacional; el aumento

de las clases medias urbanizadas; y una creciente sensibilización en torno a la salud y el bienestar. (MIDAGRI, 2023).

d) **Hong Kong:** Ha servido como una plataforma de introducción para la venta de productos cosméticos y productos de cuidado cutáneo en el mercado chino. (MIDAGRI, 2023).

e) **Corea del Sur:** Corea se ha transformado en el test de numerosas empresas cosméticas de renombre global. La innovación en los productos cosméticos provoca que se fusionen los productos cosméticos y terapéuticos con componentes naturales como las plantas y los extractos de hierbas tradicionales. (MIDAGRI, 2023).

f) **Estados Unidos:** La higiene oral se basó en gran parte en ingredientes "naturales" y de procedencia vegetal: Jengibre, aceite vegetal, cúrcuma, aceite de árbol de té y el eucalipto. Las dos tendencias más recientes en el cuidado de la piel. (MIDAGRI, 2023).

2.2.8. Aplicación de los aceites esenciales

En general y de acuerdo a sus propiedades fisicoquímicas, los aceites esenciales pueden tener las siguientes aplicaciones (Pochteca, 2021): Para masajes corporales. Nunca se deben aplicar los aceites esenciales por sí mismos, sino en un método terapéutico para que la piel asimile las características de las plantas y, mediante el olfato, se experimente una experiencia de relajación y mitigación del dolor. Además, se aplican en forma tópica para mitigar dolores localizados causados por impactos, lesiones, moretones, picaduras de insectos, entre otras situaciones. (Pochteca, 2021).

Algunos aceites esenciales pueden emplearse en vaporizadores para mitigar las molestias asociadas al resfriado, sinusitis, migrañas y otras afecciones habituales. Elaboración de medicamentos. Las formas farmacéuticas como jarabes, suspensiones, elixires, pastillas y otras, emplean aceites esenciales para alterar el aroma y la percepción del gusto. (Pochteca, 2021).

En la cosmética, los aceites esenciales se emplean a menudo para nutrir la piel, hidratarla, darle aroma y elaborar productos destinados al cuidado de la piel y el cabello. Aceites o cremas para masajes. Los aceites esenciales se emplean en la creación de productos para masajes, ya sea con propósitos de relajación, o para aliviar dolores musculares, lesiones o piquetes de insectos. (Pochteca, 2021).

Artículos de limpieza personal. Jabones, champús, bombas para baños aromáticos, entre otros artículos, suelen contener aceites indispensables para la limpieza cotidiana y para dejar una fragancia agradable en la piel. Aromizadores. Este es uno de los aprovechamientos más habituales y facilita el uso de las características terapéuticas de los aceites esenciales aromáticos. La esencia se propaga mediante una vela, incienso, difusores domésticos o eléctricos para estimular emociones por medio del olfato. (Pochteca, 2021).

Aparatos Nebulizadores. Respirar los vapores provenientes de productos que contienen aceites esenciales ofrece ventajas tanto para el cuidado cutáneo como para la liberación de gases en las vías respiratorias, mitigar los síntomas del resfriado, las alergias y la sinusitis. (Pochteca, 2021).

Perfumes y esencia. Desde hace doscientos años, la utilización de los aceites esenciales se ha vinculado con la perfumería debido a sus propiedades aromáticas. (Pochteca, 2021).

2.2.9. Toxicidad de los aceites esenciales

Estos aceites esenciales altamente concentrados y potentes pueden emitir compuestos orgánicos volátiles (COV). La inhalación de COV suele tener efectos negativos en el sistema respiratorio. Las personas pueden tener diferentes reacciones a los aceites esenciales, al igual que pueden tenerlo ante otros medicamentos, productos, alérgenos o irritantes. (Villamizar, 2016).

2.2.10. Factores que afectan el rendimiento de los aceites esenciales

La calidad y la intensidad de los aceites esenciales varían debido a: Variedad de la planta, condiciones de cultivo, época de recolección, parte cosechada de la planta, manejo del material vegetal, métodos de extracción, otros (Casado, 2020).

2.2.11. Métodos de extracción de aceites esenciales

Rodríguez et al. (2012) indica que se pueden obtener los aceites esenciales a través de diversas técnicas como: prensado, destilación con vapor de agua, extracción con disolventes volátiles, enfleurage y con fluidos supercríticos.

a) **En el proceso de prensado,** el material vegetal es mecánicamente prensado para liberar el aceite, el cual es recolectado y filtrado posteriormente. Este procedimiento se emplea para la obtención de esencias cítricas. (Rodríguez et al., 2012).

b) **En el procedimiento de extracción con disolventes volátiles,** la muestra seca y triturada se somete a la interacción con disolventes como el alcohol o el cloroformo. Estos compuestos no solo solubilizan el aceite fundamental, sino que también extraen otras sustancias como grasas y ceras, resultando en una esencia impura al final. Se emplea en el laboratorio, ya que a escala industrial es costoso debido al elevado valor comercial de los disolventes y a la obtención de esencias combinadas con otras sustancias. (Rodríguez et al., 2012).

c) **En el procedimiento de enfleurage o enfloración,** el material vegetal (usualmente flores) se encuentra en contacto con una grasa. La esencia se disolverá en la grasa, que funciona como medio de extracción. Inicialmente se consigue una combinación (el concreto) de aceite esencial y grasa, que luego es separada por otros procedimientos físico-químicos. Por lo general, se utiliza el añadido de alcohol caliente a la mezcla y su posterior refrigeración para diferenciar la grasa (insoluble) del extracto aromático (absoluto); este método se utiliza para obtener esencias florales (rosa, jazmín, azahar, etc.), aunque su escaso rendimiento y la complicada separación del aceite extractor la convierten en costosa. (Rodríguez et al., 2012).

d) **El método de extracción utilizando fluidos supercríticos es el más innovador,** el material vegetal, despojado en fragmentos reducidos, licuado o molido, se envasa en una cámara de acero inoxidable y se permite que circule por la muestra un fluido en estado supercrítico (como el CO2).

Por lo tanto, las esencias se disuaden y se arrastran mientras que el fluido supercrítico, que actúa como disolvente de extracción, se desecha a través de una descompresión progresiva hasta alcanzar la presión y temperatura ambiente. Finalmente, se obtiene una esencia cuyo grado de pureza depende de las circunstancias de extracción. Este procedimiento proporciona varias ventajas: alto rendimiento, fácil eliminación del solvente (que también puede reciclarse), no se alteran las propiedades químicas de la esencia a causa de las bajas temperaturas utilizadas para su obtención. Sin embargo, el equipo requerido resulta bastante costoso, ya que se requieren bombas de alta presión y sistemas de extracción que también puedan soportar presiones altas. (Rodríguez et al., 2012).

e) **Procedimientos de destilación o extracción de vapor, hidrodestilación, hidrodifusión o hidroextracción,** normalmente se le conoce como destilación por arrastre de vapor, sin embargo, no existe un nombre exacto y conciso para describirla, dado que no se conoce con exactitud qué sucede en el interior del equipo principal y porque se emplean diferentes condiciones del vapor de agua para el proceso. Así pues, si se utiliza vapor saturado o sobrecalentado fuera del aparato principal, se le conoce como "destilación por arrastre de vapor". (Rodríguez et al., 2012).

2.2.12. La El acoplamiento de la Cromatografía de Gases con la Espectrometría de Masas

La Cromatografía de Gases combinada con Espectrometría de Masas (GC/MS, en inglés) es un método analítico que se enfoca en la

separación, identificación y cuantificación de combinaciones de sustancias volátiles y semivolátiles.

La distinción de estas sustancias se basa en la variada disposición de las mismas entre las fases móviles y estacionarias que constituyen el sistema. Después de ser separadas, las sustancias son fragmentadas y examinadas según su patrón de fragmentación, el cual puede ser cotejado con datos presentes en una base de datos de espectros de masas para su identificación inicial. El reconocimiento definitivo y la cuantificación de cada sustancia deben realizarse utilizando una sustancia de referencia. El Instituto de Química Aplicada dispone de un cromatógrafo equipado con un sensor de masas. (García, 2024).

2.2.13. Procesos de obtención de aceites esenciales

Hay diversas técnicas para conseguir aceites esenciales. El procedimiento más adecuado para extraer el aceite esencial sería el que no generara alteraciones en su composición. Este objetivo no es tan sencillo de alcanzar, dado que, por un lado, se atribuye a la mínima cantidad presente en las plantas u órganos vegetales y, por otro, a la variedad de elementos que la componen. (Lima, 2005).

Por lo general, la selección del método de extracción se basará en la cantidad, clase o propiedades del aceite (volatilidad, punto de ebullición de los componentes, estabilidad a altas temperaturas, etc.), así como en el órgano vegetal del que se va a extraer. (Lima, 2005).

2.2.13.1. Destilación en arrastre por vapor

Usualmente se emplea una muestra de vegetal fresca y cortada en pequeñas porciones, se sitúa en un contenedor herméticamente sellado y se somete a corriente de vapor de agua sobrecalentado. De esta forma, la esencia se arrastra y luego se condensa, recolectada y separada de la parte acuosa. Esta técnica es ampliamente empleada, particularmente para esencias fluidas, que se utilizan en la perfumería. Se emplea en la industria debido a su alto desempeño, alta pureza del aceite esencial adquirido y a que no necesita de tecnología avanzada. Cuando se lleva a cabo este tipo de extracción, es crucial prestar atención al tamaño de la partícula que no sea excesivamente reducido, dado que puede ser arrastrado por el vapor y contaminar el producto condensado. (Rius, 2013).

Paredes & Quinatoa (2010) en el estudio "Desarrollo de un sistema de Extracción de Aceites Esenciales", llevaron a cabo experimentos para incrementar las producciones en relación al aceite esencial, determinando que, según la técnica que ofrece más beneficios, el método de extracción por arrastre con vapor es el más adecuado.

2.3. Definición de términos básicos

- **Aceite esencial:** Las fracciones líquidas volátiles, que aportan el aroma a las plantas, son de gran relevancia para la industria de los alimentos (condimentos y saborizantes), de los cosméticos (perfumes y aromatizantes), y de la farmacéutica. (Martínez, 2003).
- **Caracterización:** Es la identificación de las características singulares que posee un individuo o un objeto, las cuales la diferencian de manera evidente del resto de su misma categoría. (Gallo, 2015).
- **Concentración:** Se refiere a la relación, vinculación o proporción que se puede determinar al contrastar la cantidad de soluto, o sea, de una sustancia que puede disolverse, con el nivel del disolvente. (Quispe, 2018).
- **Destilación:** Es un método de separación de elementos que facilita la separación de los diferentes elementos de una combinación. (Rodríguez J. , 2015).
- **Destilación con arrastre a vapor:** Que se centra en la desunión de elementos insolubles en agua y levemente volátiles de otros productos que no son volátiles. (Casado, 2020).
- **Extracción:** como la división de un componente dentro de una mezcla a través de la acción de un disolvente, de manera selecta. (Aguado, 2020).
- **Farmacología:** es la disciplina que analiza la procedencia, las acciones y las características que las sustancias químicas tienen sobre los seres vivos. (García N. , 2002).

- **Rendimiento:** Es el volumen de producto adquirido, que se utiliza para evaluar la eficacia de un procedimiento, se determina al multiplicar el volumen adquirido por el peso de la muestra. (Vogel, 1996).

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Ubicación

3.1.1. Lugar de ejecución

La recolección de la materia prima se obtuvo del distrito de Iparía; para realizar la extracción del aceite esencial y determinación de la composición química en el laboratorio de Transformación Química de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, de la Universidad Nacional de Ucayali.

3.2. Método de investigación

El presente trabajo tuvo un enfoque cuantitativo, con orden secuencial y demostrativo; en donde cada fase antecede a la siguiente; es decir el orden es inexorable (Hernández, 2017). Se utiliza para su objetivo, con un diseño experimental y un alcance explicativo.

Experimental: En el ensayo, los tiempos de arrastre a vapor se modificaron a la voluntad del investigador y se llevó a cabo conforme a las regulaciones de seguridad: ASTM, Norma Técnica de la Sociedad Americana de Pruebas y Materiales. (Huarcaya, 2021).

Explicativo: Se llegó a observar y explicar algunas características del proceso y las características organolépticas del aceite esencial en estudio.

Aplicada: Porque busca contribuir la generación de conocimiento para el uso correcto del aceite esencial de la especie en estudio.

3.3. Población y Muestra

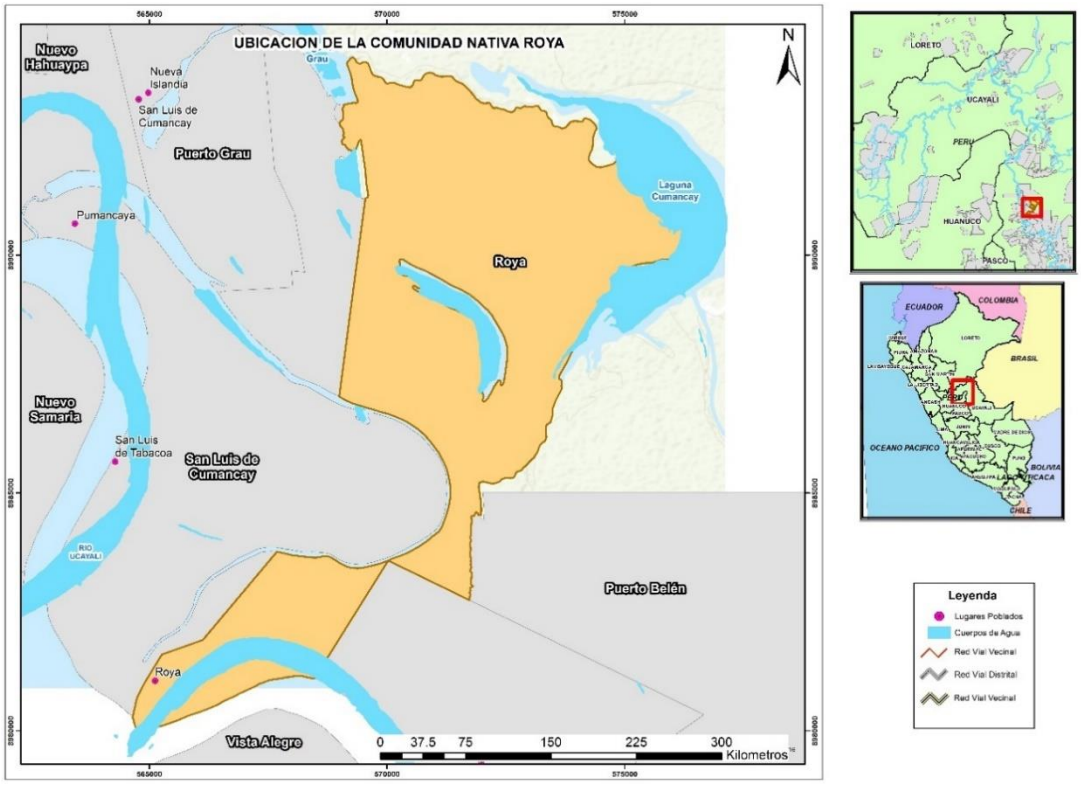
3.3.1. Población

La población estuvo conformada por todos los arbustos de ***Chenopodium ambrosioides*** (l.) (Paico) de la Comunidad Nativa Roya.

Geográficamente el punto de referencia de la comunidad Nativa Roya en coordenadas UTM es de: E: 567740 e N: 8982639, tal como se muestra en la figura 1.

Figura 1

Ubicación de la Comunidad Nativa Roya.



3.3.2. Muestra

Se realizó un muestreo por conglomerado para hojas según el tiempo de destilación (60 minutos,90 minutos y 120 minutos).

La muestra estuvo conformada por 2000 g de hojas por cada tiempo de destilación, haciendo un total de 6000 g de hojas ***Chenopodium ambrosioides*** (l.) (Paico).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se utilizó la observación directa, apoyados por unos formatos de evaluación en Excel para el ordenamiento y la sistematización de datos.

3.5. Procedimientos de recolección de datos

3.5.1. Recolección de la muestra

Las hojas fueron recogidas de la Comunidad Nativa Roya, luego se limpiaron y se guardaron bajo sombra (este procedimiento se llevó a cabo 48 horas antes del proceso de destilado). Las hojas se cortaron en pedazos de alrededor de 0,2 cm por lado, procurando que la superficie de contacto sea homogénea y lo más reducida posible para incrementar el contacto con el disolvente.

3.5.2. Determinación del contenido de humedad

De acuerdo con la Norma Técnica N° 251.010 de Perú. Para cada repetición, se tomaron 250 g de muestras que se pesaron en una balanza analítica digital, para luego guardarlas en recipientes bien secos, que se llevaron al horno de secado. El proceso de secado duró alrededor de 24 horas, a una temperatura de 100 °C.

Finalmente, cuando las hojas secas y con un peso estable, se obtuvo la información del peso final.

$$Ch = (Ph_h – Ps_h)/ Ph_h \times 100$$

Donde:

Ch: es el contenido de humedad de las hojas expresado en porcentaje.

Ph_h: es el peso inicial de las hojas expresado en gramos.

Ps_h: es el peso seco en estufa de las hojas expresado en gramos.

3.5.3. Rendimiento (NTP 319.079)

Primero se estableció el volumen y el peso del aceite esencial obtenido por cada repetición. Se desarrollaron las operaciones matemáticas para calcular el rendimiento del aceite esencial (RAE %) durante la etapa de gabinete.

Se aplicó la Norma Técnica Peruana N° (NTP 319.079) para este procedimiento.

El cálculo del rendimiento del aceite se llevó a cabo basándose en el peso seco de las hojas, utilizando la fórmula siguiente:

$$\textbf{Rendimiento=} \frac{Peso\ del\ aceite}{Peso\ seco\ de\ las\ hojas}\ x\ 100$$

3.5.4. Determinación de las propiedades fisicoquímicas del aceite esencial

a) Determinación de la densidad relativa (NTP 319.081)

Densidad relativa a 20 °C. Se empleó un picnómetro puro y seco de 1 ml de capacidad, se pesó al vacío en una balanza analítica digital, luego se llenó con 1 ml de aceite esencial y se limpió el sobrante de la muestra. Tras pesar el conjunto y determinar la diferencia de pesos, se estableció la densidad relativa del aceite esencial utilizando la fórmula siguiente:

$$\textbf{Densidad =} \frac{(Peso\ del\ picnómetro + muestra) - (peso\ del\ picnómetro)(g)}{Volumén\ del\ aceite\ esencial\ (ml)}$$

b) Solubilidad

Se incorporó precisamente 1ml de aceite esencial en una muestra de tapón esmerilado y se agregó etanol de una dilución específica en cantidades reducidas utilizando una bureta. Una vez añadida, se agitó con

fuerza y se observó el resultado. Una vez que se consiguió una disolución clara, se registró la cantidad de alcohol añadida y se siguió añadiendo hasta completar los 10 ml, vigilando si hubo algún enturbiamiento subsiguiente. Dado que la solubilidad cambia según la temperatura, se llevó a cabo esta determinación a temperatura constante utilizando el baño termostático.

Se empleó una mezcla de alcohol 70% (v/v), comenzando con las de mayor graduación, bajando de cinco en cinco grados. Si el aceite puede ser soluble en 10 volúmenes de una graduación especificada "G", se estableció su solubilidad en la disolución alcohólica superior inmediata "G+5". En cambio, si es altamente soluble en menos de un volumen de esa mezcla alcohólica, se estableció en la siguiente clasificación inferior "G-5".

c) Cromatografía para el análisis físico y químico del aceite esencial

Para el estudio de cada muestra, se emplearon 20 µL de aceite esencial en 980 µL de diclorometano, los cuales posteriormente fueron inyectados en un cromatógrafo de gases conectado a un detector de masas selectivo. La mezcla fue separada a través de una columna capilar apolar J&W 122-1545.67659 DB-5ms, 325 °C: 60 m x 250 µm x 0.25 µm. Se conservó la temperatura del inyector en 240 oC y la inyección se llevó a cabo en modo de split (60:1). El plan de temperaturas para el horno se ejecutó de la siguiente manera: temperatura inicial de 40 °C y se incrementó a 5 °C/min hasta 155 °C; 2.5 °C/min hasta 170 °C durante 10 min y finalmente 10 °C/min hasta 240 °C. La duración de corrida fue de

46 minutos, se utilizó helio como gas de arrastre a un flujo constante de 1mL/min.

Los elementos de los aceites esenciales se determinaron a través del software suministrado por Agilent: MSD Chemstation, mediante el contraste de los espectros de masas de cada pico con los de la librería de espectros de masas de las bases de datos Flavor 2 y la del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST, 08).

3.6. Tratamientos de datos

Los resultados de las evaluaciones inmediatas, tanto en términos de desempeño como de características fisicoquímicas, se procesaron estadísticamente utilizando medias, desviación estándar y coeficiente de variación.

Se trabajó estadísticamente con los resultados de los análisis inmediatos utilizando un diseño unifactorial, con el tiempo de destilación (3), llevando a cabo el análisis de varianza y para las diferencias notables entre tratamientos ($p<0.05$), se efectuó la comparación de medias de acuerdo a Tukey, empleando el paquete estadístico "R".

Duración de destilación: 60 minutos, 90 minutos y 120 minutos respectivamente.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Determinación del rendimiento del aceite esencial en hojas de *Chenopodium ambrosioides* (l.) (Paico)

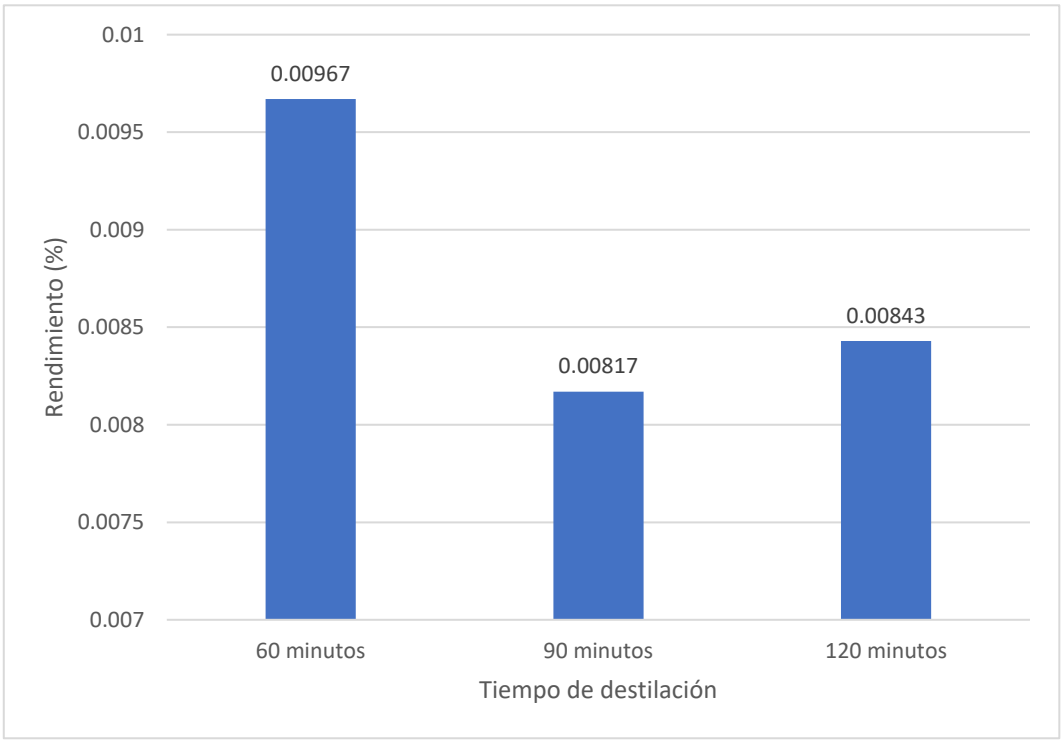
Tabla 2

Parámetros estadísticos del rendimiento del aceite esencial en hojas de ***Chenopodium ambrosioides*** *(l.) (Paico)*

Estadígrafo	Tiempo de destilación		
	60 minutos	90 minutos	120 minutos
Nº observado	3	3	3
Promedio (%)	0.00967	0.00817	0.00843
Desviación estándar	0.000153	0.000153	0.000058
Coeficiente de Variación (%)	1.58	1.87	0.68

Figura 2

Promedio del rendimiento (%) en el aceite esencial de hojas de ***Chenopodium ambrosioides*** *(l.) (Paico)*



La tabla 2 presenta los datos estadísticos de acuerdo a los periodos de destilación; en el que se consiguió el rendimiento más alto en el intervalo de destilación de 60 minutos, con un promedio de 0,00967%.

Tabla 3

Análisis de varianza del rendimiento del aceite esencial por tiempo de destilación.

Fuente de variación	GL	SC	CM	FC	P-Valor	Signific.
Tiempo de destilación	2	0,0000038	0,0000019	115,27	0,000	**
Error	6	0,0000001	0,0000000			
Total	8	0.0000039				

**: Diferencia altamente significativo.

En la tabla 3 se observa la prueba de medias de Tukey en el rendimiento por tiempo de destilación.

Tabla 4

Prueba de medias de Tukey en rendimiento del aceite esencial por tiempo de destilación.

Tratamientos	T_1	T_3	T_2
Medias	0,00967	0,00843	0,00817
	A		
		B	**B**

En la tabla 3 se demuestra que existe diferencia altamente significativa en los diferentes tiempos de destilación, por lo tanto, los tiempos de destilación influyen en el rendimiento del aceite esencial; y en la tabla 4 con la prueba de medias se comprueba que la significancia está dada en el tiempo de destilación de 60 minutos con los tiempos de destilación de 90 minutos y 120 minutos; siendo el mayor rendimiento en el tiempo de destilación de 60 minutos con 0,00967%.

4.2. Propiedades físicas del aceite esencial en hojas de *Chenopodium ambrosioides* (l.) (Paico)

a) Contenido de humedad de las hojas de *Chenopodium ambrosioides* (l.) (Paico)

En la tabla 5 se observa los parámetros estadísticos del contenido de humedad en las hojas según los tiempos de destilación.

Tabla 5

Parámetros estadísticos del contenido de humedad de las hojas de ***Chenopodium ambrosioides*** *(l.) (Paico)*

Estadígrafo	Tiempo de destilación		
	60 minutos	90 minutos	120 minutos
Nº observado	3	3	3
Promedio (%)	77,437	82,908	83,457
Desviación estándar	0,163	0.034	0,0855
Coeficiente de Variación (%)	0,21	0,04	0,10

Figura 3

Promedio del contenido de humedad (%) de las hojas de ***Chenopodium ambrosioides*** *(l.) (Paico).*

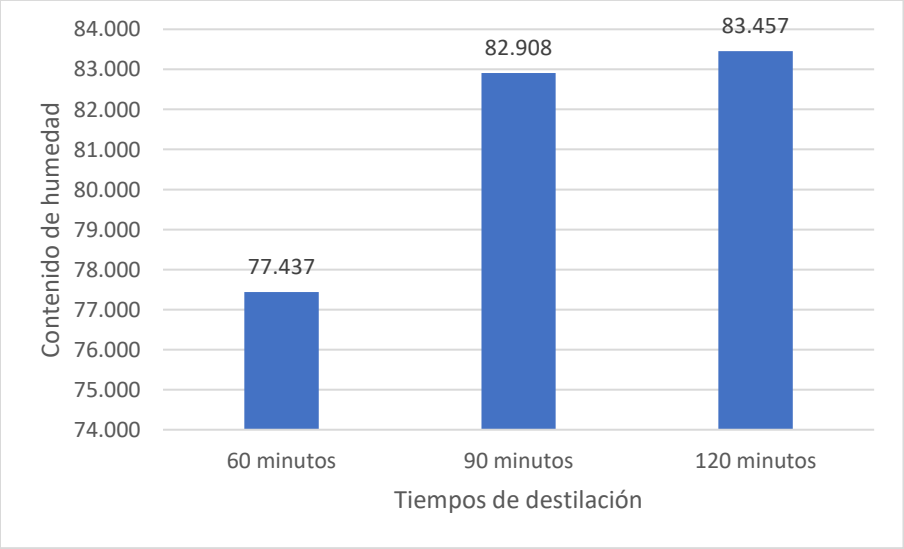


Tabla 6

Análisis de varianza del contenido de humedad de las hojas por tiempo de destilación.

Fuente de variación	*GL*	*SC*	*CM*	*FC*	*P-Valor*	*Signific.*
Tiempo de destilación	2	66.466	332,330	2859,27	0,000	**
Error	6	0,0697	0,0116			
Total	8	66.5357				

**: Diferencia altamente significativo.

En la tabla 6 se observa la prueba de medias de Tukey en el rendimiento por tiempo de destilación, entendiéndose que existe diferencia altamente significativa en los diferentes tiempos de destilación, por lo tanto, los tiempos de destilación influyen en el contenido de humedad de las hojas.

Tabla 7

Prueba de medias de Tukey en el contenido de humedad de las hojas por tiempo de destilación.

Tratamientos	**T_3**	**T_2**	**T_1**
Medias	83,457	82,908	77,437
	A		
		B	
			C

La tabla 7 con la prueba de medias se comprueba que la significancia está dada los 3 tiempos de destilación; siendo el mayor contenido de humedad en el tiempo de destilación de 120 minutos con 83,457%.

b) Densidad (g/cm^3) del aceite esencial en hojas de *Chenopodium ambrosioides* (l.) (Paico)

En la tabla 8 se observa los parámetros estadísticos de la densidad en el aceite esencial según los tiempos de destilación.

Tabla 8

*Parámetros estadísticos de la densidad (g/cm^3) en el aceite esencial en hojas de **Chenopodium ambrosioides (l.) (Paico)***

Estadígrafo	Tiempo de destilación		
	60 minutos	90 minutos	120 minutos
Nº observado	3	3	3
Promedio (%)	0,943	0,815	0,804
Desviación estándar	0,002	0.003	0,002
Coeficiente de Variación (%)	0,21	0,31	0,25

Figura 4

*Promedio de la densidad (g/cm^3) en el aceite esencial de hojas de **Chenopodium ambrosioides (l.) (Paico).***

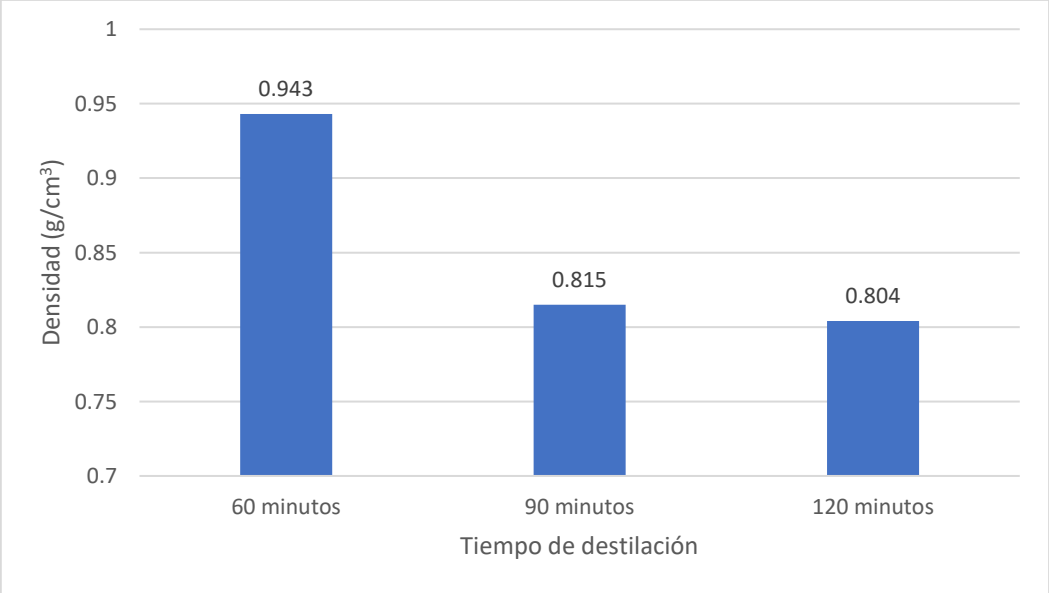


Tabla 9

Análisis de varianza de la densidad en el aceite esencial por tiempo de destilación.

Fuente de variación	*GL*	*SC*	*CM*	*FC*	*P-Valor*	*Signific.*
Tiempo de destilación	2	0,0359042	0,0179521	3557,42	0,000	**
Error	6	0,0000287	0,0000048			
Total	8	0,0359329				

**: Diferencia altamente significativo.

En la tabla 9 se observa la prueba de medias de Tukey en el rendimiento por tiempo de destilación; demostrando que existe diferencia altamente significativa en los diferentes tiempos de destilación, por lo tanto, los tiempos de destilación influyen en la densidad del aceite esencial

Tabla 10

Prueba de medias de Tukey en la densidad del aceite esencial por tiempo de destilación.

Tratamientos	**T_1**	**T_2**	**T_3**
Medias	0,943	0,815	0,804
	A		
		B	
			C

La tabla 10 con la prueba de medias se comprueba que la significancia está dada los 3 tiempos de destilación; siendo la mayor densidad en el tiempo de destilación de 60 minutos con 0,943 g/cm^3.

c) Propiedades organolépticas del aceite esencial en hojas de *Chenopodium ambrosioides* (l.) (Paico)

Tabla 11

Algunas propiedades organolépticas del aceite esencial en hojas de ***Chenopodium ambrosioides (l.) (Paico)***

Propiedades organolépticas	**Aceite esencial en hojas de *Chenopodium ambrosioides* (l.) (Paico)**
Solubilidad de agua	No soluble
Solubilidad de alcohol	Soluble
Viscosidad	Viscoso
Color	Amarillo verdoso
Calidad	Muy fino

La tabla 11 muestra algunas características organolépticas del aceite esencial de ***Chenopodium ambrosioides*** (l.) (Paico) que se evaluaron, tales como su viscosidad, su color amarillento verdoso y su calidad muy fina, que puede ser utilizada en la industria farmacéutica.

4.3. Propiedades químicas del del aceite esencial en hojas de *Chenopodium ambrosioides* (l.) (Paico)

Tabla 12

Principales componentes químicos del aceite esencial en hojas de ***Chenopodium ambrosioides*** *(l.) (Paico).*

Número	**Nombre del compuesto (NIST 08.L)**	**t_R (min)**	**% en la muestra (áreas relativas)**
1	α-terpinene	18.52	73.95
2	β-cymene	18.87	22.72
3	D-limonene	19.09	0.66
4	γ-terpinene	20.71	1.25
5	trans-2-p-Menthene-1,4-diol	35.01	0.46
6	Isoascaridol	35.78	0.6
7	Phytol	53.37	0.36

En la tabla 12 en el análisis químico se encontró valores de α-terpinene con 73,95% en mayor cantidad y Phytol con 0,36% en menor cantidad del aceite esencial de ***Chenopodium ambrosioides*** (l.) (Paico) procedente de la Comunidad Nativa Roya.

4.4. Discusiones

4.4.1. Determinación del rendimiento del aceite esencial en hojas de *Chenopodium ambrosioides* (l.) (Paico)

Borja & Sisalema (2023) señala que su estudio mostró un rendimiento T0: control (suero fisiológico), T1: aceite esencial de paico 2,5%, y T2: aceite esencial de paico 5%. De igual forma, Puma, (2019) señala que el aceite esencial obtenido presenta un rendimiento óptimo de 0.449% con 2 Kg de paico.

Por su parte Huarcaya (2021) afirma que el ***Eucalyptus urophyllus*** x ***Eucalyptus grandis*** mostró el rendimiento más elevado de aceite esencial durante un periodo de destilación de 180 minutos en hojas juveniles, con un promedio del 3,38% y (Ruiz, 2021) reporta que el rendimiento de aceite esencial de las ramas es de 0.67% y de las hojas 0.16%.

Discrepando con lo mencionado por Borja & Sisalema (2023) y Puma (2019) porque el máximo encontrado fue de 0.00967% en un tiempo de 60 minutos; pudiendo atribuir la diferencia al tiempo de destilación y a la cantidad de hojas. Por otro, lado también se discrepa con (Huarcaya, 2021) y (Ruiz, 2021); atribuyendo la diferencia, por tratarse de especies diferentes.

4.4.2. Propiedades físicas del aceite esencial en hojas de *Chenopodium ambrosioides* (l.) (Paico)

a) Contenido de humedad en hojas de *Chenopodium ambrosioides* (l.) (Paico)

Aquino & Avellaneda (2024) informa que en su investigación los resultados encontrados fueron 750 g, 70% de humedad y 60 min. Discrepando con el autor por lo observado en la figura 3, pudiendo atribuir la diferencia a la cantidad de hojas utilizadas y al tiempo de destilación.

b) Densidad (g/cm^3) del aceite esencial en hojas de *Chenopodium ambrosioides* (l.) (Paico)

Valarezo & Cabrera (2017) afirma que la densidad del aceite de Paico fue de 0,9494 g/cm^3. Coincidiendo con lo señalado por los autores por lo indicado en la figura 4.

c) Propiedades organolépticas del aceite esencial en hojas de *Chenopodium ambrosioides* (l.) (Paico)

Casanova & Rengifo (2016) afirma que afirma su color amarillento verdoso y su calidad muy fina, puede ser utilizada en la industria farmacéutica y cosmética; coincidiendo con el autor por lo mostrado en la tabla 11.

4.4.3. Propiedades químicas del del aceite esencial en hojas de *Chenopodium ambrosioides* (l.) (Paico)

Jaramillo (2012), Parrales & Rivas (2022), Valarezo & Cabrera (2017) y Puma (2019) afirman que los compuestos que se pueden

encontrar en aceite esencial de ***C. ambrosioides*** fue a-terpineno (60,29 %), p-cimeno (20,49 %), 4-careno (7,96 %) y trans-ascaridol (1,91 %); α-Terpine (57,84%), (66,18%), (66,39%); o- Cymene (10,27%), (25,80%) y (13,57%); Sabinene hydrate acetate trasn- (11,19%), (3,27%), (4,67%); Guaicol p-vinyl (5,93%), (0,35%); Pinanediol cis 2-3 (4,75%), (1,28%) y n-Nonane (9,95%); Limonene (29,73 %), Mentha-2,8-dien-1-ol<trans-p-> (10,86 %), p-Cymene (8,92 %), α-Terpinene (8,83 %), Mentha-1 (7),8-dien-2-ol<trans-p-> (6,90 %), α-terpinolene (50.94%), pcimeno (8.25%) y carvacrol (3.42%); Bornileno (47,45%), m - cimeno (19,23%) y δ - carene (15,17%). Por lo mostrado en la tabla 12, se concuerda con lo señalado por los autores.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El tiempo de destilación influye en el rendimiento y la caracterización de las propiedades físicas y químicas del aceite esencial de las hojas de ***Chenopodium ambrosioides*** (l.) (Paico)

- Las propiedades físicas del aceite esencial de las hojas del ***Chenopodium ambrosioides*** (l.) (Paico) se caracterizan por tener 83,457% de contenido de humedad, con una densidad de 0.943 g/cm^3 y sus características organolépticas presentan viscosidad, teniendo un color amarillo verdoso y aceite de calidad muy fina.

- Las propiedades químicas del aceite esencial de las hojas del ***Chenopodium ambrosioides*** (l.) (Paico) se caracterizan por presentan el α-terpinene con 73,95% en mayor cantidad y Phytol con 0,36% en menor cantidad del aceite esencial.

- El aceite esencial de las hojas de ***Chenopodium ambrosioides*** (l.) (Paico) presentó mayor rendimiento en el tiempo de destilación de 60 minutos con un promedio de 0,00967%.

5.2. Recomendaciones

- Realizar estudios con mayor cantidad de hojas y en tiempos de destilación distintos.
- Realizar otros estudios con otras partes de la planta con tiempos de destilación distintos tanto para propiedades físicas y químicas
- Realizar otros estudios con otros métodos de extracción de aceites esenciales, teniendo en cuenta los tiempos.
- Comparar el rendimiento de aceites esencial con otras zonas donde crece la especie ***Chenopodium ambrosioides*** (l.) (Paico) bajo el mismo método de destilación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguado, R. (2020). *Extracción líquido-líquido*. Obtenido de Operaciones Básicas de Laboratorio – Química Inorgánica: https://riubu.ubu.es/bitstream/handle/10259.3/62/20.3%20%20Extracci%F3n%20l%EDquido-l%EDquido.pdf;jsessionid=3DE7A325AEF831DA70B88D9EC88E4B60?sequence=3

Aquino, J., & Avellaneda, S. (2024). *Extracción y fraccionamiento simultáneo del aceite esencial de paico (Chenopodium Ambrosioides L.) para la obtención de destilados de composición diferenciada*. Obtenido de Universidad Nacional del Callao: https://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/8828

Araujo, C. (2018). *Parámetros de extracción de aceite esencial de albahaca (Ocimum basilicum L.) por arrastre de vapor*. Obtenido de Universidad Nacional del Altiplano: http://tesis.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/7918

Borja, B., & Sisalema, J. (2023). *Evaluación del aceite esencial de paico (Chenopodium ambrosioides) como antiparasitario gastrointestinal en conejos (Oryctolagus cuniculus) bajo crianza traspatio*. Obtenido de Universidad Técnica de Ambato - Ecuador: https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/39937

Casado, I. (2020). *Optimización de la extracción de aceites esenciales por destilación en corriente de vapor*. Obtenido de Universidad Politécnica de Madrid: https://oa.upm.es/49669/1/TFG_IRENE_CASADO_VILLAVERDE.pdf

Casanova, L., & Rengifo, H. (2016). *Características fisicoquímicas y efecto del aceite esencial de hojas de Chenopodium Ambrosioides y determinación del porcentaje relativo de sus componentes hidrogenados e hidrocarbonados*. Obtenido de

Univesidad Nacional de Trujillo: https://dspace.unitru.edu.pe/items/781599d4-814a-4926-9095-c1896b0c8cfe

De La Torre, L., & Muriel, P. (2008). *Enciclopedia de las plantas útiles del Ecuador*. Obtenido de Real Jardín Botánico: https://bibdigital.rjb.csic.es/records/item/16016-enciclopedia-de-las-plantas utiles-del-ecuador?offset=3

Díaz, J., & Martínez, J. (2013). *Cantidad y calidad de aceites esenciales en hojas de cuatro especies del género eucalyptus - El Mantaro*. Obtenido de Universidad Nacional del Centro del Perú: https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/3397

Estrada, G. (2012). *Estudio de la eficacia del "paico" (Chenopodium ambrosioides) como antihelmíntico, en especímenes silvestres mantenidos en cautiverio en el hogar de paso de fauna silvestre de la Universidad de la Amazonía*. Obtenido de Universidad de Colombia: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321428108004

Gallo, N. (2015). *Caracterización poblacional vista desde las perspectiva del desarrollo humano y el enfoque diferencial*. Obtenido de Universidad de Antioquia: https://www.redalyc.org/pdf/268/26832007009.pdf

García, N. (2002). *Farmacología*. Obtenido de Unviersidad Veracruzana: https://www.uv.mx/personal/lbotello/files/2016/03/FARMACODINAMIA-1.pdf

García, O. (2024). *Cromatografía de Gases/Espectrometría de Masas*. Obtenido de Universidad Veracruzana: https://www.uv.mx/sara/equipamiento/gcms/

Gómez, J. (2008). *Epazote (Chenopodium ambrosioides). Revisión a sus características morfológicas, actividad farmacológica, y biogénesis de su principal principio*

activo, ascaridol. Obtenido de Universidad de Santiago de Chile: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85670103

Hernández, R. (2017). *Metodología de la Investigación*. Obtenido de Mc Graw Hill: https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf

Huarcaya, F. (2021). *Rendimiento y evaluación de algunas propiedades físicas del aceite esencial obtenida por el método de arrastre con vapor de agua de las hojas de Eucalyptus urophylla x Eucalyptus grandis de plantación*. Obtenido de Universidad Nacional de Ucayali: http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4883

Jaramillo, B. (2012). *Bioactividad del aceite esencial de Chenopodium ambrosioides colombiano*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962012000100006

Lambis, H. (2012). *Propiedades físicas y químicas de la materia*. Obtenido de Instituto Tecnológico Comfenalco: https://cveranay.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/05/propiedades-fc3adsicas-y-quc3admicas-de-la-materia.pdf

Lima, S. (2005). *Análisis de los rendimientos obtenidos de dos especies de eucalipto trabajados en seco a nivel laboratorio y a nivel planta piloto en la extracción de su aceite esencial*. Obtenido de Universidad de San Carlos de Guatemala: https://biblos.usac.edu.gt/opac/record/381233

Martínez, A. (2003). *Aceites esenciales*. Obtenido de Facultad de Química Farmacéutica - Universidad de Antioquia: https://www.med-informatica.com/OBSERVAMED/Descripciones/AceitesEsencialesUdeA_esencias2001b.pdf

MIDAGRI. (2015). *Paico*. Obtenido de Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego: https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/sectoragrario/agricola/lineasdecultivosemergentes/PAICO_2.pdf

MIDAGRI. (2023). Tendencias mundiales de aceites esenciales. Ministerio de Desarrollo Agrario y riego. Lima - Perú. 5 -17 p.

Morocco, S. (2017). *Caracterización micro-histologica físico y químico del aceite esencial de las hojas de matico, extraído por arrastre de vapor en un equipo modulador*. Obtenido de Universidad Nacional del Altiplano: https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3276014

Pamies, C. (2024). *Los aceites esenciales*. Obtenido de Laboratorios HEVEA - España: https://es.labo-hevea.com/downloads/HE_es.pdf

Panduro, C. (2009). *Manual de Laboratorio de Transformación Química.* Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali.

Paredes, D., & Quinatoa, F. (2010). *Desarrollo de un sistema de extracción de aceites esenciales*. Obtenido de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/1710/1/15T00453.pdf

Parrales, J., & Rivas, K. (2022). *Estudio comparativo del aceite esencial de paico (dysphania ambrosioides) provenientes de 3 sectores de la provincia de El Oro*. Obtenido de Universidad Técnica de Machala - Ecuador: https://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/21109

Pochteca, S. (2021). *Los aceites esenciales, qué son, propiedades y usos*. Obtenido de Soluciones integrales Pochteca: https://sip.pochteca.net/index.php/blog/post/los-aceites-esenciales-que-son-propiedades-y-usos

Puma, R. (2019). *Extracción y caracterización de aceite esencial de paico (chenopodium ambrosioides) mediante arrastre de vapor* . Obtenido de Universidad Nacional Del Altiplano: http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/11304

Quilca, C. Y. (2011). *Rendimiento de aceites esenciales en hojas y opérculos de Eucalyptus globulus Labill – Bosque El Dorado El Tambo, Huancayo*. Obtenido de Universidad Nacional del Centro del Perú: https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/2603

Quispe, G. (2018). *Efecto Insecticida del Aceite Esencial de Eucalipto (Eucaliptus globulus) y Altamisa (Franseria artemisioides) contra el Kcona Kcona (Eurysacca melanocampta) del Cultivo de la Quinua (Chenopodium quinoa Willd.).* doi:https://doi.org/10.35622/j.rca.2022.02.002

Rius, C. (2013). *Destilación por arrastre de vapor*. Obtenido de Quimica orgánica: https://organica1.org/1311/1311pdf10.pdf

Rodríguez, J. (2015). *Obtención de las funciones de transferencia de las temperaturas del tope y fondo de una destilación binaria*. Obtenido de Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre": https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5282244

Rodríguez, M., Alcaraz, L., & Real, S. (2012). *Procedimientos para la extracción de aceites esenciales en plantas aromáticas*. Obtenido de Instituto Politécnico Nacional - México: https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/540/1/rodriguez_m.pdf

Ruiz, G. (2021). *Determinación de la composición química del aceite esencial extraídos de ramas y hojas de la especie Aniba rosaeodora Ducke (Palo rosa) procedente de la provincia de Atalaya-Ucayali 2020*. Obtenido de Universidad Nacional de Ucayali: http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/5028

Sierra, Y. (2020). *Qué es el rendimiento financiero, productivo y laboral*. Obtenido de Lemontech: https://blog.lemontech.com/que-es-el-rendimiento/

Tripathi, A. (2009). *Structural characterization of Tip20p and Dsl1p, subunits of the Dsl1p vesicle tethering complex*. Obtenido de National Labrary of Medicine: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19151722/

Valarezo, B., & Cabrera, Y. (2017). *Determinación de las propiedades físicas, composición química y evaluación de la actividad biológica del aceite esencial de Chenopodium ambrosioides (Paico) de la provincia de Loja*. Obtenido de Universidad Técnica Particular de Loja: https://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/17495

Villamizar, A. (2016). *Composición química y toxicidad aguda oral del aceite esencial de Lippia alba*. Obtenido de Universidad de Carabobo - Venezuela: https://www.redalyc.org/pdf/3759/Resumenes/Resumen_375946213008_1.pdf

ANEXOS

Análisis de laboratorio

ANEXO 1

Informe de resultados de análisis de composición química de compuestos

Volátiles por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas

UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN EN PRODUCTOS NATURALES

Informe de resultados

Solicitante:	**Jennyfer Tuesta Rengifo** **Universidad Nacional de Ucayali**
Muestra:	1 muestra de aceite esencial
Análisis:	Composición química de compuestos volátiles por Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas.
Fecha de entrega de Resultados:	08 de febrero de 2024

RESULTADOS

En la página 2 a 3 del presente informe.

Atentamente,

Dr. Billy Cabanillas Amado
Unidad de Investigación en Productos Naturales LID-Laboratorio 209
e-mail: rosario.rojas@upch.pe
https://investigacion.cayetano.edu.pe/catalogo/productosnaturales/uipn
Teléfono: 51-1-3190000 Anexo 233227

Av. Honorio Delgado 430, San Martín de Porres 15102
Central Telefónica: (511) 319-0000 2402
Facultad de Ciencias e Ingeniería

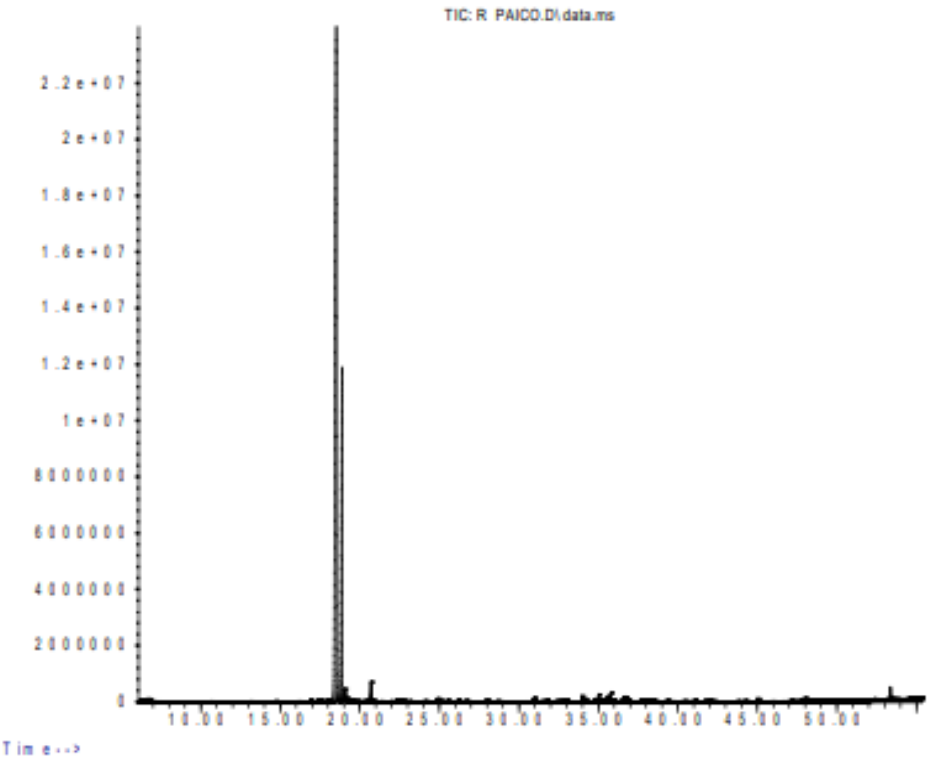
Reporte de resultados

Código de muestra: Aceite de paico

Se identificaron 7 compuestos que comprenden el 100% de la composición total

Número	Nombre del compuesto (NIST 08.L)	t_R (min)	% en la muestra (áreas relativas)
1	α-terpinene	18.52	73.95
2	β-cymene	18.87	22.72
3	D-limonene	19.09	0.66
4	γ-terpinene	20.71	1.25
5	trans-2-*p*-Menthene-1,4-diol	35.01	0.46
6	Isoascaridol	35.78	0.60
7	Phytol	53.37	0.36

Cromatograma de GC-MS:



Av. Honorio Delgado 430, San Martín de Porres 15102
Central Telefónica: (511) 319-0000 2402
Facultad de Ciencias e Ingeniería

Condiciones cromatográficas:

Columna: J&W 122-1545.67659 DB-5ms, 325 °C: 60 m x 250 µm x 0.25 µm.

Rampa de temperatura: Empieza en 40 °C, 4°C/min hasta 100°C manteniéndose por 5 min, y finalmente 2.5°C/min hasta 300 manteniéndose por 5min.

Tiempo de corrida: 58 min

Inyección: 3 µL

Split: 10:1

Gas portador: He

Flujo: 1ml/min

Detector: Espectrómetro de Masa marca Agilent Technologies modelo 5975C

Av. Honorio Delgado 430, San Martín de Porres 15102
Central Telefónica: (511) 319-0000 2402
Facultad de Ciencias e Ingeniería

Análisis Botánico

ANEXO 2

Constancia de determinación de muestra botánica

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, Decana de América
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura - IVITA
Estación IVITA Pucallpa
Herbario Regional de Ucayali IVITA – Pucallpa (HRUIP)

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

CONSTANCIA N° 0001-HRUIP-2024
DETERMINACIÓN DE MUESTRAS BOTÁNICAS

Por el presente se deja constancia que la muestra botánica presentada por la Bach. **Jennyfer Esther Tuesta Rengifo**, identificada con DNI N° 75734908. Bajo la Tesis de Investigación Titulada: "Caracterización fisicoquímica y rendimiento del aceite esencial de las hojas de ***Chenopodium ambrosioides*** (L) "PAICO", con 3 tiempos de destilación". La muestra fue adquirida en el Departamento de Ucayali, Provincia de Coronel Portillo, Distrito de Iparia, CC.NN. Roya, mes de diciembre del 2023. Se realizó la determinación taxonómica, la misma que se detalla a continuación:

Especie: *Dysphania ambrosioides (L.) Mosyakin & Clemants*

Clase: Equisetopsida C. Agardh
Subclase: Magnoliidae Novák ex Takht.
Superorden: Caryophyllanae Takht.
Orden: Caryophyllales Juss. ex Bercht. & J. Presl
Familia: Amaranthaceae Juss.
Género: Dysphania R. Br.
Especie: **Dysphania ambrosioides** (L.) Mosyakin & Clemants
Sinónimo de la especie (=Chenopodium ambrosioides L.)

Sin otro particular, se expide el presente documento a solicitud de la interesada para los fines convenientes.

Pucallpa, 10 de enero del 2024

Dra.Blga. Zoyla Mirella Clavo Peralta
Responsable del Herbario Regional de Ucayali IVITA Pucallpa
Registro CBP No. 1187

Herbario Regional de Ucayali IVITA Pucallpa (HRUIP) - Institución Científica Nacional Depositaria autorizada con RDG N° 349-2016-SERFOR/DGGSPFFS. Jr. Daniel Alcides Carrión # 319, Callería. hruip.fmv@unmsm.edu.pe. 961071092

Panel fotográfico

ANEXO 3

Evidencias fotográficas del proceso de extracción del aceite esencial.



Figura 1. Plata de Paico.



Figura 2. Cortando las muestras de hojas de paico.



Figura 3. Pesando la muestra.



Figura 4. Colocando las muestras en el horno.



Figura 5. Colocando la muestra en la canastilla del destilador.



Figura 6. Peso de las muestras.

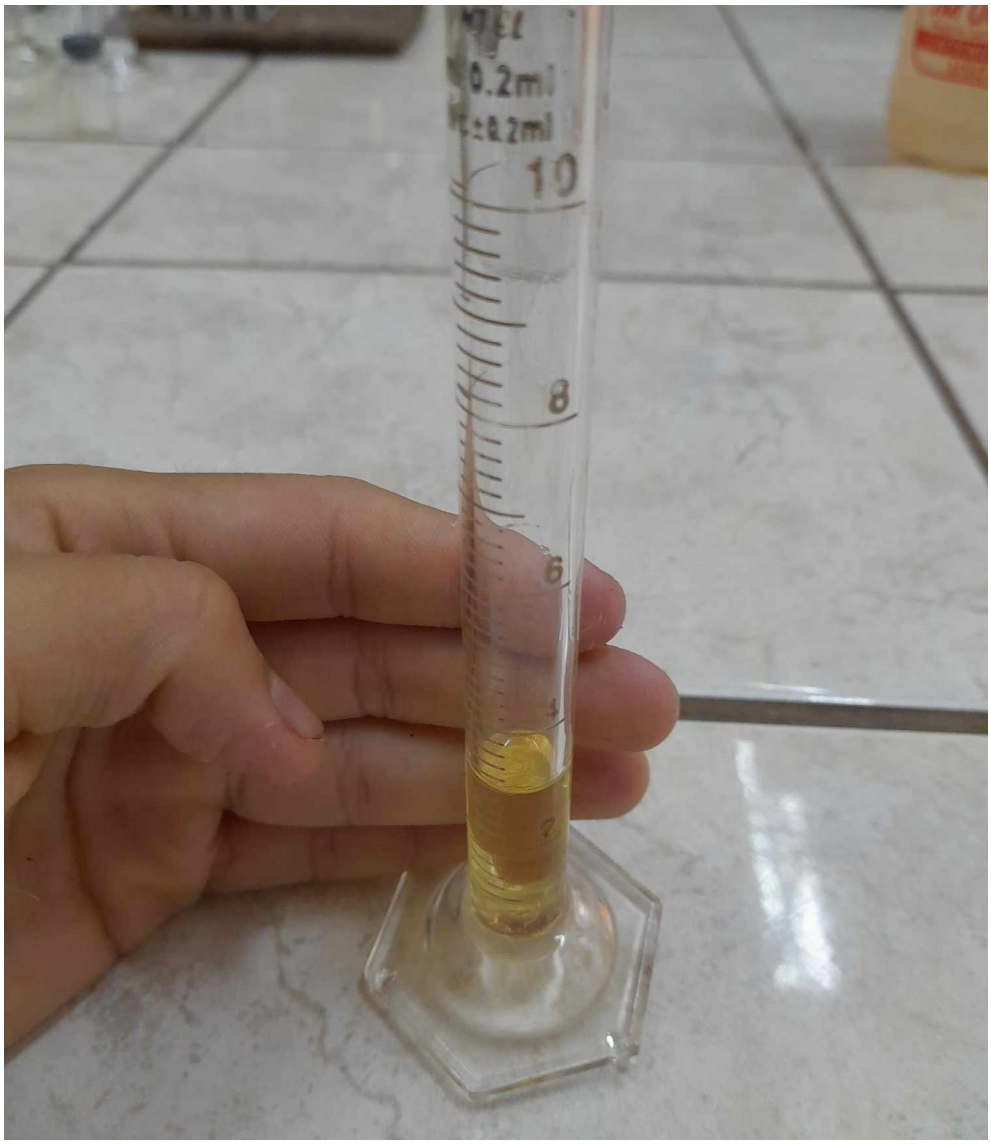


Figura 7. Aceite esencial extraído.

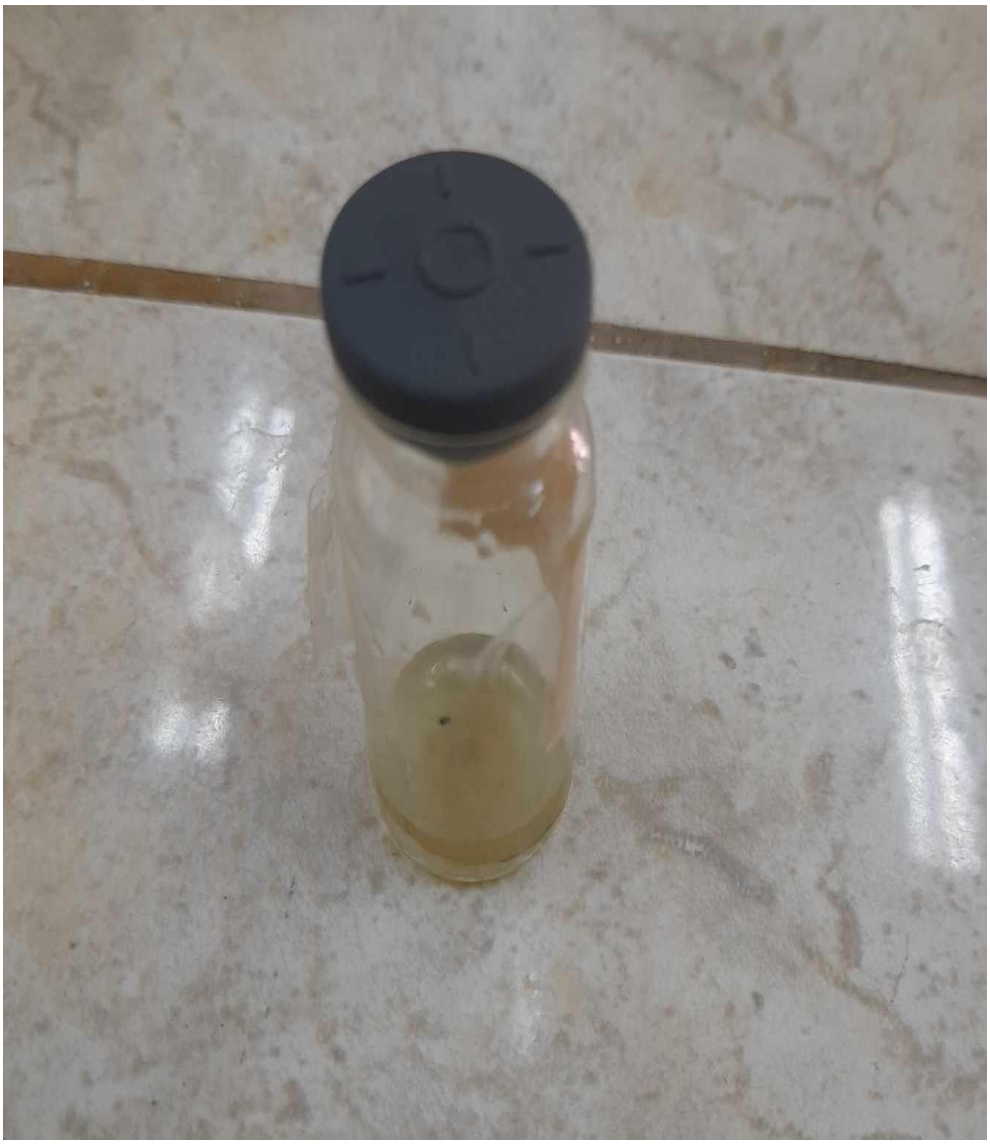


Figura 8. Aceite esencial para ser enviado al laboratorio.