

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



**“DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL
ACEITE ESENCIAL EXTRAIDOS DE RAMAS Y HOJAS DE LA
ESPECIE *Aniba rosaeodora* Ducke (Palo rosa) PROCEDENTE
DE LA PROVINCIA DE ATALAYA-UCAYALI, 2020”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO FORESTAL

GABRIELA ESTER RUIZ DUARTE

PUCALLPA – PERÚ

2021



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



ACTA DE APROBACION DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 419/2021-CGyT-FCFyA-UNU.

En la ciudad de Pucallpa a las 09:20 a.m. del día 16 de agosto del 2021 de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en forma virtual, mediante la plataforma unificada de comunicación y colaboración Microsoft Teams, los mismos que estuvieron designados con Memo Múltiple N° 102-2021-UNU-FCFyA, conformado por los siguientes docentes:

Dr. Carlos Panduro Carbajal	Presidente
Dra. Zenayda Emilia Estrada Tuesta	Miembro
Lic. Mg. Julián Robert Pérez Virgilio	Miembro

Se procedió a evaluar la sustentación de tesis denominada: "**DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACEITE ESENCIAL EXTRAIDOS DE RAMAS Y HOJAS DE LA ESPECIE *Aniba rosaeodora* Ducke (Palo rosa) PROCEDENTE DE LA PROVINCIA DE ATALAYA-UCAYALI, 2020**", presentado por la bachiller **GABRIELA ESTER RUIZ DUARTE**, asesorada por el **Ing. M.Sc. MOISES TORRES VELASCO**. Habiendo finalizado la sustentación se procedió a la formulación de preguntas por parte del jurado evaluador, las que fueron absueltas por el sustentante, en consecuencia, la tesis fue **APROBADA** por **UNANIMIDAD** y **RECOMENDACIÓN DE PUBLICACION**, quedando expedito para el otorgamiento del **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL**. Siendo las 10:32 a.m. del mismo día se da por finalizado el acto académico, firmando los miembros en señal de conformidad.

Dr. Carlos Panduro Carbajal
Presidente

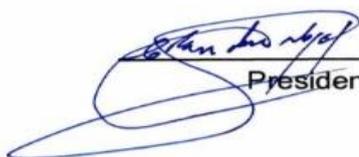
Dra. Zenayda Emilia Estrada Tuesta
Miembro

Lic. Mg. Julián Robert Pérez Virgilio
Miembro

ACTA DE APROBACIÓN

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

Dr. Carlos Panduro Carbajal



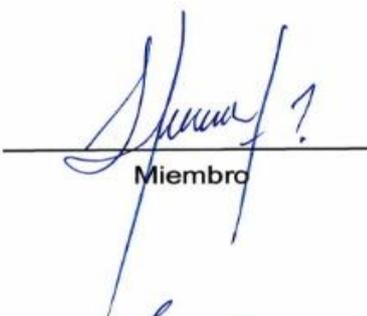
Presidente

Dra. Zenayda Emilia Estrada Tuesta



Miembro

Lic. Mg. Julián Robert Pérez Virgilio



Miembro

Ing. M.Sc. Moisés Torres Velasco



Asesor

Bach. Gabriela Ester Ruiz Duarte



Tesista



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCION DE PRODUCCION INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

N° V/0292-2021

La Dirección de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el Informe Final(Tesis), Titulado:

“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”

Autor(es) : RUIZ DUARTE, GABRIELA ESTER

Facultad : CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

Escuela Profesional : INGENIERIA FORESTAL

Asesor(a) : Mg. TORRES VELASCO, MOISÉS

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documentopresenta un **porcentaje de similitud de 10%**.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: Si Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que Si se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se entrega la presente constancia.



Fecha: 06/08/2021

Dr. ABRAHAM ERMITANIO HUAMAN ALMIRON

Dirección de Producción Intelectual

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS
REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, Gabriela Ester Ruiz Duarte.

Autor de la TESIS titulada:

"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"

Sustentada el año: 2021.

Con la asesoría de: Ing. M.Sc. Moises Torres Velasco.

En la Facultad de: Ciencias Forestales y Ambientales.

Carrera Profesional de: Ingeniería Forestal.

Autorizo la publicación:

PARCIAL Significa que se publicará en el repositorio institucional solo La caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar si su tesis o documento presenta material patentable, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

TOTAL Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

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 y del Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 16/08/2021

Email: gabriruizduarte@gmail.com

Firma: 

Teléfono: 968367840

DNI: 72671821

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a Dios, por conceder el privilegio de la vida, guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a superar las adversidades sin perder la dignidad y no darme por vencido.

A mis padres Edwin y Neyde, por haber brindado su apoyo incondicional, con consejos de superación, amor, ayudarme con los recursos necesarios para estudiar y enseñarme que las metas son alcanzables y que una caída no es una derrota sino el principio de una lucha que siempre termina en logros y éxitos.

A mis hermanos Jessi, Anita, Darwin, Lady y Marcos, porque son cómplices de las cosas que desde niño compartíamos en familia, este logro es para ustedes también apreciados hermanos.

A Andrew, tu ayuda ha sido fundamental, has estado conmigo en los momentos más turbulentos como estudiantes. Este proyecto no ha sido fácil, pero estuviste motivándome y ayudándome hasta donde tus alcances lo permitían.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Ucayali, mi alma mater que me permitió formarme como profesional.

A la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales por la formación profesional durante los años como estudiante.

Al Ing Msc. Moisés Torres Velasco, asesor principal de este trabajo, que confió en mí y me dio la oportunidad de ejecutar la tesis.

Al Sr. Gerardo Arimuya, quien colaboro con este trabajo y acompañó durante la ejecución.

A los dueños de las plantaciones de Palo de Rosa de Atalaya, por brindarme el permiso para poder ingresar y recolectar las muestras.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	viii
INDICE DE CONTENIDO.....	viii
INDICE DE TABLA.....	xii
INDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I.....	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.2. OBJETIVOS.....	5
CAPITULO II.....	6
MARCO TEORICO.....	6
2.1. Antecedentes.....	6
2.2. Planteamiento teórico del problema.....	9
2.2.1. Conceptos de aceite esencial.....	9
2.2.1.1. Origen.....	10
2.2.1.2. Clasificación de los aceites esenciales.....	10
2.2.1.3. Métodos de obtención de aceites esenciales.....	11
2.2.1.4. Composición química de los aceites esenciales.....	13
2.2.1.5. Propiedades físico – químicos de los aceites esenciales.....	14
2.2.1.6. Propiedades físicas de los aceites esenciales.....	15

2.2.1.7. Usos de los aceites esenciales.....	16
2.2.1.8. Rendimiento de los aceites esenciales.....	18
2.2.1.9. Factores que afectan el rendimiento y la calidad de los aceites esenciales	19
2.2.2. Características de la especie Palo Rosa Ducke	20
2.2.2.1. Taxonomía y descripción botánica: <i>Aniba rosaeodora ducke</i>	20
2.3. Términos básicos	23
CAPITULO III	24
METODOLOGÍA.....	24
3.1. Método de investigación.....	24
3.2. Población y muestra.....	24
3.3. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	24
3.3.1. Técnicas	24
3.3.2. Instrumentos.....	25
3.3.3. Materiales y equipos	25
3.4. Procesamiento para la recolección de datos	26
3.4.1. Recolección de materiales.....	26
3.4.2. Determinación de contenido de humedad (NTP 251.010).....	26
3.4.3. Destilación por arrastre con vapor de agua	26
3.4.4. Separación de aceite	27
3.4.5. Obtención del rendimiento del Aceite Esencial (NTP 319.079)	27
3.4.6. Cromatografía para el aceite esencial.....	27
3.5. Tratamientos de datos	28
CAPITULO IV	29
RESULTADOS Y DISCUSIONES	29

4.1. Composición química del aceite esencial	29
4.2. Rendimiento del aceite esencial	35
CAPITULO V	38
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38
5.1. Conclusiones	38
5.2. Recomendaciones	39
BIBLIOGRAFÍA	40
ANEXO	47
Análisis de laboratorio	48
Panel fotográfico.....	51

INDICE DE TABLA

Tabla 1.	Principales componentes químicos del aceite esencial del palo rosa-Atalaya.....	29
Tabla 2.	Rendimiento de aceite esencial de las partes vegetativas del palo rosa.....	35
Tabla 3.	Rendimientos de aceite esencial de 10 especies aromáticas peruanas.....	36

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Método de destilación por arrastre de vapor	12
Figura 2.	Principal componente del palo rosa “Linalol”	16
Figura 3.	Aceite esencial del palo rosa.....	17
Figura 4.	Aceite esencial del palo rosa.....	18
Figura 5.	Árbol de palo rosa	20
Figura 6.	Proporción de los componentes químicos del aceite esencial..	30
Figura 7.	Rendimiento de las partes vegetativas y el promedio total	35

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se determinó 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 población estuvo constituida por ramas y hojas de palo de rosa, estas fueron recolectadas con tijeras telescópicas y picadas en trozos de 0.2cm x 0.2 cm a la vez que fueron almacenadas en una bolsa bien hermético para su transporte al laboratorio de transformación química de la Universidad Nacional 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. Se determinaron los componentes químicos con cromatografía en la Universidad Cayetano Heredia, a la vez se determinó el rendimiento de aceite esencial de las ramas y las hojas. 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%.

Palabras clave: α - Linalol, Destilación mediante arrastre a vapor, bolsas herméticas.

ABSTRACT

In the present research work, the chemical composition of the essential oil of branches and leaves of the species *Aniba rosaeodora* Ducke (Palo rosa) from the Atalaya province, Ucayali Region, was determined. The population consisted of branches and leaves of rosewood, these were collected with telescopic scissors and chopped into pieces of 0.2cm x 0.2 cm at the same time that they were stored in a well hermetic bag for transport to the chemical transformation laboratory of the National University of Ucayali. The extraction of the essential oil was done by steam distillation with a distillation time of 180 minutes for each vegetative part. The chemical components were determined with chromatography at the Cayetano Heredia University, at the same time the essential oil yield of the branches and leaves was determined. The essential oil of the rosewood of branches and leaves from Atalaya has 13 chemical components, being α -Linalol the main component representing 67% of the total, followed by α -Terpineol with 12.02%. The essential oil yield of the branches is 0.67% and 0.16% of the leaves.

Keywords: α - Linalool, Steam distillation, hermetic bags.

INTRODUCCION

No hay conocimientos que puedan asegurar investigación idónea que posibiliten la producción permanente y suficiente de materia prima. Dentro de este contexto, se halló la especie *Aniba rosaeodora* Ducke, palo de rosa, perteneciente a la familia Lauraceae. Esta especie es mirada con gran valor económico debido a la elaboración de aceite esencial rico en linalol, obtenido a partir de la destilación de su madera, hojas y raíces (Arévalo & Alva, sf).

La diversidad biológica en la amazónica muestra una pluralidad de especies vegetales que contienen aceites esenciales, sin embargo a muchos de estos se les da bajo valor ya sea porque no son abundantes o porque tienen escaso contenido de aceites esenciales (Ríos, 2016) , por eso no se cifra en éstas ninguna expectativa, salvo que se encuentre una esencia cuyo olor sea distinto a los aceites esenciales de las especies populares en la industria perfumista o porque dentro de su composición pueda haber un elemento con una estructura química nueva para ampliar nuevos aromas (López & Ríos, 2013).

Su uso excesivo ha perjudicado la subsistencia de la especie debido a su calmoso crecimiento y desarrollo. La fragancia se ubica en la corteza y en leño, esta se consigue por destilación de las virutas y se usa en diferentes perfumes (Comisión Nacional contra la Biopirateria, 2015).

Es recomendable analizar todos los elementos del aceite esencial, para ampliar las alternativas y extender su empleo. Las propiedades fisicoquímicas de la materia prima de las que se obtiene el aceite esencial se deben investigar paulatinamente (López & Ríos, 2013).

Cabe señalar que, en la Amazonía, la explotación de aceite esencial de «palo rosa» fue muy intensa, pero su consumo fue decreciendo debido a la

aparición de productos sintéticos; sin embargo, frente a la nueva tendencia de consumir productos de fuentes naturales y el consiguiente aumento de la demanda, se ha suscitado nuevamente el interés por este producto (Chacón et al., 2006).

Estudiar constantemente a las especies forestales de la Amazonia fortalece el mundo de la fitoquímica en especial el palo rosa que es una especie poco vista en el bosque, la idea de la investigación es mantener o impedir que esta especie deje de ser valiosa, conociendo sus principales componentes químicos del aceite esencial aportara información valiosa para fomentar emprendimiento sostenible con este recurso.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Aniba rosaeodora Ducke (palo de rosa) fue sumamente utilizado en la amazonia en las décadas de 50 y 60 del siglo XX para la producción del aceite esencial (López & Ríos, 2013). Es rica en linalol y usado como aroma de perfumes finos y como fijador de perfumes dejó de tener valor cuando Kimell y Karrol sintetizaron el linalol a partir de oleorresinas de coníferas (Alvarenga & Taveira, 1976 citado por López & Ríos, 2013), (Ríos, 2016).

Al reemplazar la industria del perfume el linalol natural por linalol sintético, toda la economía que generó el boom del palo de rosa en la amazonia se vino abajo. Cuando se halla elementos secundarios en el linalol sintético que son dañinos para la salud humana es cuando se advierte la necesidad de volver a los productos naturales. Por eso es recomendable investigar todos los componentes presentes en el aceite esencial, para extender sus alternativas y ampliación de usos, sus propiedades fisicoquímicas de la materia prima (López & Ríos, 2013).

Podemos señalar que la biodiversidad amazónica supone variedad mas no cantidad, por eso se hace necesario repoblar el bosque con aquellas especies promisorias en aceites esenciales como las Lauráceas (Palo de rosa y otras de la misma familia) (Chacón, 2006 citado por López & Ríos, 2013).

De este modo es necesario conocer cuáles son los componentes químicos del aceite esencial extraídos de la hoja y ramas de la especie

Palo rosa procedentes de Atalaya para posteriormente programar ideas y planes de bionegocios sustentables. Además, frente a la nueva tendencia de consumir productos de fuentes naturales y el consiguiente aumento de la demanda, se ha suscitado nuevamente el interés por este producto (Chacón et al., 2006)

Con esta investigación la Amazonía podría tener una alternativa con el Palo de Rosa para la producción del aceite esencial a fin de poder proveer de manera constante la demanda de empresas del perfume, cosmetológicas, farmacológicas, y alimentarias (López & Ríos, 2013).

Estudios recientes hacen referencia que los perfumes sintéticos son causantes de daños al ecosistema y la salud incluso relacionándolo con el cáncer ya que estos productos se acumulan en el medio ambiente y en los seres vivos (La Vanguardia, 2006). En tal sentido se con la presente investigación se busca retornar la importancia de los aromas naturales mediante el conocimiento de sus componentes químicos.

Problema general

- ¿Cuáles serán los componentes químicos del aceite esencial extraídos de las hojas y ramas del Palo rosa procedentes de Atalaya?

Problemas específicos

- ¿Cuáles serán los principales componentes químicos del aceite esencial extraídos de ramas y hojas de *Aniba rosaeodora* Ducke?
- ¿Cuál será el rendimiento del aceite esencial extraídos de ramas y hojas de la especie *Aniba rosaeodora* Ducke?

1.2. OBJETIVOS

Objetivo principal

- Determinar los componentes químicos del aceite esencial extraídos de las hojas y ramas del Palo rosa procedentes de Atalaya.

Objetivos específicos

- Determinar los principales componentes químicos del aceite esencial extraídos de ramas y hojas de *Aniba rosaeodora* Ducke (Palo rosa).
- Determinar el rendimiento del aceite esencial extraídos de ramas y hojas de la especie *Aniba rosaeodora* Ducke (Palo rosa).

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes

(Baltazar, 2011) Identificó que en la ciudad de Pucallpa se utilizaba el aceite de la especie Palo Rosa (*Aniba rosaeodora*), de ellas se obtenían productos para la elaboración de perfumes. Además, menciona que esta especie fue explotada irracionalmente hasta el punto de casi extinguirla de nuestra selva, ahora es difícil su localización de esta especie.

El aceite esencial de *Aniba rosaeodora* ducke “Palo de rosa”, no muestra un potencial irritante ya que el índice de irritación primaria es 0.21 considerándose este resultado como insignificante, y por ende se encuentra dentro de los límites permitidos para estudios sometidos con conejos albinos que presentan diferentes lesiones dérmicas (Kuch & Carpio, 2014).

De las diferentes partes de la especie *Aniba rosaeodora* Ducke, se obtuvo por destilación con arrastre a vapor 0.33% de las hojas frescas, 1.52% de las hojas secas, presentaron una densidad de 0.889 g/cm³ a 20 °C. Para la extracción con dióxido de carbono en condición supercrítica, se obtuvo un 0.36% de las hojas frescas, un 0.54% de las hojas secas y 0.37% de los tallos frescos, que presentaron una densidad de 0.8315 g/cm³ a 20 °C. Para la extracción con solventes se obtuvo 1.74% de las hojas secas, 0.34% de las hojas frescas, y 0.17% de los tallos frescos, con una densidad promedio de 0.8236 g/cm³ a 20 °C. La caracterización por GC-MS de los aceites esenciales extraídos de carbono nos confirma que el constituyente es el linalol con un 97.24% en las hojas frescas;

95.01% en las hojas secas y 97.13% en tallos frescos. Por otro lado, estos procesos son una vía accesible para las personas interesadas en extraer este tipo de aceite, debido a su practicidad, a la carencia de equipos complicados y relativamente costosos (Arévalo & Alva, sf).

El palo de rosa *Aniba rosaeodora* Ducke, pertenece a la familia Lauraceae de gran valor económico en el mercado internacional debido al aceite esencial usado como fijador en la industria del perfume (Evans, 1991). La demanda de este producto en el mercado internacional en la década de 50 y 60 del siglo XX ha traído como resultado un aprovechamiento excesivo de la especie, reduciendo su población al punto que se ha incluido como una especie en amenaza de extinción en países como Colombia, Brasil y Surinam (Judd et al., 2002 citado por López & Ríos, 2013).

En la familia Lauráceae, la especie de gran valor es el Palo de Rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke), conocida desde principios del siglo XX por su alto contenido de linalol, fue llevado desde Guyana Francesa a Francia para ser usada en la industria del perfume (Harbone, 1973 citado por López & Ríos, 2013)

Según Homma, 2003. Las primeras informaciones de su utilización datan de 1883, siendo que la especie era extraída en la Guyana Francesa y el aceite esencial se destilaba en Paris (Gonzales, 2000 citado por López & Ríos, 2013)

Señala que el linalol sintético reemplazó al aceite esencial del palo de rosa en la perfumería de bajo costo, el decaimiento de los stocks afectó al sector dedicado a este rubro industrial. Los precios en la década del 50

del siglo XX fueron sumamente bajos y la escasez del producto natural no hizo que los precios subieran debido a la baja de demanda por el cambio al producto sintético (Homma, 2005).

Con una muestra de palo de rosa de Tahuayo -Tamshiyacu mediante el método de destilación de arrastre de vapor se extrajo 23.70% de linalol, con destilación de agua se obtuvo 31.39%, el rendimiento obtenido por arrastre a vapor presentó mejores calidades a pesar de tener bajo porcentaje de linalol (Chacón, 2006 citado López & Ríos, 2013).

(Chacón et al., 2006), obtuvieron mediante destilación por arrastre a vapor un rendimiento de 0.44%, para el aceite esencial obtenido por destilación con agua obtuvieron rendimiento de 0.47%, el tamaño de partículas influye en la destilación por arrastre de vapor.

Menciona que el aceite de las hojas no puede ser mirado como un reemplazante directo del aceite de la madera ya que poseen particularidades olfativas diferentes por la presencia de isofitol (Homma, 2005 citado por Ríos, 2016).

(Floral Research Laboratories Oregon, 2006), Encontró en un análisis realizado por HRGC-MS de una muestra de aceite esencial palo de rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) procedente de Masisea - Pucallpa 41% de linalol y 2.95% de benzoato de bencilo como el segundo componente más importante después del α -terpineol, este resultado según Flora Research Laboratories. Es considerado inconsistente con el perfil del aceite esencial de palo de rosa ya que todos los análisis de aceites esenciales de esta planta muestran solo la presencia de sustancias terpenoidales: mono y sesquiterpenos.

2.2. Planteamiento teórico del problema

2.2.1. Conceptos de aceite esencial

Solomons (1988), afirma lo siguiente: “Los óleos esenciales presentan componentes aromáticos y sabores diversos que son constituidos principalmente por oxígeno y elementos volátiles”.

También afirma de forma semejante que: Los aceites esenciales tienen componentes químicos que se encuentran en las flores, hojas y ramas, éstas pueden ser obtenidas por diversos procesos de destilación (Bandoni, 2000)

Por otra parte: “El óleo que se obtiene de las plantas de diversas especies que contienen glándulas secretoras en el corazón del fruto, incluso de las semillas (Dabbah & Motas, 1970).

Los aceites esenciales, resinas, extractos y especias son vistos y empleados desde años atrás con diferentes aplicaciones en la perfumería, como ambientador, cosmetología y medicinal. hay relatos en manuscritos egipcios, chinos y hay cerca de 200 citas en la Biblia vinculadas con estas sustancias (Ortuño, 2006) citado por (Aguilar, 2018).

Los aceites esenciales provienen de las flores, frutos, hojas, raíces, semillas y corteza de los vegetales. El aceite de espliego por ejemplo resulta de una flor, el aceite de pachulí, de una hoja, y el aceite de naranja, de un fruto (De León, 2008) citado por (Aguilar, 2018)

Su estructura está conformada por moléculas aromáticas y partículas energéticas. Son extremadamente volátiles, sensibles a los rayos del sol y a los cambios bruscos de temperatura. Son livianos y no grasos, insolubles en agua y levemente solubles en vinagre. Se disuelven

bien en alcohol y mezclan en forma excelente con ceras, grasas y aceites vegetales (Hernández, 2005) citado por (Aguilar, 2018)

2.2.1.1. Origen

Los aceites esenciales son característicos de los magnoliales , los laurales , los austrobaileyales y los piperales , y también de algunas familias no emparentadas con estos órdenes, como Myrtaceae, Rutaceae, las familias de apiales, Lamiaceae , Verbenaceae y Asteraceae (Kuch & Carpio, 2014).

Están presentes en distintas partes de la planta: En las flores (como en el caso de la lavanda, el jazmín y la rosa); en todo el árbol (como sucede con el eucaliptus); en las hojas (la citronela); en la madera (el sándalo); en la raíz (el vetiver); en la resina que exhudan (el incienso, la mirra y el benjuí); en la cáscara de los frutos (el limón, la naranja y la bergamota) (Mozombite & Sahuararura, 2015).

Adentro de los tejidos vegetativos, se localiza en células esféricas o diferentes cavidades o canales en el parénquima, y cuando brindan el olor a las flores, se ubica en las glándulas odoríferas en donde son liberados (Mozombite & Sahuararura, 2015)

2.2.1.2. Clasificación de los aceites esenciales

La clasificación de los aceites esenciales ha ido progresando en la medida que han aumentado los conocimientos acerca de su constitución; la primera clasificación fue hecha por Berzelius que los dividió en estearoptenos a la fracción que cristaliza con el reposo y eleoptenos a la fracción que no solidifica. A la fracción cristalina la denominó alcanfores

por su semejanza con el alcanfor tales como alcanfor de timol (timol), alcanfor de mentol (mentol) (Kuch & Carpio, 2014).

Se pudo comprobar posteriormente que la mayor parte de los denominados alcanfores tienen una constitución de hidrocarburos cuya fórmula general es $C_{10}H_{16}$ o derivados de esta estructura (Kuch & Carpio, 2014).

Investigaciones posteriores llevaron a la conclusión de, que la mayor clasificación de los componentes de los aceites esenciales debe fundarse en el sistema general de clasificación de los compuestos orgánicos tal como quedó establecido (Kuch & Carpio, 2014).

Los aceites esenciales químicamente están formados por una mezcla de monoterpenos, (C_{10}), sesquiterpenos (C_{15}), y compuestos de naturaleza fenólica (Homma, 2005).

2.2.1.3. Métodos de obtención de aceites esenciales

Los aceites esenciales se pueden obtener de las muestras vegetales por diferentes métodos como: expresión, destilación con vapor de agua, extracción con solventes volátiles, enfleurage y con fluidos supercríticos. El componente vegetal es prensado para librar el aceite y este es acumulado y filtrado. Este método es usado para las esencias de cítricos (Kuch & Carpio, 2014)

En la destilación por arrastre con vapor de agua, la muestra vegetal generalmente fresca y cortada en trozos pequeños, es metido en una cámara inerte y puesta a una corriente de vapor de agua sobrecalentado, la esencia así arrastrada es posteriormente condensada, recolectada y separada de la fracción acuosa. Esta técnica es usada generalmente para esencias fluídas, en especial las usadas para perfumería. Se usa a nivel

industrial ya que tiene alto rendimiento, por la pureza del aceite y no requiere tecnología sofisticada (Kuch & Carpio, 2014).



Figura 1. Método de destilación por arrastre de vapor

En el método de extracción con solventes volátiles, la muestra seca y molida se combina con solventes como el alcohol, cloroformo, entre otros. Estos solventes diluyen la esencia, pero también diluyen y extraen otras sustancias tales como grasas y ceras, obteniendo una esencia impura. Se usa a escala de laboratorio ya que a nivel industrial resulta costoso debido al valor comercial de los solventes, porque se obtienen esencias impuras con otras sustancias, y además por el riesgo de explosión e incendio característicos de muchos solventes orgánicos volátiles (Kuch & Carpio, 2014)

En el método de enflorado o enfleurage, el material vegetal (generalmente flores) es unido con un óleo vegetal. La esencia es solubilizada en el aceite vegetal que actúa como vehículo extractor. Se obtiene inicialmente una mezcla de aceite esencial y aceite vegetal la cual es separada posteriormente por otros medios físico-químicos. Esta técnica es empleada para la obtención de esencias florales (rosa, jazmín,

azahar, etc.), pero el bajo rendimiento y la dificultad de separación del aceite extractor hace que sea costosa (Kuch & Carpio, 2014).

El método de extracción con fluidos supercríticos es más reciente. El material vegetal es 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 líquido supercrítico (por ejemplo, bióxido de carbono líquido), las esencias son así solubilizadas y arrastradas y el líquido supercrítico que actúa como solvente extractor y se elimina por descompresión progresiva hasta alcanzar la presión y temperatura ambiente, y finalmente se obtiene una esencia pura. Aunque presenta varias ventajas como rendimiento alto, es ecológicamente aceptable, el solvente se elimina fácilmente e inclusive se puede reciclar, y las bajas temperaturas utilizadas para la extracción no modifican químicamente los elementos de la esencia, sin embargo, el equipo requerido es sumamente costoso, ya que se requieren bombas de alta presión y sistemas de extracción también resistentes a las altas presiones (Martínez, 2003 citado por Kuch & Carpio, 2014)

2.2.1.4. Composición química de los aceites esenciales

La composición química de los aceites esenciales es diversa, en un mismo individuo la composición es variable. Se llegan a localizar más de 150 elementos químicos en una planta en considerables proporciones para ser considerados como componentes importantes del aceite. Existen componentes químicos, cuya cantidad presente en el aceite esencial, no es numeroso cuantitativamente, pero esta influye cualitativamente. Los aceites esenciales son mezclas complejas de hasta más de 100

componentes que pueden tener la siguiente naturaleza química:
(Grunther en 1996 citado por (Piedra, 2007; Aguilar, 2018))

Compuestos alifáticos de baja masa molecular (alcanos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres y ácidos.)

- Monoterpenos.
- Sesquiterpenos
- Fenilpropanos.

2.2.1.5. Propiedades físico – químicos de los aceites esenciales

Las propiedades fisicoquímicas de los aceites esenciales o esencias son muy variadas, puesto que el grupo engloba sustancias muy diferentes, que prácticamente pueden ubicar solo una; como, por ejemplo, en la gaulteria en la cual el 98 a 99 % de su esencia se encuentra compuesto de salicilato de metilo y la esencia de canela contiene más de 85 % de cinamaldehído o más de treinta compuestos como en la de jazmín o en la de manzanilla (De León, 2008) citado por (Aguilar, 2018)

El rendimiento de esencia extraído de una planta varía de unas cuantas milésimas por ciento de peso vegetal de 1 a 3 %. La composición de una esencia se puede modificar con la época de la recolección, zona geográfica o leves cambios genéticos. En gimnospermas y angiospermas aparecen las principales especies que contienen aceites esenciales, distribuyéndose dentro de unas sesenta familias. Son particularmente ricas en esencias las pináceas, lauráceas, mirtáceas, labiáceas, umbelíferas, rutáceas y asteráceas (Aguilar, 2018)

Las propiedades físicas de los aceites esenciales son su volatilidad y su difusión a temperatura ambiente. En general, si se dejan en contacto

con el aire, se evaporan totalmente. Recién destilados son incoloros o levemente amarillos (Aguilar, 2018).

Su densidad es menor que el agua (la esencia de sasafrás o de clavo constituyen excepciones). Casi siempre dotados de poder rotatorio (rotación específica: por tener en su estructura centros quirales), tienen un índice de refracción superior. Son solubles en alcoholes y en disolventes orgánicos como éter o cloroformo y alcohol de alta gradación. Son liposolubles y muy poco solubles en agua, pero son obtenidos de los tejidos vegetales por el vapor de agua (Dolores, 2014) citado por (Aguilar, 2018).

2.2.1.6. Propiedades físicas de los aceites esenciales

Los aceites esenciales son líquidos a temperatura ambiente, muy raramente tienen color y su densidad es menor que el agua (la esencia de sasafrás o de clavo constituyen excepciones). Tienen un índice de refracción superior. Solubles en alcoholes y en disolventes orgánicos habituales, son liposolubles y muy poco solubles en agua, pero le emanan el aroma, son arrastrables por el vapor de agua, solubles en aceites fijos o grasas (Lima et al., 2005) citado por (Aguilar, 2018)

Solubilidad en etanol, según la Norma Técnica Peruana 319.084 se dispone el método de obtención de la solubilidad de aceites esenciales en diluciones de etanol. El principio del método consiste en que a una temperatura de 20°C se agrega paulatinamente al aceite esencial una solución acuosa de etanol de concentración adecuada y conocida y se observa el grado de solubilidad. Según (Arteaga, 1980) citado por (Aguilar, 2018), la solubilidad de un aceite esencial en etanol expresa la

presencia de compuestos oxigenados hidrofílicos. Además, expresa la aptitud del aceite esencial para ser utilizado en la industria del perfume.

2.2.1.7. Usos de los aceites esenciales

Son los componentes básicos en la industria de la perfumería y se usan en jabon, desinfectantes y productos semejantes. También tienen valor en la medicina, tanto por su sabor como por su impacto como calmante del dolor y su valor fisiológico. Los aceites esenciales son usados generalmente en la industria alimentaria, cosmetológica, farmacéutica y aromaterapia (De León, 2008) citado por (Aguilar, 2018).



Figura 2. Principal componente del palo rosa “Linalol”

Si bien es cierto que los aceites esenciales presentan múltiples aplicaciones, sus propiedades más notorias es el olor. Una demostración la ubicamos en el jabón, el cual perdería muchos de sus atractivos si

carecería de olor. Este concepto es atribuye a muchos artículos de consumo como las lociones y otros cosméticos, desodorantes de ambiente, etc. (Aguilar, 2018).



Figura 3. Aceite esencial del palo rosa

Los aceites esenciales tienen propiedades fascinantes. Con el aumento de popularidad de la aromaterapia es fácil ubicar aceites de buena calidad en casi todas las ciudades. La calidad de los aceites es fundamental en la aromaterapia. Los aceites de baja calidad no dan los éxitos esperados. (Lima, et al. 2005). Investigaciones mencionan que la composición de los aceites esenciales de las hojas de los eucaliptos puede provocar diferencias en susceptibilidad al daño por insectos (Floyd y Foley en 2001; Dungey y Potts, en 2003 citados por (Huertas, et al. 2009)). El rol de los metabolitos secundarios de las plantas es ejercer específicamente contra la infestación de insectos, para minimizar el daño (Kessler y Baldwin en 2002; Vivanco et al., en 2005 citados por (Huertas, et al. 2009)).



Figura 4. Aceite esencial del palo rosa

Los aceites esenciales presentan diversas propiedades que se caracterizan por el color, del cual carecen la mayoría de aceites en estado puro y fresco, pero que ante la exposición al aire adquiere diversos colores, generalmente amarillo. El olor es muy variable ya que depende de la especie y puede modificarse ante la exposición al aire (Ramirez & Vigoya, 2012).

2.2.1.8. Rendimiento de los aceites esenciales

El rendimiento de los aceites esenciales se define como la relación de aceite esencial obtenido con respecto a la cantidad en gramos de material vegetal utilizado y se calcula mediante la siguiente fórmula (Rodas, 2012):

$$\text{Porcentaje de rendimiento} = \frac{m_{a.e}}{m_{MV}} \times 100$$

Donde:

$m_{a.e}$ = masa de aceite esencial en g

$m_{M.V}$ = masa de material vegetal en g

2.2.1.9. Factores que afectan el rendimiento y la calidad de los aceites esenciales

Existe un gran número de factores que pueden afectar el rendimiento y la calidad del aceite, entre los cuales se encuentran (Tshilenge, 2009):

- Método de destilación: este debe ser elegido basándose en el punto de ebullición del aceite y la naturaleza de la planta. La temperatura del vapor y el contenido de calor pueden afectar las características de la destilación.
- Diseño adecuado del equipo: un mal diseño en el tanque, condensador o separador, puede llevar pérdidas del aceite esencial y aumentar los costos de inversión del proyecto.
- Material de construcción del equipo: según el aceite esencial que se quiere destilar se deben utilizar materiales dependiendo de que tan corrosivos son estos. Por esta razón que se utiliza aluminio, cobre y acero inoxidable como materiales de construcción.
- Condición de la materia prima: esto es importante debido a que algunas partes de la planta no presentan alto rendimientos si se destilan en su estado natural. Algunas plantas deben ser tratadas previamente, es decir, se deben macerar, moler o lavar con agua para exponer las células en donde se encuentra el aceite.
- Carga del material vegetal/ distribución de vapor: si se carga una cantidad de material vegetal indebida se puede dar la canalización del vapor causando que la destilación sea incompleta.

- Parámetros de operación como flujo de vapor de entrada/temperatura de condensación: un control adecuado del flujo de vapor de entrada y la presión en la unidad del hervidor es necesario para optimizar la temperatura de extracción y para maximizar el rendimiento de la temperatura de condensación. Esta temperatura no debería ser alta ya que puede resultar en la pérdida de aceite por evaporación.
- Tiempo de destilación: los diferentes componentes del aceite esencial se destilan en orden de sus puntos de ebullición. Entonces las fracciones con altos puntos de ebullición van a tardar más en destilar, si la destilación es muy rápida los componentes con altos puntos de ebullición se pierden.
- Condiciones previas del tanque o equipo: los tanques deben estar diseñados de tal forma que se dé una distribución eficaz del vapor sin importar la planta con que se trabaje. Los equipos deben de ser anticorrosivos para obtener alto rendimiento y la calidad del aceite obtenido.

2.2.2. Características de la especie Palo Rosa Ducke

2.2.2.1. Taxonomía y descripción botánica: *Aniba rosaeodora* ducke

El palo de rosa, *Aniba rosaeodora*, originario del Amazonas, es un árbol tropical que alcanza a medir 40 m de altura y 1 m de diámetro (Brack, 1999). El uso excesivo ha amenazado la subsistencia de la especie ya que su crecimiento es lento. La esencia se localiza en la corteza y el leño y se obtiene por destilación de las virutas y esta se usa en diferentes perfumes (Comisión Nacional contra la Biopiratería, 2015).



Figura 5. Árbol de palo rosa

A. Clasificación taxonómica

Pereira (2004), clasifica taxonómicamente del siguiente modo: reino: vegetal, familia: Lauraceae, género: Aniba, especie: rosaeodora, nombre Común: Paurosa

B. Descripción botánica

El palo rosa es una especie nativa de la Amazonia, que presenta gran potencial

económico como consecuencia de la extracción del linalol, a partir del óleo principal manifestado en todas las partes del árbol (hojas, flores, madera), producto bastante requerido por su uso en perfumería como fijador (Sampaio, 1989).

Aniba rosaeodora se desarrolla inclusive una elevación de 30m y se distribuye en el norte de la Amazonia. Asimismo existe en Perú, Colombia, Ecuador, Surinam y la Isla Guyana (Vásquez, 1989) citado por (Gatica, 2015).

Guenther en 1950 afirma que: “Al grupo que posee linalol pertenecen *Aniba rosaeodora* Ducke y *Aniba duckei* Kosterm”. Tanto

Aniba rosaeodora y *Aniba duckei* fructifican una vez al año. En el caso de *Aniba rosaeodora* florece a partir de octubre y logra su máxima fructificación en el mes de marzo, mientras que *Aniba duckei* muestra su floración de noviembre a mayo y logra su mayor fructificación en el mes de marzo (Sampaio, 1989) citado por (Gatica, 2015)

C. Usos farmacológicos

Las aplicaciones tradicionales comprometen al campo de la cosmetología, odontología y antialérgico. Además, Aromatizantes, regeneradores celulares, antivirales, antibacterianos, antimicóticos, antirreumáticos, tónicos, estimulantes, antiestrés. El componente Linalol, ubicada en el tronco de la planta le brinda sus cualidades medicinales, estimula la renovación celular regenerando los tejidos y reduciendo líneas y arrugas (Rengifo en el 2001 citado en (Comisión Nacional contra la Biopiratería, 2015))

Los indios del Amazonas saben sus propiedades hace bastante tiempo, como curar las heridas, también se usa en aromaterapia moderna desde hace poco. Su aceite esencial presenta un alto porcentaje de linalol y es convertido en derivados para diferentes tipos de industrias principalmente en la elaboración de fragancias, actividad bastante rentable en países europeos como Francia; además es usado en la elaboración de jabones, fijador de esencias en los perfumes, disolvente de colorantes y resinas; y los esteres del linalol, como saborizantes (Comisión Nacional contra la Biopiratería, 2015).

2.3. Términos básicos

- Aceite esencial: Los aceites esenciales son las fracciones líquidas volátiles, en su mayoría destilables por arrastre con vapor de agua, que presentan las sustancias responsables del aroma de las plantas y que son fundamentales en la industria cosmética (perfumes y aromatizantes), de alimentos (condimentos y saborizantes) y farmacéutica (saborizantes) (Martínez, 2003 citado por Aguilar, 2018)
- Destilación: La destilación es un método comúnmente utilizado para la purificación de líquidos y la separación de mezclas con el fin de obtener sus componentes individuales. La destilación es una técnica de separación de sustancias que permite separar los distintos componentes de una mezcla (Laboratorio Químico, 2021).
- Destilación con arrastre a vapor: Método de extracción por arrastre de vapor” que enfoca la desunión de sustancias insolubles en agua y ligeramente volátiles de otros productos no volátiles (Yucra & Rios, 2020).
- Extracción: como la separación de un componente en el seno de una mezcla por la acción de un solvente, selectivamente (Química Orgánica, 2020).
- Farmacología: Es la ciencia biológica que estudia las acciones y propiedades de las drogas o fármacos en los organismos vivos (Morón & Levy, 2002).

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

El método de investigación para el presente trabajo fue descriptivo porque se centró en tener más visibilidad en el tema de aceites esenciales de la especie palo rosa específicamente de Atalaya, esto permitió describir, explicar y validar los datos obtenidos de la muestra. El tipo de investigación fue básica ya que se realizó con la finalidad de mejorar y enriquecer, además su motivación principal es la expansión del conocimiento.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población estuvo comprendida por las ramas y hojas del árbol *Aniba rosaeodora Ducke* (palo rosa).

3.2.2. Muestra

La muestra representativa estuvo conformada por 2000 gramos de ramas y 2000 gramos de hojas de la especie *Aniba rosaeodora Ducke* (palo rosa). Haciendo un total de 4000 gramos de partes vegetativas del palo rosa.

3.3. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

3.3.1. Técnicas

La técnica para la recolección de datos fue la observación ya que es útil en estudios exploratorios en donde se fueron tomando nota de cada observación. durante el proceso de investigación se registraron el mayor número posible de datos.

3.3.2. Instrumentos

De acuerdo a la técnica utilizada el instrumento fue No Estructurada en la cual se tenía un registro descriptivo de las cosas más resaltantes y descripciones de las situaciones, acontecimientos durante el desarrollo de la investigación. Paralelamente se utilizó un diario de campo en la cual se iban escribiendo todas las evidencias o sucesos que ocurrían durante la investigación.

3.3.3. Materiales y equipos

A. Materiales

- Tijeras telescópicas
- 2000 g de ramas
- 2000 g de hojas
- Bolsas herméticas
- Balanza analítica
- Estufa
- Refrigerante
- Vaso precipitado
- Tubo de decantación
- Fiola
- Kitasato

B. Equipos

- Equipo de destilación
- Equipo de cromatografía de alta resolución (HRGC-SM)

3.4. Procesamiento para la recolección de datos

3.4.1. Recolección de materiales

Se realizó las visitas a la ciudad de Atalaya exclusivamente donde crece la *Aniba rosaeodora* Ducke para recolectar ramas y hojas frescas de esta especie. Se utilizó las tijeras telescópicas para su respectiva recolección. Estas fueron almacenadas en bolsas de plástico hermético hasta la llegada al laboratorio de Transformación química de la madera de la Universidad Nacional de Ucayali ubicada en la ciudad de Pucallpa. Posteriormente tanto a las hojas como a las ramas se les corto en pedazos de 0.2cm x 0.2cm con la finalidad de tener una muestra homogénea.

3.4.2. Determinación de contenido de humedad (NTP 251.010)

Las muestras fueron pesadas en una balanza analítica antes de ser sometidos a la estufa. Se calculó el contenido de humedad utilizando la siguiente formula:

$$CH\% = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100$$

Donde:

m1 = masa en gramos de la muestra antes del secado en estufa.

m2 = masa en gramos de la muestra después del secado en estufa.

3.4.3. Destilación por arrastre con vapor de agua

- Los materiales vegetativos ya dimensionados se introdujeron a la canastilla del destilador. La base del destilador se llenó alrededor de 6 litros de agua y el tiempo de destilado fue de 180 minutos.

- Se cerró herméticamente el destilador y se puso en funcionamiento el mismo y a la vez se hizo circular agua por el refrigerante en dirección contraria a la dirección del vapor de agua (el recipiente del refrigerante ha sido previamente llenado con agua).
- Se comprobó el fin de cada destilado cuando en el kitasato dejó de aparecer un anillo coloreado.
- El aceite fue acumulado en un vaso de precipitado
- Se destapó el destilador y se procedió a descargar el material agotado.

3.4.4. Separación de aceite

- El aceite que se encontró con una pequeña cantidad de agua en el vaso de precipitado fue separado mediante decantación.

3.4.5. Obtención del rendimiento del Aceite Esencial (NTP 319.079)

- Se obtuvo el volumen y peso de aceite esencial extraído de la especie y cada repetición. Los cálculos matemáticos para obtener el rendimiento del aceite esencial (RAE %) se desarrollaron en la fase de gabinete final.
- Para la determinación del rendimiento se empleó la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Peso del aceite esencial (g)}}{\text{Peso seco de la madera}} \times 100$$

3.4.6. Cromatografía para el aceite esencial

- Para el análisis de cada muestra se utilizó 20 µL del aceite esencial en 980 µL de diclorometano, que fueron luego inyectados en el cromatógrafo de gases acoplado a un detector selectivo de masas. La

separación de los compuestos en la mezcla fue llevada a cabo mediante una columna capilar apolar J&W 122-1545.67659 DB-5ms, 325 °C: 60 m x 250 µm x 0.25 µm. La temperatura del inyector se mantuvo a 240 °C y la inyección se realizó en modo split (60:1). El programa de temperaturas del horno fue como sigue: temperatura inicial 40 °C y sube a 5 °C/min hasta 155 °C; 2.5 °C/min hasta 170 °C por 10 min y finalmente 10 °C/min hasta 240 °C.. El tiempo de corrida fue de 46 minutos, se utilizó helio como gas de arrastre a un flujo constante de 1 mL/min.

- Los componentes de los aceites esenciales fueron identificados utilizando el software proporcionado por Agilent: MSD Chemstation, por comparación 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).

3.5. Tratamientos de datos

Para el análisis de los componentes químicos del aceite esencial se combinó lo extraído en las hojas y en las ramas haciendo uno solo. Se analizó 1 mL en el laboratorio de la Universidad Cayetano Heredia ubicado en la ciudad de Lima. Los componentes fueron grabados en una hoja de resultados (ver anexos).

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Composición química del aceite esencial

Tabla 1. Principales componentes químicos del aceite esencial del palo rosa-Atalaya

NUMERO	Nombre del compuesto (NIST08.L)	tR (min)	% en la muestra (áreas relativas)
1	D-Limoneno	16.3	0.88
2	Eucaliptol	16.5	0.63
3	β -Linalool	18.5	67.00
4	α -Terpineol	21.6	12.02
5	α -Copaeno	27.1	0.63
6	β -Elemeno	27.4	0.90
7	β -Cariofileno	28.6	1.45
8	2-Isopropenil-4 α ,8-dimetil-1,2,3,4,4 α ,5,6,7octahidronaftaleno	30.4	1.36
9	β -Eudesmeno	31.1	3.41
10	α -Selineno	31.3	2.53
11	Neointermedeol	39.5	1.24
12	Ácido 3-(2-Isopropil-5-metilfenil)-2-metilpropiónico	41.7	2.15
13	6-Isopropenil-4,8 α -dimetil-1,2,3,5,6,7,8,8 α -octahidronaftalen-2-ol	42.4	5.80

Como se observa en la tabla 1, el linalol es el principal componente que está presente en el aceite esencial representando el 67% del total. Seguido del Terpineol con 12.02%, 6-Isopropenil-4,8 α -dimetil-1,2,3,5,6,7,8,8 α -octahidronaftalen-2-ol con 5.8%, mientras que el Eucaliptol y Copaeno presentaron porcentajes muy bajos con 0.63%.

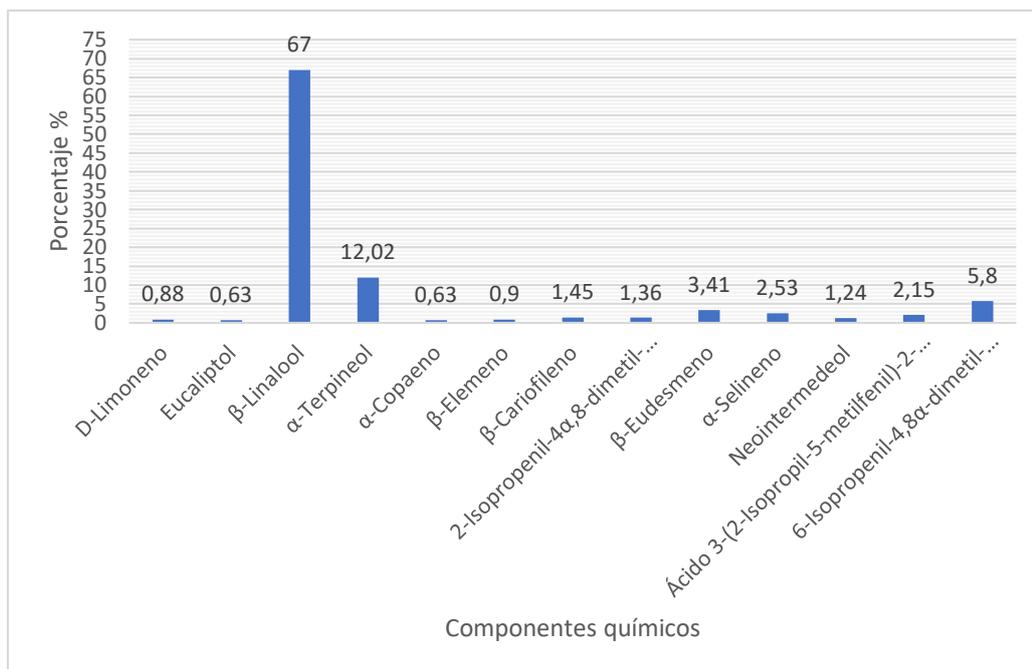


Figura 6. Proporción de los componentes químicos del aceite esencial

Los valores obtenidos de linalol de palo rosa procedente de Atalaya son superiores a los encontrados por (Chacón, et al. 2006), quien obtuvo un porcentaje de 31.4% mediante la destilación por arrastre a vapor y 23.7% mediante destilación con agua utilizando arboles procedentes de Tamishiyacu en Loreto. Aunque (Watson, 1985), menciona que estas especies son ricas en linalol y se debe extraer algo de 80-90%.

El aceite esencial de las hojas no debe ser mirado como un reemplazante directo del aceite de la madera ya que poseen características olfativas diferentes por la presencia de isofitol (BARATA 2008) citado por (López & Ríos, 2013).

Mejor resultado presentó Glass en el 2002 citado por (Chacon, 2003) quien determinó los aceites por destilación por arrastre con vapor de agua, consiguiendo valores del linalol de 89.97% para tallos y 82.60% para hojas; el mismo autor obtuvo linalol de 92.71% en madera y 82.57% en tallo/hoja. Por otra parte, (Chacon, 2003) reporta resultados muy bajos

de linalol, a partir de la madera obtenidos por destilación con agua y arrastre con vapor (23.7%, 31.39%), explicando que se debe posiblemente a las condiciones ambientales de colección y al tiempo de almacenamiento del aceite.

Encontró en un análisis realizado por HRGC-MS de una muestra de aceite esencial de palo rosa procedentes de Masisea-Pucallpa presentaron 41% de linalol y 2.95% de benzoato de bencilo como segundo componente más importante después del alfa-terpineol, sin embargo consideran inconsistente con el perfil del aceite esencial de palo rosa ya que todos los análisis de aceites esenciales de esta planta muestran solo la presencia de sustancias: terpenoidales: mono y sesquiterpenos (Floral Research Laboratories Oregon, 2006).

Obtuvo aceite esencial extraídos de carbono (Arévalo & Alva, sf), en donde el linalol represento el 97.24% en hojas frescas, 95.01% en hojas secas y 97.13% en tallos frescos.

La actividad del aceite esencial del palo rosa es beneficioso en países de europa como Francia; también es usado en la elaboración de jabones, fijador de esencias en los perfumes, disolventes de colorantes y resinas, además los esteres del linalol como saborizantes (Pabón, 1982) (Gonzales, 2000) (Patrón, 1959).

El linalol es el principal compuesto que se encuentra mediante cromatografía a gases-masa (CG-MS) coincidiendo con los estudios realizados por (Watson, 1985), (Guenther, 1950), (Pabón, 1982), (Estrella, 1958), (Centro de Comercio Internacional, 1986), quienes reportan en promedio valores de 80%.

El aceite esencial de palo rosa contiene un elevado porcentaje de linalol y es convertido en derivados para diversos tipos de industrias principalmente en la elaboración de perfumes, actividad muy beneficiosa en países europeos como Francia; además es usado en la elaboración de jabones, fijador de esencias en los perfumes, disolvente de colorantes y resinas; y los esteres del linalol, como saborizantes (Comisión Nacional contra la Biopirateria, 2015).

Cuando presenta bajo valor linalol es probable que se deba al tiempo que el aceite esencial estuvo almacenado antes de realizarse el análisis. Otros factores que influye pueden ser: las condiciones ambientales a las que estuvo expuesto el árbol antes de su volteo o después de éste, la edad del árbol al momento de su volteo, el tiempo que permaneció después de su volteo y antes de ser sometido a la destilación, parte del árbol de donde se sacó la materia prima, y también los procesos o características del equipo utilizado en la obtención del aceite esencial (Chacón et al., 2006).

Aunque hay especies como la *Lantana camara* L. que presentó bajo porcentaje de linalol en el aceite esencial con 0.3% de linalol (Romeu, Pino, & Martí, 2004). (Soto, 2019) encontró 1.7% de linalol en el aceite esencial de las hojas de *Lippia alba*.

Respecto al α -terpineol son mayores a los encontrados por (Chacón et al., 2006), quien obtuvo 11.53% de alfa-terpineol usando destilación con vapor de agua, mientras con destilación en agua obtuvo 12.01% de alfa terpineol. Ambos fueron analizados mediante cromatografía de gases-masa (CG-MS). También son mayores a (Ruiz et

al., 2015), quien obtuvo alfa- terpineol en las siguientes especies: Matico hoja lisa (0.70%), marco sachá (0.47%), Muña (0.63%), pachasalvia (0.57%). Estos componentes del aceite esencial se utilizan como compuesto aromático en jabones y perfumes, también para algunos repelentes para insectos (Terpinoleno, 2017). Como se observa el palo rosa contiene este importante componente químico, que de acuerdo a su porcentaje se tiene que tener en cuenta para fines que se crea conveniente.

Respecto al limoneno los valores obtenidos solo son superior a la huampishcuna tal como encontró (Ruiz et al., 2015), donde obtuvo valores en las siguientes especies: Matico de la sierra (7.18%), matico hoja lisa (8.77%), marco macho (1.23%), arrayán (49.71%), muña (3.63%), pachasalvia (9.77%), huampishcuna (0.55%). En ese sentido el palo rosa casi no tiene olor a cítricos ya que el limoneno es la sustancia que le da ese olor característico. El limoneno es usado en disolvente de resinas, pigmentos, tintas, en la fabricación de adhesivos, etc. También es usado por las industrias farmacéutica y alimentaria como componente aromático y para dar sabor, siendo usado, por ejemplo, en la obtención de sabores artificiales de menta y en la elaboración de dulces y goma de mascar. investigaciones parecen indicar que el limoneno tiene efectos anticancerígenos. Así como también es un disolvente biodegradable (Fernández, 2012). Encontró 7.2% de limoneno en la composición química del aceite esencial de las hojas de *Lippia alba* (Soto, 2019).

Respecto al componente Eucaliptol pues presenta valores inferiores a los encontrados por (Ruiz et al., 2015), quien encontró en las

especies de: matico hoja lisa (15.49%), arrayán (13.79%), pachasalvia (13.25%). Este compuesto es usado en tratamientos para combatir la tos, el asma, la bronquitis y otras afecciones de las vías respiratorias (Zuta, 2021). Según los resultados es poco lo que se puede rescatar de este componente químico.

En la presente investigación el compuesto copaeno presente en el aceite esencial de palo rosa fue de 0.63%, este valor es superior a las especies como marco macho (0.55%), marco hembra (0.60%), pero inferior a las especies como el matico de la sierra (0.84%), matico hoja lisa (0.84%), pachasalvia (0.82%), huampishcuna (1.43%) (Ruiz et al., 2015). Lantana cámara L. (0.1%) (Romeu, Pino, & Martí, 2004). *Lippia alba* (0.2%) de copaeno (Soto, 2019).

Componente químico como el β -Cariofileno del aceite esencial del palo rosa son inferiores a las especies encontradas por (Ruiz, et al 2015), en donde resulto: matico de la sierra (35.91%), matico hoja lisa (2.43%), marco macho (2.42%), marco hembra (2.56%), arrayán (2.58%), Muña (2.89%), pachasalvia (4.44%) y ruda hembra (3.40%). Este compuesto posee numerosas propiedades tanto para la planta como para las personas, en la planta actúa como antifúngico, en los humanos son usados como antiinflamatorios (Cali Terpenes, sf).

Incluso este componente químico del β -Cariofileno es inferior a los encontrados por (Acevedo, Navarro, & Monroy, 2013), quienes obtuvieron 5.38% de β -Cariofileno en aceites esenciales del orégano (*Origanum vulgare*) identificados por GS-MS. (Romeu, Pino, & Martí, 2004) encontró 4.8% de β -Cariofileno en aceite esencial de las hojas de Lantana

cámara.L. (Soto, 2019) determino 0.3% de β -Cariofileno en aceites esenciales de las hojas de *Libbia alba*.

Respecto al β -Elemeno del aceite esencial del palo rosa es menor a las especies aromáticas que encontró (Ruiz, et al 2015), matico hoja lisa (1.05%), marco macho (1.18%), arrayán (1.41%).

4.2. Rendimiento del aceite esencial

Tabla 2. Rendimiento de aceite esencial de las partes vegetativas del palo rosa

Rendimiento de hoja	Rendimiento ramas	Rendimiento promedio
0.16%	0.67%	0.42%

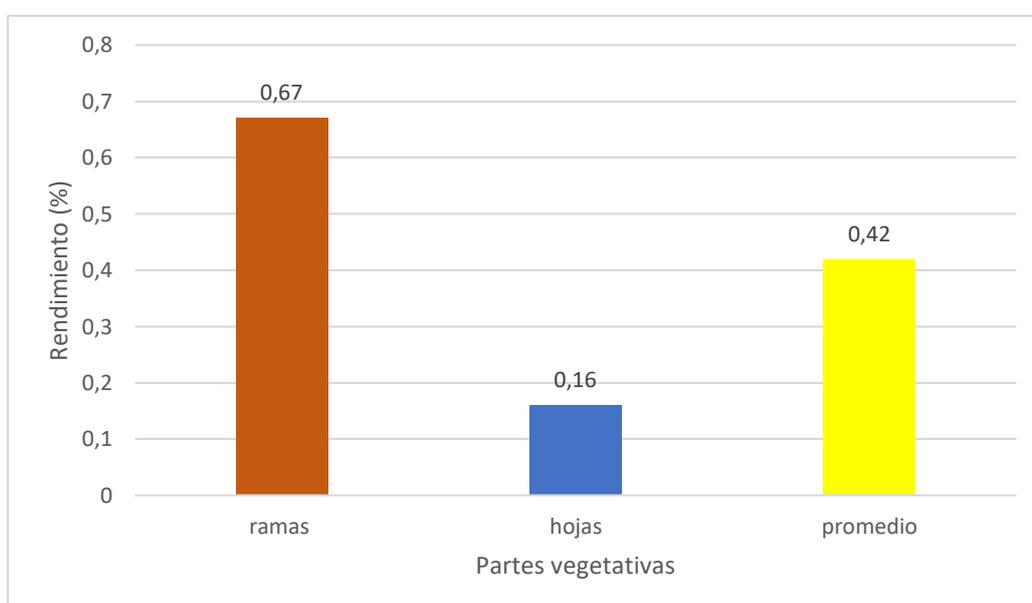


Figura 7. Rendimiento de las partes vegetativas y el promedio total

Como se observa en la tabla 2, las ramas presentaron mayor rendimiento de aceite esencial, cuyos valores están por encima a los obtenidos por (Chacón et al., 2006) quien obtuvo 0.47% con destilación con agua y 0.44% con arrastre a vapor. Sin embargo, los valores están fuera del rango establecido por (Guenther, 1950), quien señala que los valores de rendimiento del aceite esencial de palo rosa esta entre 0.7% y

1.2% referido a peso seco de la madera. Las variaciones de rendimiento están en función de las variaciones del tiempo de destilación y tamaño de partículas (Chacón et al., 2006).

Los valores de rendimiento obtenido también están por encima con los valores encontrados por (Ruiz et al., 2015), excepto de la especie Muña quien obtuvo 0.99% de rendimiento. Los rendimientos se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Rendimientos de aceite esencial de 10 especies aromáticas peruanas

Nombre común	Parte de la planta usada	Lugar de colecta	Rendimiento %
Matico de la sierra	Tallo y hoja	Huaraz	0.01
Matico de hoja lisa	Hojas	Iquitos	0.19
Marco macho	Tallo y hoja	Huánuco	0.04
Marco hembra	Tallo y hoja	Huánuco	0.17
Arrayan	Tronco	Huaraz	0.19
Muña	Tallo y hoja	Huaraz	0.99
Pachasalvia	Tallo y hoja	Huaraz	0.31
Ruda macho	Tallo y hoja	Huaraz	0.22
Ruda hembra	Tallo y hoja	Huaraz	0.27
Huampishcuna	Troncos	Iquitos	0.12

Mientras tanto (Arévalo & Alva, sf), en el aceite esencial del palo rosa utilizando el método de arrastre a vapor obtuvo 0.33% de las hojas frescas, 1.52% de las hojas seca. Con extracción con dióxido de carbono obtuvo 0.36% de las hojas frescas, 0.54% de las hojas secas y 0.37% de

los tallos frescos. Con extracción con solventes obtuvo 1.74% de las hojas secas, 0.34% de las hijas frescas y 0.17% de los tallos frescos.

El rendimiento del aceite esencial tanto de las hojas como en ramas es menor al rendimiento obtenido en la especie Citrone (Pineda, 2005), quien obtuvo 1.23% de rendimiento del aceite de citrone.

Sin embargo, se visualizan valores más altos en rendimiento de aceite esencial de palo rosa que esta entre 2.5% y 2.3% para tallos y hojas respectivamente (López & Ríos, 2013).

Como se observa el rendimiento de aceite de las especies varia esto podría haberse afectado por no considerar otros tiempos de destilación ya que este es un factor que influye en el rendimiento del aceite esencial. Además, los componentes del aceite esencial se destilan en orden de sus puntos de ebullición, entonces las fracciones con altos puntos de ebullición van a tardar más en destilar, si la destilación es muy rápida los componentes con altos puntos de ebullición se pierden. También la materia prima de palo rosa debió ser tratada previamente como macerado, molido o lavado con agua (Tshilenge, 2009).

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

1. El aceite esencial de las ramas y hojas del palo rosa procedente de Atalaya presenta 13 componentes químicos.
2. El principal componente que presenta el aceite esencial de ramas y hojas del palo rosa procedente de Atalaya es el α -Linalol con 67%, seguido de α -terpineol con 12.02%, y el menor componente químico que presento el aceite esencial es el Eucaliptol con 0.63%.
3. El aceite esencial de las ramas presentó mayor rendimiento con 0.67% y las hojas 0.16%. el promedio producto de la combinación de hoja y ramas es 0.42% de rendimiento.

5.2. Recomendaciones

1. Realizar experimentos con niveles factoriales utilizando tiempo de destilación y partes vegetativas (hojas y corteza) para corroborar si existe diferencias significativas en los componentes químicos del aceite esencial y el rendimiento.
2. Verificar si estadísticamente difieren en el rendimiento utilizando otros métodos de extracción de aceite esencial del palo de rosa.
3. Realizar similares trabajos con materia prima del palo rosa de diferentes procedencias o zonas.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, D., Navarro, M., & Monroy, L. (2013). Composición química del aceite esencial de hojas de Orégano (*Origanum vulgare*). *Información Tecnológica*, 24(443-48).
- Aguilar, M. (2018). *Análisis de rendimiento de las hojas de Cinnamomum zeylanicum (Canela) en la extracción de aceite esencial por arrastre con vapor, provenientes de dos zonas de Ucayali*. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Forestal.
- Alvarenga, M., & Taveira, M. (1976). *Phytochemistry* (Vol. vol. 16). USA.
- Arévalo, R., & Alva, A. (sf). Prospección y Producción de aceite esencial de Aniba rosaeodora Ducke. Lauraceae (palo rosa). *Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, IIAP*.
- Arteaga, A. (1980). *Estudio comparativo de tres métodos de extracción de aceite esencial de limón sutil (Citrus aurantifolia)*. Tesis Ing. Industrias Alimentarias, UNALM, Perú. Lima.
- Baltazar, O. (2011). *Estudio Etnobotánico y de mercado de productos forestales no maderables extraídos del bosque y áreas afines en la ciudad de Pucallpa-Perú*. Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal, Universidad Nacional de Ucayali-Facultad de Ciencias Forestales.
- Bandoni, A. (2000). *Los recursos vegetales aromáticos en Latinoamérica, su aprovechamiento Industrial para la producción de aromas y sabores*. UNLP-CYTED.
- Brack, A. (1999). *Diccionario Enciclopédico de Plantas Útiles del Perú*. Cusco.

- Cali Terpenes. (sf). *Cariofileno*. Obtenido de ¿Qué es el cariofileno?:
<https://www.caliterpenes.com/blog/que-es-el-cariofileno/>
- Centro de Comercio Internacional. (1986). *Aceites Esenciales y Oleorresinas*. Estudio de distintos productores y de mercados importados, Ginebra, Suiza.
- Chacon, T. (2003). *Características del Aceite Esencial de Palo de Rosa (Aniba rosaeodora Ducke), obtenida por 2 métodos de destilación*. Tesis para optar el Título de Ingeniero en Industrias Alimentarias, UNALM, Perú.
- Chacon, T. (2006). Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. *Folia Amazónica*.
- Chacón, T. (et al. 2006). Características del aceite esencial de la madera de palo rosa *Aniba rosaeodora Ducke*, obtenido mediante destilación. *Folia Amazónica*, 15(1-2), pag. 5 -18.
- Comisión Nacional contra la Biopiratería. (2015). *Palo Rosa* (Vol. Año 1 N° 10).
- Dabbah, R., & Motas. (1970). *Antimicrobial Activity of Some Citrus Fruits Oils on Selected Food-Borne Bacteria*.
- De León, M. (2008). *Comparación del rendimiento del aceite esencial de dos especies de eucalipto (Eucalypto citriodora Hook y Eucalypto camaldulensis Dehnh), aplicando el método de hidrodestilación a nivel laboratorio*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería-Escuela de Ingeniería Química, Guatemala.

- Dolores, P. (2014). *Perfil fitoquímico del aceite esencial del fruto de tejocote mexicano*,. México.
- Enciclopedia libre. (2014). *Aceites esenciales*.
- Estrella, H. (1958). *Proyecto para la instalación de una planta de destilación al vapor del palo rosa en la ciudad de Iquitos*. Tesis para optar el título de Ingeniero Químico, Facultad de Química, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
- Evans, T. . (1991). *Farmacognosia*. Editorial interamericana. MC. Grauw Hill.
- Fernández, G. (02 de 12 de 2012). *Química Orgánica*. Obtenido de Limoneno.
- Floral Research Laboratories Oregon. (2006). *Analytical report Aniba rosaeodora Ducke (palo rosa)*.
- Gonzales, E. (2000). *Industrias con productos diferentes a la madera*. Copias del curso Fac.Cc.Forestales Universidad Agraria la Molina, Lima, Perú.
- Gonzales, E. (2000). *Industrias con Productos Diferentes a la Madera*. Copias del curso., Fac.Cc.Forestales, Universidad Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Guenther, E. (1950). *The Essential Oils*. D. Von Nostrand Company, Inc. Princeton. New Jersey. New York, USA. 752p.
- Harborne, J. (1973). *Phytochemical Methods a Guide To modern Techniques of Plants Analysis*. London: Editorial Chepnon and Hall.
- Hernández, V. (2005). *Comparación de la calidad del aceite esencial crudo de citronela (Cymbopogon winteriana Jowitt) en función de*

la concentración de geraniol obtenido por medio de extracción por arrastre con vapor y maceración. República de Guatemala.

Homma, A. (2005). *Extrativismo del óleo esencial de palo rosa en la Amazonía.* XLIII Congreso de la sociedad Brasileira de Economía, Administración y Sociología Rural:Instituciones, Eficiencias, gestion y Contratos en el Sistema Agroindustrial.

Huertas, A. (et al. 2009). *Evaluación foliar de aceites esenciales de Eucalyptus sp. Susceptibles al daño de Gonipterus scullatus (Coleoptera:Curculionidae).* Biblioteca de la Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Forestales.

Judd. (et al. 2002). *Plants Systematics.A Phylogenetics Approach.* Massachusetts.USA: Ed. Sinamer Associates Inc.Publishers.

Kuch, G., & Carpio, A. (2014). *Evaluación del potencial irritante del aceite esencial de Aniba rosaeodora "Palo de Rosa" en Oryctolagus cuniculus Cepa New Zealand-Iquitos,2014.* tesis, UNAP.Facultad de Farmacia y Bioquímica.

La Vanguardia. (14 de 10 de 2006). *Sociedad.* Obtenido de Fragancias sintéticas:¿dan elegancia o dañan elecosistema?

Laboratorio Químico. (2021). *¿Qué es la Destilación?*

Lima, M. (et al. 2005). *Constituintes voláteis das folhas e dos galhos de Cinnamomum zeylanicum Blume(Lauraceae).* *Acta Amaz*, 35(3), 363-366.

López, D., & Ríos, R. (2013). *Obtención e Identificación de la Composición Química del Aceite Esencial de Aniba rosaeodora Ducke (Palo de*

- rosa*), por *Métodos Fisicoquímicos y Cromatográficos*. Tesis para optar el Título de Químico Farmacéutico, Iquitos-Perú.
- Martínez, A. (2003). *Aceites Esenciales*. Facultad Química Farmacéutica, Medellín.
- Martínez, A. (2003). *Aceites Esenciales*. Facultad Química Farmacéutica, Medellín.
- Morón, F., & Levy, M. (2002). *Farmacología General*. La Habana.
- Ortuño, D. (2006). *Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes. Capítulo 2*. Aiyana ediciones.
- Pabón, M. (Dic. de 1982). Agrosilvicultura para la Amazonia. *Revista Colombiana Amazónica, Vol. N°1*, 32-54p.
- Patrón, A. (1959). *Obtención del Aceite Esencial del Palo rosa*. Tesis para optar el título de Químico, Facultad de Química-Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Pereira, R. (2004). *Evaluación de la diversidad genética de poblaciones naturales de Paurosa (A. rosaeodora Ducke) mediante marcadores moleculares*. UFAM.
- Piedra Santa, R. (2007). *Comparación química y de rendimiento de la ceite esencial de hojas y raíz de valeriana prionophylla Stanll de dos diferentes localidades de Guatemala*. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.
- Pineda, W. (2005). *Comparación del rendimiento y caracterización del aceite esencial crudo de la citronela (Cymbopogon winterianus), variando el tamaño de muestra y el contenido de humedad aplicando el método de extracción por arrastre con vapor a nivel*

- laboratorio*. Título de Ingeniero Químico, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, Guatemala.
- Química Orgánica. (2020). Ingeniería Química.
- Ramirez, L., & Vigoya, A. (2012). *Evaluación del rendimiento y composición del aceite esencial en dos cultivares de romero (Rosmarinus officinalis) establecidos en Cundinamarca, Colombia*. Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas.
- Rodas, M. (2012). *Análisis de parámetros microbiológicos y fisicoquímicos de aceite esencial de romero obtenido por medio de la destilación por arrastre de vapor*. Tesis, Universidad Rafael Landívar, Departamento de Ingeniería Química, Guatemala.
- Romeu, C., Pino, J., & Martí, M. (2004). Algunas consideraciones acerca de la composición química del aceite esencial de Lantana Camara L. presente en Cuba. *Rev. Fitosanidad*, 8(3), pag. 59-63.
- Ruiz, C. (et al 2015). Composición química de aceites esenciales de 10 plantas aromáticas peruanas. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, Vol. 81(num. 2), pp. 81-94.
- Sampaio, T. (1989). *Enraizamiento de estacas de material juvenil de pau rosa (Aniba rosaeodora Ducke Lauraceae)*. Instituto Nacional de Investigación de la Amazonía INPA.
- Solomons, G. (1988). *Fundamentos de Química Orgánica*. Limusa.
- Soto, M. (2019). Composición química y efecto del aceite esencial de las hojas de Lippia alba (Verbenaceae) en los niveles de estrés académico de estudiantes universitarios. *Arnaldoa*, 26(1), 381-390.

- Terpinoleno. (27 de abril de 2017). *Royal Queen Seeds*. Obtenido de Terpinoleno: todo lo que necesitas saber: <https://www.royalqueenseeds.es/blog-terpinoleno-todo-lo-que-necesitas-saber-n477#:~:text=El%20terpinoleno%20se%20emplea%20como,de%20algunos%20repelentes%20para%20insectos.>
- Tshilenge, J. (2009). *Steam Extraction of Essential Oils: Investigation of process parameters*. Tesis Máster, University of Johammerburg, Departamento de Tecnología de Ingeniería Química, Sudafrica.
- Vasquez, R. (1989). *Plantas Útiles de la Amazonia Peruana. Iquitos*.
- Watson, E. (1985). *Cultivos Tropicales Adaptados a la Selva Alta Peruana, particularmente al Alto Huallaga*. Lima, Perú: Edición Fondo del Libro, Banco Agrario del Perú.
- Yucra, M., & Rios, R. (2020). Aplicación del método de arrastre de vapor para la extracción de esencias con proyección Industrial. *IF Ingeniería y Tecnología*.
- Zuta, L. (2021). *Andina*. Obtenido de Coronavirus: Así se produce el eucaliptol para aliviar los síntomas de esta enfermedad: <https://andina.pe/agencia/noticia-coronavirus-asi-se-produce-eucaliptol-para-aliviar-los-sintomas-esta-enfermedad-794076.aspx>

ANEXO

Análisis de laboratorio



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN EN PRODUCTOS NATURALES

Informe de resultados

Solicitante: Gabriela Ruiz Duarte, Universidad Nacional de Ucayali
Muestra: 1. Aceite esencial con código: **Palo Rosa**

Análisis: Composición química de 1 aceite esencial por Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas.

Fecha de entrega de Resultados: 15 Enero 2020

RESULTADOS

En las páginas 2 a 3 del presente informe.

Atentamente,

Dra. Rosario Rojas Durán

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

Página 1 de 3

Av. Honorio Delgado 430, Lima 31 / Apartado Postal 4314
Central Telefónica: (511) 319-0000 2402 Secretaría Académica de
Facultad de Ciencias y Filosofía Alberto Cazorla Tallent

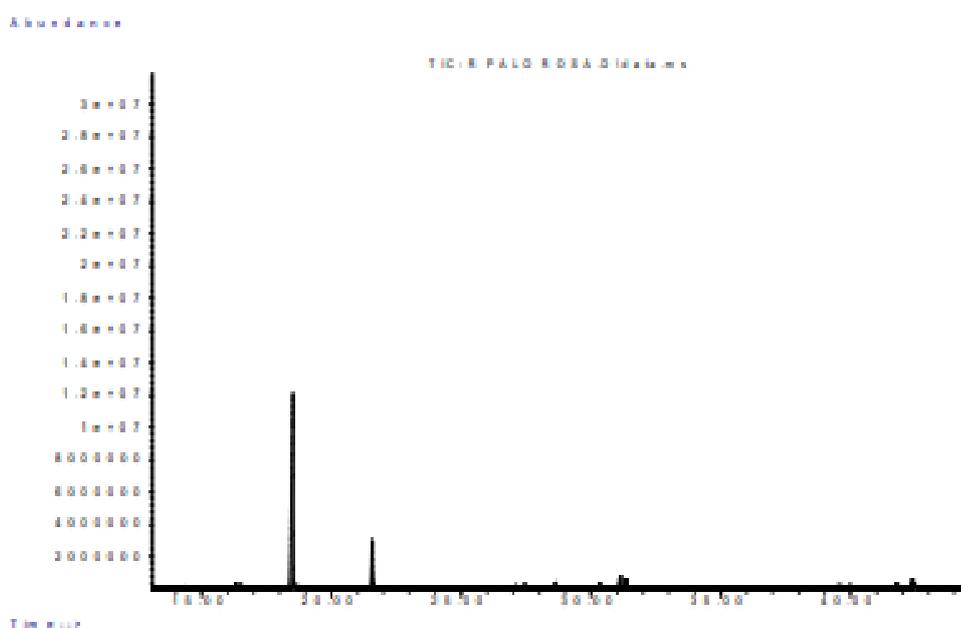
ACEITE ESENCIAL Palo Rosa

Se identificaron 13 compuestos que comprenden el 100% de la composición total del aceite esencial.

Número	Nombre del compuesto (NIST08.L)	t _r (min)	% en la muestra (áreas relativas)
1	D-Limoneno	16.3	0.88
2	Eucaliptol	16.5	0.63
3	β-Linalool	18.5	67.00
4	α-Terpineol	21.6	12.02
5	α-Copaeno	27.1	0.63
6	β-Elemeneno	27.4	0.90
7	β-Cariofileno	28.6	1.45
8	2-Isopropenil-4α,8-dimetil-1,2,3,4,4α,5,6,7-octahidronaftaleno	30.4	1.36
9	β-Eudesmeno	31.1	3.41
10	α-Selineno	31.3	2.53
11	Necintermedeol	39.5	1.24
12	Acido 3-(2-Isopropil-5-metilfenil)-2-metilpropiónico	41.7	2.15
13	8-Isopropenil-4,8α-dimetil-1,2,3,5,6,7,8,8α-octahidronaftalen-2-ol	42.4	5.80

Página 2 de 3

Cromatograma GC-MS del aceite esencial "Palo Rosa"



Condiciones cromatográficas para el aceite esencial:

Equipo: Cromatógrafo de gases Agilent Technologies 7890 con detector espectrómetro de masas Agilent Technologies 5975C.

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 y sube a 5 °C/min hasta 155 °C; 2.5 °C/min hasta 170 °C por 10 min y finalmente 10 °C/min hasta 240 °C.

Tiempo de corrida: 46 min

Volumen de Inyección: 1 µL

Split: 60:1

Gas portador: He, 1 ml/min

20 µL del aceite esencial fue diluido en 1 mL de diclorometano y luego se inyectó 1 µL al cromatógrafo de gases

Panel fotográfico



Foto 1. Planta de palo rosa



Foto 2. Cortando las muestras de ramas y hojas de la especie palo rosa



Foto 3. Pesando las muestras



foto 4. Secando las muestras en el horno



Foto 5. Seleccionado muestras



Foto 6. Canastilla del destilador



Foto 7. Método de decantación

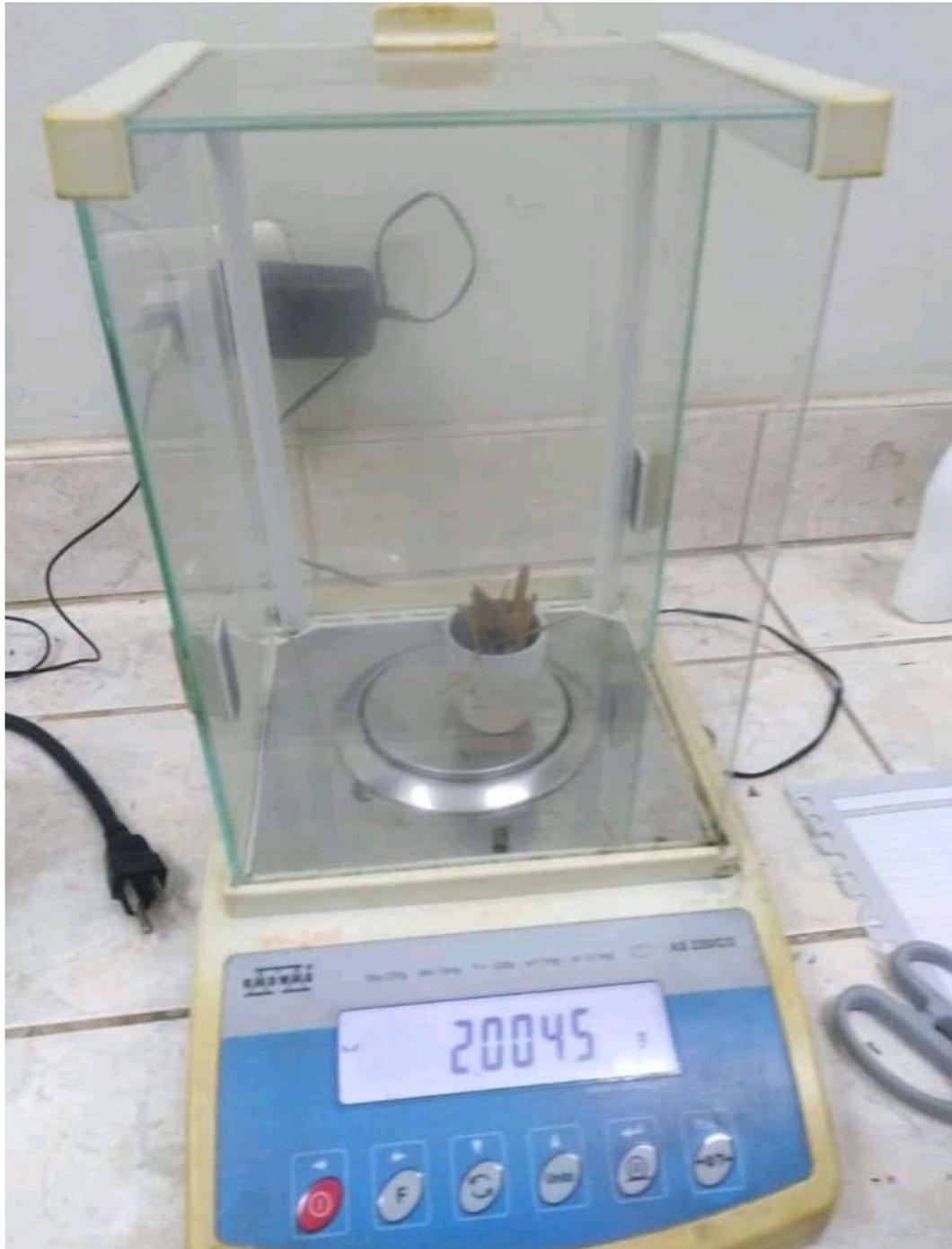


Foto 8. Pesando las muestras



Foto 9. Aceite esencial extraído



Foto 10. Aceite esencial para ser llevado en el laboratorio