



UNAP



**FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

TESIS

**CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y CROMATOGRAFÍA DEL ACEITE
ESENCIAL DE HOJAS DE *Ambrosia peruviana* WILLD**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
QUÍMICO FARMACÉUTICO**

PRESENTADO POR:

**FRANCO ADRIÁN LOZANO BAZÁN
JUAN CARLOS VÁSQUEZ REÁTEGUI**

ASESOR

Ing. CLETO JARA HERRERA Mgr.

IQUITOS, PERÚ

2021

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N°056-PCGT-FFyB-UNAP-2021/OFICIO N°131-DINV-UNAP-2021

En la ciudad de Iquitos, Distrito de Iquitos, Departamento de Loreto, por vía Zoom de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, a los 17 días del mes de setiembre de 2021, a horas 19:10, se dio inicio a la sustentación pública de Tesis titulado “**CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA Y CROMATOGRFÍA DEL ACEITE ESENCIAL DE HOJAS DE *Ambrosia peruviana* Willd**”, aprobado con Resolución Decanal N°203-2021-FFyB-UNAP, presentado por los Bachilleres: **FRANCO ADRÍAN LOZANO BAZÁN** y **JUAN CARLOS VÁSQUEZ REÁTEGUI**, para optar el Título Profesional de Químico(a) Farmacéutico(a) que otorga la Universidad de acuerdo con Ley y Estatuto.

El jurado calificador y dictaminador designado mediante Resolución Decanal N°075-2021-FFyB-UNAP, está integrada por:

- | | |
|-----------------------------------------------------|------------|
| - Ing. REYNA GLADYS CÁRDENAS VDA. DE REÁTEGUI, Dra. | Presidente |
| - Q.F. CARLOS ADOLFO CONTRERAS LICETTI, Mgr. | Miembro |
| - Q.F. HENRY VLADIMIR DELGADO WONG. | Miembro |

Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: Adecuadamente

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

La sustentación pública y la tesis ha sido APROBADA con la calificación Muy Buena

Estando los bachilleres aptos para obtener el Título Profesional de Químico(a) Farmacéutico(a).

Siendo las 20:13 se dio por terminado el acto Académico


Ing. REYNA GLADYS CÁRDENAS VDA. DE REÁTEGUI, Dra.
Presidente


Q.F. CARLOS ADOLFO CONTRERAS LICETTI, Mgr.
Miembro


Q.F. HENRY VLADIMIR DELGADO WONG.
Miembro


Ing. CLETO JARA HERRERA, MSc.
Asesor

JURADOS Y ASESORES



Ing. REYNA GLADYS CÁRDENAS VDA DE REÁTEGUI Dra.

Presidente de Jurado Calificador y Dictaminador

CIP. 28912



Q.F. CARLOS ADOLFO CONTRERAS LICETTI, Mgr.

Miembro de Jurado Calificador y Dictaminador

CQFP. 4134



Q.F. HENRY VLADIMIR DELGADO WONG

Miembro de Jurado Calificador y Dictaminador

CQFP. 12492



Ing. CLETO JARA HERRERA. Mgr.

Asesor.

CIP. 63042

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación está dirigido para aquellas personas que tengan alguna atracción por el campo científico, emprendedor e innovador y como también para aquellas personas que piensan que la ciencia es y será uno de los pilares en el desarrollo de nuestra sociedad.

Franco Lozano

El presente trabajo de investigación va dedicado a todos los jóvenes que pese a las adversidades que se presentan en la vida se siguen esforzando para lograr ser profesionales sacando fuerzas de donde no tienen con firmeza y dedicación al estudio con el único objetivo de lograr sus metas.

A mis padres por haber sido soporte moral e incondicional en todos aquellos años de mi trayectoria en la universidad y su comprensión frente a los percances que se dieron en su momento; a mis hermanos para mostrarles con ejemplo el deseo de superación y la búsqueda de conocimiento para poder integrarse a la sociedad como personas competentes

Juan Carlos Vásquez

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, este trabajo es posible al aporte económico y moral por parte de mis padres, Gladys Ruth Bazán Sandoval y Humberto A. Lozano Montes, mi más profundo respeto y admiración para ellos.

En segundo lugar, se agradece al asesor, el ing. Cleto Jara Herrera y al Ing. Julio Arce Hidalgo por brindar sus conocimientos para llevar a cabo este trabajo de investigación. También para aquellas personas que pusieron su fe en mí.

Por último, a nuestra querida casa de estudios a la Facultad de Farmacia y Bioquímica (UNAP) por ser parte de nuestra formación profesional.

Agradezco a DIOS por bendecirme la vida, librándome de infortunios y ser guía en momentos cruciales en mi vida.

Agradecer a mis señores padres Ana Reátegui Pérez y Lider Vásquez Alvear por creer en mis sueños, por ser mis principales motivos, por brindarme su confianza, por todos los valores y consejos inculcados desde el seno del hogar mostrándome el camino de la rectitud y la dedicación al estudio. Gracias a ellos es que he podido concluir mis estudios y lograr superar un peldaño más en la búsqueda de ser profesional.

Agradecer al ingeniero Cleto jara Herrera y al Ing. Julio Arce Hidalgo por prestar sus conocimientos servicios y su paciencia para llevar a cabo este trabajo.

ÍNDICE

CARATULA	i
ACTA DE SUSTENTACION	ii
JURADOS Y ASESORES	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Bases teóricas	4
1.2.1. Especie en estudio: <i>Ambrosia peruviana</i> Willd	4
1.2.6. Métodos de obtención del aceite	9
1.2.7. Determinación de los parámetros fisicoquímicos	11
1.2.8. Determinación de los componentes del aceite esencial	13
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES	17
2.1. Formulación de la hipótesis	17
2.2. Variables y su operacionalización	17
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	19
3.1. Diseño y tipo	19
3.2. Diseño muestral	19
3.3. Procedimiento de recolección de datos	20
3.4. Procesamiento y análisis de datos	25
3.5. Aspectos éticos	25
4.1. Rendimiento del aceite esencial	26
4.2. Características fisicoquímicas	26
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	31
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES	33
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES	34
FUENTES DE INFORMACIÓN	35
ANEXOS.	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Solubilidad del aceite esencial de <i>A. peruviana</i> Willd en mezcla alcohólica	26
Tabla 2. Cromatograma del aceite esencial de <i>A. peruviana</i> Willd	27
Tabla 3. Componentes monoterpenoidales del aceite esencial, tiempo de retención	27
Tabla 4. Componentes sesquiterpénicos del aceite esencial, tiempo de retención	28
Tabla 5. Componentes del aceite esencial de <i>A. peruviana</i> Willd y abundancia	28
Tabla 6. Componentes que le dan al aceite esencial, el carácter u olor suigéneris, olor a menta y madera	29
Tabla 7. Componentes que le dan la intensidad al aceite esencial	29
Tabla 8. Sesquiterpenos que afirman la persistencia al aceite esencial	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Biosíntesis de componentes mono y sesquiterpenos	8
Figura 2. Biosíntesis de componentes arénicos	9
Figura 3. Diagrama de bloques de las etapas de obtención del aceite esencial de <i>Ambrosia peruviana</i> Willd y su caracterización fisicoquímica y cromatográfica	24
Figura 4. Composición del aceite esencial de <i>A. peruviana</i> Willd	30

RESUMEN

El presente trabajo tuvo el propósito de caracterizar el aceite esencial de las hojas de *Ambrosia peruviana* Willd con éter de petróleo con una muestra recolectada en la localidad de Padre Cocha, distrito de Punchana provincia de Maynas, Región Loreto. La caracterización se hizo mediante la determinación de parámetros físico químicos y por análisis de cromatografía de gases de alta resolución acoplado a un espectrómetro de masas HRGC-MS. Los resultados fueron los siguiente: Densidad 0,85325 g/cm³, El índice de refracción de 1,4350. El cromatograma reveló la presencia de 10 componentes terpenoidales, el componente más abundante fue el linalol 30,40% que hace de este aceite esencial se diferencia del aceite esencial de una misma especie que crece en una misma región del planeta con condiciones ambientales diferentes.

Palabras claves: *Ambrosia peruviana willd*, parámetros fisicoquímicos, aceite esencial, cromatógrafo de gases, espectrofotómetro de masas.

ABSTRACT

The present work had the purpose of isolating the essential oil of the leaves of *Ambrosia peruviana* Willd with petroleum ether with a sample collected in the town of Padre Cocha, district of Punchana, province of Maynas, Loreto Region, the characterization was made by determining of physicochemical parameters and by analysis of high-resolution gas chromatography coupled to a mass spectrometer HRGC-MS. The results were as follows: Density 0.85325 g/cm³, The refractive index of 1.4350. The chromatogram revealed the presence of 10 terpenoidal components, the most abundant component was linalol 30.40% which makes this essential oil different from the essential oil of the same species that grows in the same region of the planet with different environmental conditions.

Keywords: *Ambrosia peruviana* Willd, physicochemical parameters, essential oil, gas chromatography, mass spectrophotometer.

INTRODUCCIÓN

En el Perú se realizaron pocos estudios acerca del aceite esencial de *Ambrosia peruviana* Willd, podemos citar a Ruiz *et al.* (1), que determinaron 23 componentes entre los componentes mayoritarios fueron Germacreno D, β -Himachaleno, acetato de bornilo y Bicyclgermacreno. Pero en la amazonia peruana no se ha realizado estudios, en este contexto se precisa realizar el trabajo de esta especie que es considerado como astringente, antirreumático, antiespasmódico y vermífugo. Es una especie promisoría para la obtención de aceite esencial por ser abundante todo el verano y crece a orillas de los ríos amazónicos.

Soukup en su libro vocabulario de los nombres vulgares de la flora peruana y catálogo de género, hace referencia a una información etnobotánica en el que señala que los incas usaron el zumo de *A. peruviana* Willd para la conservación de cadáveres (2), Duke *et al.* señala que la decocción es usada como antirreumático, astringente y tónico, antiespasmódico, digestivo y vermífugo, pero no advierte la presencia de aceite esencial en las hojas (3).

Existen estudio realizados por otros autores sobre aceites esenciales de las hojas de *A. peruviana* Willd, estos revelan que existe una notoria variación intraespecífica que establece la existencia de varios quimiotipos o razas químicas. Entre las que podemos citar a Yañez *et al.* encontró que los componentes mayoritarios de *A. peruviana* Willd de llanos venezolanos fueron el γ -curcumeno, Ar-curcumeno, acetato de bornilo, camphor y epóxido de ocimeno (4). También se realizó estudios en otras líneas como la actividad antibacterial, Meza *et al.* señala que a una concentración de 2000 ppm el extracto de *A. peruviana* Willd tuvo actividad larvicida efectiva al 100% en 144 horas (5).

No se cuenta con información precisa acerca de los componentes del aceite esencial de *A. peruviana* Willd en la Amazonía peruana y darle una orientación adecuada a su línea de uso. Motivo por el cual este trabajo tiene el propósito de señalar las ventajas comparativas de esta especie que crece en la Amazonía peruana cuyas hojas contienen aceite esencial. Si no se realiza el trabajo, no se podrá conocer los componentes presentes de esta especie vegetal que crece en la región loreto. Por otra parte, el estudio de los aceites esenciales permitirá establecer una relación efectiva a los egresados de la Facultad de Farmacia y Bioquímica en incursionar en el campo de la investigación.

En base a estas consideraciones, en el presente trabajo el objetivo fue caracterizar al aceite esencial de *A. peruviana* Willd, determinado sus propiedades fisicoquímicas e identificación de los componentes con un cromatógrafo de gases.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Guauque et al. (2010), en su estudio, “Detección de metabolitos secundarios en *A. peruviana* Willd y determinación de la actividad antibacteriana y antihelmíntica”, evaluaron la actividad antibacteriana de muestra recolectada en el municipio de Armenia, Quindío por el método de concentración inhibitoria mínima, también evaluaron la actividad antihelmíntica y utilizando el tamizaje fitoquímico determinaron los metabolitos secundario; la actividad antibacteriana del extracto de *A. peruviana* Willd fueron negativas, también identificaron alcaloides, glucósidos cardiotónicos, quinonas, flavonoides, carbohidratos, taninos, saponinas y lactonas sesquiterpénicas (6).

Ruiz et al. (2015), en su estudio “Composición Química de Aceites Esenciales de 10 Plantas Aromáticas Peruanas, extrajo aceite esencial de *A. peruviana* willd por arrastre de vapor y usando un cromatógrafo de gases acoplada a espectrometría de masas”, determinaron 23 componentes, entre los componentes mayoritarios fueron Germacreno D (32,66%), β -Himachaleno (16,78%), Acetato de bornilo (10,97%) y Bicyclogermacreno (10,20%). Los autores concluyen que la determinación de los componentes del aceite esencial de *A. peruviana* willd fue realizada por primera vez (11).

Yáñez et al. (2011), en su estudio “Composición Química y Actividad Antibacteriana del aceite esencial de *Ambrosia peruviana* willd (marco) de los llanos venezolanos”, señala que usando un cromatógrafo de gases acoplado a un espectrómetro de masas encontraron los componentes mayoritarios siguientes: γ -curcumeno (23,99%), α -curcumeno (14,08%), acetato de bornilo (10,35%), camphor (5,03%) y epóxido de ocimeno (4,79%). Además, realizaron pruebas de actividad antibacteriana por el método de difusión en agar contra *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella tiphy* y *Pseudomona aeruginosa*

con resultados positivos, y concluyen que el aceite esencial de *A. peruviana* Willd presenta actividad antibacteriana contra las sepas de bacterias sometidas a prueba (4).

Hinojosa et al. (2013), en su proyecto de investigación titulado “Evaluación del Marco (*Ambrossia arborescens*) en cuyes (*Cavia cobayo*) Huancavelica”, utilizó 5, 10, 15 y 20 gramos de *A. arborescens* y evaluó la actividad contra garrapatas en cuyes (*Cavia cobayo*), además hacen referencia que los componentes del aceite esencial son los siguientes: isoborneol, curcumeno, cadineno, coratal y farnesano, pero no indica la abundancia de cada componente, ni tampoco el tiempo de retención (7).

Meza et al. (2017), en su estudio “Actividad antibacterial y larvicida sobre *Aedes aegypti* L. de extractos de *Ambrosia peruviana* Willd (Altamisa) recolectada en la finca las Acacias, Vereda San Isidro, Municipio de Guarne, Departamento de Antioquia”, evaluaron la actividad antibacterial utilizando el método de difusión en agar de Kirby-Bauer. La actividad larvicida a una concentración de 200 ppm tuvo una efectividad de 100% a las 144 horas, pero no tuvo actividad antibacteriana contra las cepas *Serratia marcescens* Bizio, *Proteus mirabilis* Hauser, *Enterobacter cloacae* (Jordan) Hormaeche & Edwards y *Staphylococcus aureus* Rosenbach, los autores concluyen que el objeto del trabajo es reportar la actividad larvicida y antibacterial de *A. peruviana* Willd (5).

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Especie en estudio: *Ambrosia peruviana* Willd

Identificación taxonómica

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Orden	: Asterales
Familia	: Asteraceae
Subfamilia	: Asteroideae
Género	: Ambrosia
Especie	: <i>Ambrosia peruviana</i> Willd.
Nombre Vulgar	: marco

Descripción botánica: Planta erecta de hasta 2m de altura muy aromática, cubierta de largas vellosidades. Hojas alternas, flores densamente agregadas en una cabeza indeterminada que está rodeada por un involucre de brácteas con inflorescencia secundaria, terminal axilar. Flores bisexuales, sépalos altamente modificados formando un cáliz altamente modificado, 5 pétalos connatos, formando una corola radial y tubular, 2 pétalos en el labio superior y tres en el labio inferior, con anteras usualmente connatos, ovarios inferiores con placentación basal; el fruto es un aquenio (8).

Distribución y ecológica: Ampliamente distribuida por sudamérica. En la selva peruana es planta estacional crece en verano a orillas de los ríos

Uso e información botánica: Usado junto con otras plantas en baños en la práctica de rituales mágicos o religiosos. Es considerado como astringente, como antirreumático, antiespasmódico tónico y vermífugo. El cocimiento de las raíces es usado para el tratamiento de neuralgia e histeria (9).

1.2.2. Sustancias aromáticas: Aceite esencial

Cuando hablamos de aceite esencial inmediatamente este concepto lo debemos relacionar con olor y el gusto, nuestros sentidos más antiquísimos, probablemente desarrollados en organismos muy primitivos como un medio de tener información acerca de los cambios químicos en el entorno del organismo, esta es la razón por la cual está presente una sensación oculta cuando se percibe un olor porque hay una secuencia de feromonas complejas que parten de la liberación de moléculas volátiles, líquidas o las exhalaciones de una flor, hasta su detección por los receptores nasales y finalmente la elaboración de una respuesta ante una representación mental de este olor que hace al sujeto recordar algo que pudo haber sucedido o un recuerdo involuntario de la memoria olfativa, que nos lleva a dar una mirada retrospectiva a nuestra infancia o enriquecer nuestra percepción del mundo, que a pesar de su ubicuidad en la naturaleza, conocemos poco de la memoria olfativa y un poco más de la memoria visual y auditiva. El aceite esencial es una mezcla de un número variable de sustancias olorosas de naturaleza terpenoidal por lo general, pero también de sustancias arénicas derivadas del fenil propano (10).

Inicialmente se define como aceite esencial a esencias obtenidas por medio de arrastre de vapor de agua o por expresión del pericarpio fresco de los frutos cítricos, pero esta definición restrictiva entonces excluía a los esencias obtenidas con la ayuda de los solventes, como las obtenidas por enfleurage, por fluidos supercríticos o con solventes polares como etanol, específicos para obtener tinturas de Ambreina, alcohol terpenoidal constituyente del ámbar gris, sustancia proveniente de la secreción digestiva de los cachalotes de supuestos efectos afrodisiacos o esencias arrastradas con solventes de baja polaridad, como éter de petróleo, n-hexano etc. (10).

Actualmente todos estos métodos son aplicables para la obtención del aceite esencial.

1.2.3. Propiedades del aceite esencial

Son diversos, puesto que engloban sustancias muy heterogéneas, pero para que el aroma de un aceite esencial trascienda en el medio ambiente este debe ser volátil y se debe a su presión de vapor, pues cuanto mayor es la presión de vapor la sustancia es más volátil, y para que una sustancia sea más volátil es que entre sus moléculas predominan las fuerzas repulsivas (10). Las moléculas pequeñas como las estructuras de C_{10} son más volátiles que la estructura de carbono C_{15} ; por ejemplo: α - pineno tiene mayor presión de vapor $3,8 \times 10^{-9}$ atm que citronelol $1,79 \times 10^{-10}$ atm.

La otra propiedad es su solubilidad en alcohol y en solventes orgánicos, son liposolubles y muy poco soluble en agua, son arrastrables por el vapor de agua. su densidad es menor que del agua y menos que la de los diterpenos a excepción de las esencias del clavo (eugenol), sasafrás(sefrol). Que son más densas que el agua (10). Gozan de poder rotatorio y tienen un índice de rotación elevado (11).

1.2.4. Localización de los aceites esenciales

Se encuentra en las plantas espermatofitas, es decir plantas que poseen frutos y semillas pertenecientes a las ordenes: magnoliales, laureles, rutaes, asteraceas, lamiales, santaleales, rosales, etc. Están contenidos en los órganos vegetales como flores de rosa, jazmín, ilang-ilang, hojas (menta, Lippia alba) raíces (petiver), rizomas (jengibre), leños (Aniba rosaeodora Ducke), corteza (canela), semilla (nuez moscada) (10).

1.2.5. Composición química de los aceites esenciales

Los componentes presentes en los aceites esenciales son de naturaleza terpenoidales: mono y sesquiterpenos que biogénicamente se forma del ácido mevalónico y los de serie aromática mucho menos frecuente que los monos y sesquiterpenos, derivan en su mayoría del fenil propano, a veces pueden ir

acompañados de moléculas C₆-C₁. Estas sustancias arénicas (fenólicas) son productos del metabolismo del ácido Shiquímico, la serie aromática pertenece a sustancias como: eugenol, aspiol, aldehído anhídrico, safrol, etc (10).

1.2.5. Biogénesis de los terpenos

A.1) Monoterpenos y sesquiterpenos

Partiendo del ácido mevalónico cuando este reacciona con el ácido adenosín trifosfato (ATP) forma el pirofosfato mevalonato (13).

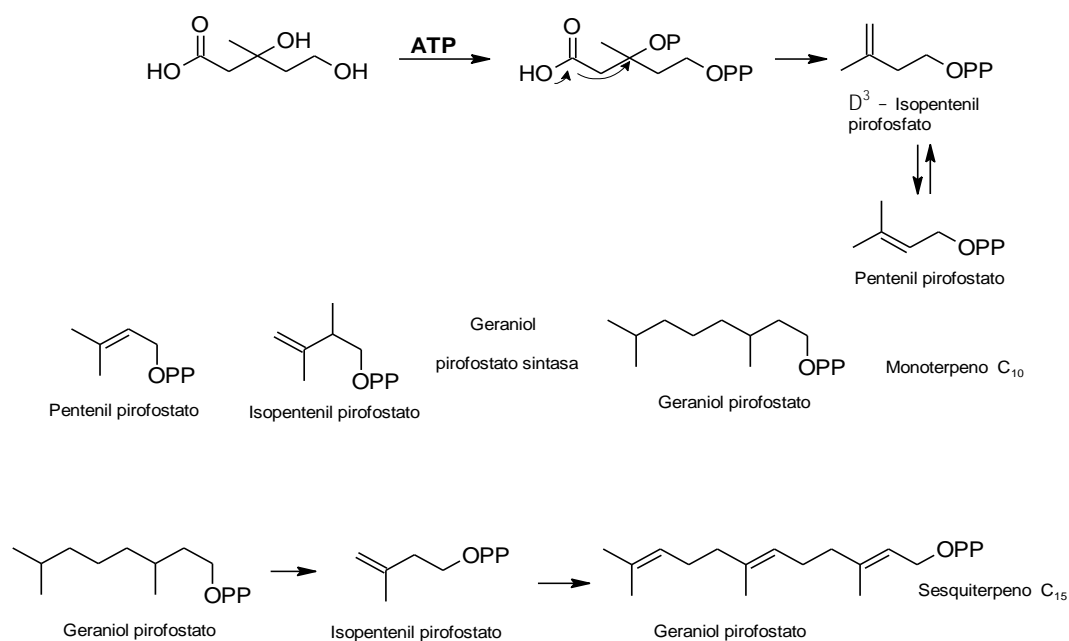


Figura 1. Biosíntesis de componentes mono y sesquiterpenos

Fuente. Brunton Jean, Elementos de fitoquímica y farmacognosia

A.2) Biogénesis de arénicos (fenólicos)

Partimos del ácido Shiquímico que reacciona con el fosfo-enol piruvato y por otros pasos que omitimos para que no se forme el ácido profénico que por varios otros pasos forma la conferina y de allí se deriva los otros compuestos arénicos.

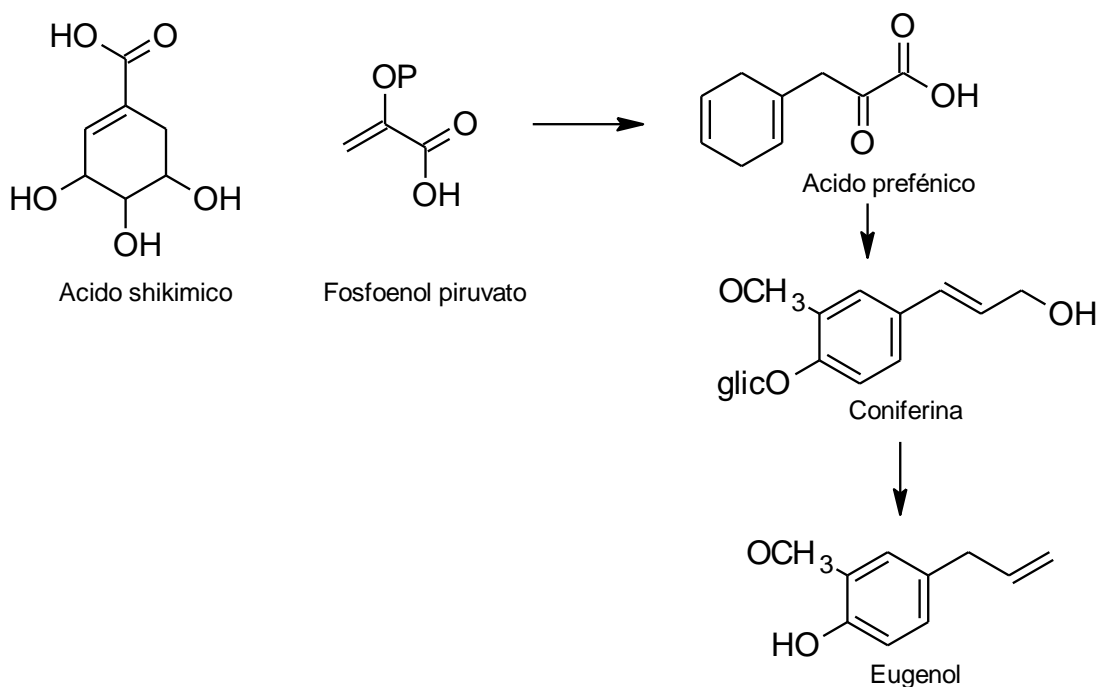


Figura 2. Biosíntesis de componentes arénicos

Fuente. Brunton Jean, Elementos de fitoquímica y farmacognosia

1.2.6. Métodos de obtención del aceite

En el estudio de los aceites esenciales debe considerarse las especies vegetales y el órgano que lo contiene: flores como en las rosas, y el Jasmín, hojas en la menta y en *Ambrosia peruviana*, tallo en el palo de rosa, duramen en *Swartzia polyphylla*, rizoma en el piri- piri, raíz en *vetiver* (10). Señalaremos los métodos de obtención siguientes:

A. Destilación por arrastre de vapor

Consiste en sumergir el material vegetal intacto o groseramente pulverizado en agua al que se lleva hasta la temperatura de ebullición (100°C). El agua arrastra consigo en forma de vapor los principios volátiles y cuando el destilado atraviesa el condensador se enfría y aparece en la columna colectora dos fases, aquella que sobrenada en el agua, es la capa de aceite esencial y la fase inferior es la capa acuosa. Se abre la llave

del colector y se separa por decantación, primero la capa inferior de agua que es la más densa y luego el del aceite esencial; finalmente, se descarga el aceite esencial se seca con sulfato de sodio anhidro, se filtra y el filtrado es el aceite esencial; que se deseca con sulfato de sodio anhidro.

B. Estrujado o Expresión

Aplicado a las frutas cítricas: limón, naranja, bergamota en las cuales el aceite esencial existe abundantemente en gotitas macroscópicas visibles en la cáscara, consiste propiamente en un trabajo de arte manual que se realiza mecánicamente, pero requiere destreza. Consiste en apretar la cáscara contra una esponja, para que absorbe el aceite esencial, luego se quita el aceite de la esponja exprimiéndola. Otro procedimiento es el de las agujas, se usa una especie de embudo que en la parte interior tiene unas puntas agudas sobre la que se frota la cáscara del cítrico y por el cono menor que es propiamente un tubo, se descarga el aceite esencial que se suelta cuando se rompe las células que contienen la esencia. Actualmente, se usa prensas hidráulicas para la expresión con este método el aceite esencial conserva su auténtico olor y se hace una separación por centrifugación de la fracción acuosa (10).

C. Extracción con solventes

Este es un método muy funcional propuesto por Pybus David *et al.* en su libro “The Chemistry of Fragrance”, señala los métodos para obtener ingredientes para perfumes (12), el mismo que sirve para las otras industrias: cosméticas, licorera, alimentaria, farmacológica, etc. se puede usar tres procesos diferentes, la primera extraer el aceite esencial con etanol; la segunda, extraer con solventes apolares como pentano, hexano, éter de petróleo y la tercera utilizando grasa o vaselina también conocido como enflourage.

D. Extracción por fluidos supercríticos

Este es un caso particular de extracción de aceite esencial con dióxido de carbono líquido en estado supercrítico, se tiende a llevar al gas hasta su estado líquido y luego a su estado supercrítico. Comprimiendo en gas para que penetre en los espacios intersticiales del material sujeto a extracción cuando se descomprima el dióxido de carbono arrastra consigo las esencias, es un método limpio seguro, no existe peligro de inflamabilidad del solvente, además no es tóxico y es recuperable el único inconveniente es que la instalación es costosa.

1.2.7. Determinación de los parámetros fisicoquímicos

A. Densidad.

Se determina por el método picnométrico de Weld que tiene un tubo lateral de descarga del exceso de líquido al momento de llenado, para realizar la medición previamente se procede a calibrar el picnómetro a la temperatura de laboratorio donde se va realizar la experimentación para lo cual en el aparato se introduce agua destilada pura, libre de grasas, previamente se pasa el picnómetro. Se recurre al Handbook of Chemistry and physics. CRC-PRESS 1988. 66 edición pág. F-10 (16) y se busca el valor de la densidad del agua a la temperatura del laboratorio, conocido este valor resulta fácil la densidad.

Se calcula el volumen del picnómetro que permitirá indirectamente saber que este volumen va ser igual al volumen del aceite esencial. La determinación de la masa del aceite esencial se calculará por diferencia entre el peso del picnómetro conocido por la medición realizada para obtener el volumen del agua, resulta fácil por sustracción determinar el peso del aceite esencial, conociendo el peso y volumen la densidad del aceite esencial se calcula la densidad.

B. Índice de refracción

Se utiliza el refractómetro ABBE que posee las siguientes ventajas: una luz blanca porque el sistema de prismas da un índice de refracción para la línea D del sólido para realizar la determinación, sólo se necesita unas cuantas gotas de líquido. El equipo lleva incorporado un control de temperatura del prisma y de la muestra, las dos mitades del prisma compensador de Amici permiten la determinación de la dispersión específica.

La medición se lee directamente y el valor del índice de refracción para la línea D del sodio arroja hasta la tercera cifra decimal con gran exactitud, el resultado se expresa en la fórmula siguiente.

$$n_D^{20} = \text{valor (número con 4 decimales)}$$

La densidad y el índice de refracción permiten hacer deducciones de los componentes del aceite esencial, si la densidad es menor de 0,9 el índice de refracción de 1,47 sugiere que se hallan presente en el aceite esencial un alto porcentaje de hidrocarburos terpénicos o compuestos alifáticos, pero si la densidad es mayor de 0,9 y el índice de refracción menor a 1,47 es posible la presencia de compuestos oxigenados alifáticos. Para los hidrocarburos aromáticos las densidades son menores de 0,9 pero el índice de refracción mayor de 1,47.

C. Solubilidad

La solubilidad a 20 °C de una esencia en soluciones etanol-agua depende de su contenido de compuestos oxigenados: alcoholes, éteres, aldehídos y cetonas. Su determinación se hace en soluciones etanólicas al 95%, 90%, 80%, 70%, 60%, y 50% en peso (9). También se averigua la solubilidad del aceite esencial.

En volúmenes iguales de disulfuro de carbono en donde la opalescencia indica agua. En 1 ml de esencia al que se añade 10 ml de solución de KOH 1 N, la solubilidad aumenta con el contenido de fenoles (9).

D. Reacciones coloridas.

Se realiza para averiguar la presencia de alcoholes de modo siguiente. En un tubo se mezcla unas gotas de aceite esencial con 8 gotas de disulfuro de carbono y 100 mg de KOH triturado. La mezcla se agita 5 minutos, si es positivo aparece una coloración o un precipitado amarillo debido a los xantatos, si no hay reductores se añade 2 gotas de molibdato de amonio al 1% cuidadosamente se acidula la mezcla con H₂SO₄ 1M, se enfría en baño de hielo, luego se le agrega 4 gotas de cloroformo, se agita y se deja estratificar, debe observarse si la capa clorofórmica muestra color violeta, si se produce tal coloración es por la presencia de alcoholes. Los aldehídos y las cetonas forman un precipitado amarillo o rojo. Cuando a una gota del aceite esencial se le agrega 2 gotas de etanol y una gota de solución 2,4-dinitrofenilhidrazina, los precipitados rojos indican carbonilos aromáticos, los anaranjados carbonilos α , β insaturados y los amarillos carbonilos saturados (9).

1.2.8. Determinación de los componentes del aceite esencial

Por medición de los parámetros fisicoquímicos son los siguientes: Densidad, índice de refracción, solubilidad en alcohol, reacciones coloridas (10,11).

A.1) Cromatografía de gases de alta resolución acoplado a un detector de espectrometría de masa

En este método en la columna del cromatógrafo de gases se separan los compuestos del aceite esencial y pasa al espectrofotómetro de masas, un aparato de análisis de alta sensibilidad, que tiende a ionizar las moléculas en la que el equipo previamente determina el pico padre (peso molecular) antes de la fragmentación luego se produce la fragmentación y la recomposición MC Lafferty el detector reproduce las fragmentaciones moleculares en forma ampliada mediante un detector y el registrador grafica el espectro señalando en el eje de las ordenadas la abundancia de cada uno

de los componentes y en eje da las abscisas el tiempo de retención (T_r) o índice de Kovats en minutos.

El instrumento consta de un tanque de gas portador, de una cámara de inyección de la muestra, un horno con temperatura controlada desde 40 °C hasta 300 °C, una columna de (60 m) por 250 micrómetro de diámetros exterior y 0,25 micrómetros de diámetro interno, enrollado en espiral, un equipo detector de los componentes que se separan de la columna, un sistema de datos y el aparato de registro de los resultados.

Un aparato de cromatografía de gases acoplado a un espectrofotómetro de masas responde al esquema siguiente: una entrada de gas transportador (He), una abertura de inyección de la muestra. Una columna de gases de sílice fundido que se halla en el interior del horno de temperatura regulable una válvula de transferencia del efluente al espectrofotómetro de masas cuyo analizador es cuadrupolo, la fuente de ionización, ioniza y fragmenta las moléculas que son componentes del aceite esencial.

El espectrofotómetro de masa barre repetidas veces las masas durante el experimento, por ejemplo, si este dura 10 minutos y se efectúa el barrido cada segundo se registran 600 espectros de masa. El sistema de datos puede analizar los datos de diversas maneras en primer lugar se puede sumar la abundancia de iones en cada espectro y la representación gráfica en función del tiempo para obtener un cromatograma iónico total.

Esta gráfica es similar a un cromatograma convencional, también es posible seleccionar y ver el espectro a un tiempo particular del cromatograma para identificar la especie cuya elección ocurre a dicho tiempo, por último, es posible seleccionar un valor de m/z y monitorizarlo durante el experimento cromatográfico, técnica conocida como monitorización de iones seleccionados (13).

1.3. Definición de términos básicos

Aceite esencial: Es una sustancia que está presente en los órganos vegetales inicialmente se lo obtuvo cuando se sometía a destilación con vapor de agua actualmente se aplican otros métodos para la separación del aceite esencial del órgano vegetal tales como: expresión, extracción con solventes, fluidos supercríticos y enfleurage por lo general los componentes son de naturaleza terpenoidal, mono y sesquiterpenos y de naturaleza fenil propano.

***Ambrosia peruviana* willd “marco”:** Es una planta arbustiva de la familia de las Asteráceas cuyas hojas compuestas formadas por varios foliolos son aromáticas debido a que contiene aceite esencial, esta planta es abundante durante todo el verano crece a orillas de los ríos amazónicos, pero en la amazonía no tiene ningún uso conocido.

Solubilidad: Es una condición necesaria para que una molécula manifieste su olor en el medio y puede desde ya elegirse el olor para la característica más adecuado, cuanto más soluble es un aceite esencial más fácilmente trasciende en el medio y puede tener un gran valor en la industria perfumista.

Enfleurage: Es un procedimiento que utiliza aceites y grasas aprovechando la liposolubilidad de los componentes para extraer aceites esenciales. En esta técnica la extracción se realiza en frío, se usa para extraer los aceites esenciales de flores que poseen aceites esenciales exquisitos de alta demanda en la industria perfumista tales como rosa, Jazmín, y nardo, etc. con cuyo procedimiento no se desnaturalizan los componentes lábiles (10,12).

Proceso fermentativo: Existen un sinnúmero de plantas que tienen enmascarado sus aromas, y por esos son casi inodoros, pero con un tratamiento apropiado aparecen los

aromas, cuando se emplean determinados procedimientos de fermentación, caso de la vainillina, de las raíces de vainilla cuando se fermenta.

El aceite natural de almendras amargas y el aceite de laurel cerezo son nuevos ejemplos que se obtienen por procesos fermentativos, el glicósido contenido en ambas plantas es la "amigdalina" bajo la acción del fermento emulsina se desdobla en ácido prúsico (HCN) y benzaldehído que es el componente principal oloroso del aceite de almendras amargas.

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. Formulación de la hipótesis

Las propiedades y los componentes del aceite esencial de las hojas de *A. peruviana* Willd pueden determinarse por pruebas fisicoquímicas y cromatografía de gases de alta resolución acoplado a un espectrómetro de masas - HRGC- MS

2.2. Variables y su operacionalización

2.2.1. Variable de estudio

- Características fisicoquímicas del aceite esencial.
- Componentes del aceite esencial.

2.2.2. Operacionalización de variables

Variable de estudio	Definición conceptual	Tipos de variable por su naturaleza	Indicador	Escala de medición	Medios de verificación
Características fisicoquímicas del aceite esencial	El aceite esencial obtenido de hoja de <i>A. peruviana</i> willd. Presenta Determinadas propiedades fisicoquímicas, que lo caracterizan como único.	Cuantitativa	<ul style="list-style-type: none"> • Densidad • Índice de refracción • Solubilidad • Reacciones coloridas 	g/cm ³ Grados Porcentaje Coloración	Valores de las propiedades fisicoquímicas
Componentes del aceite esencial	Los componentes del aceite esencial de hoja de <i>A. peruviana</i> willd determinada por cromatografía de gases de alta resolución HRGC-MS presenta parámetros únicos que lo identifican	Cuantitativa	<ul style="list-style-type: none"> • Número de componentes • Abundancia • Tiempo de retención 	<ul style="list-style-type: none"> • Número ordinal • Porcentaje • Índice de Kovats de minutos 	Cromatograma

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Diseño y tipo

El tipo de investigación fue descriptivo, se describió las características fisicoquímicas y el número de componentes presentes en el aceite esencial con los valores encontrados en los análisis realizados. El diseño es, no experimental, porque las variables de estudio no se manipulan tampoco se tiene control sobre ellos, los datos se recolectan mediante los experimentos de laboratorio en la cuales el efecto de las fuentes de invalidación interna es eliminado, así como el de otras posibles variables independientes que no son manipulados o no interesa (14).

En un diseño no experimental desde una visión cuantitativa, el proceso que se sigue es algorítmico, es decir un conjunto de operaciones sistemáticas que permite buscar los caminos críticos para la solución del problema.

3.2. Diseño muestral

Los sujetos de estudio no se toman en forma aleatoria, ya que todas las hojas contienen los mismos componentes. En un diseño no experimental desde una visión cuantitativa no requiere la representatividad de los sujetos de estudio, porque los elementos de la población (hojas) todos poseen “*per se*” los mismos componentes como tal no es necesario tener grupos de control (14).

Población de estudio. El conjunto de árboles de la especie *A. peruviana* Willd, que crece con abundante durante todo el verano a orillas de los ríos amazónicos, Provincia de Maynas, Región Loreto.

Tamaño de la muestra. Diez kilogramos de hojas frescas de *A. peruviana* Willd recolectadas a orillas del río Amazonas en la zona cercana a Masusa Distrito de Punchana, Provincia de Maynas, que se hallaba formando una comunidad vegetal.

Criterios de Inclusión. Se seleccionaron hojas de mayor dimensión frescas y turgentes de las plantas de mayor altura (1,50 metro) que poseen, follaje desarrollado.

3.3. Procedimiento de recolección de datos

A. Obtención del aceite esencial

Identificación botánica de la planta: Para la identificación se colectó una rama de la planta con hojas, flores y frutos en la zona de Masusa a orillas del río Amazonas en el distrito de Punchana, provincia de Maynas, cuyos datos georreferenciales son 3° 43'30" S y 73°16'05"O a una altura de 120 msnm que se llevó al Herbarium Amazonense CIRNA-UNAP, donde fue identificado por el botánico Juan C. Ruiz Macedo, teniendo en cuenta sus características morfológicas siguiendo los criterios taxonómicos de Arthur Cronquist. Se tomaron fotografías para documentar el estudio, las hojas frescas se recolectaron con tijera podadora y colocado en una bolsa de plástico para luego transportarlo hasta el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana (UNAP).

Preparación de muestra vegetal: Las hojas son limpiadas, lavado con agua destilada y secado a temperatura de 20°C con aire acondicionado, luego almacenado en un anaquel para su procesamiento correspondiente.

Certificación de la especie vegetal: El especialista del Herbarium Amazonense de la Universidad Nacional de la Amazonia peruana (UNAP), certifico la especie vegetal y entrego una constancia con su respectivo código de identificación.

Extracción del aceite esencial: La muestra pesada se introdujo en un balón de 2 litros de capacidad se introdujo ½ kg de hojas previamente lavado y secados y 700 ml de éter de petróleo para la maceración por 5 días con agitación intermitente. La filtración se realizó en una batería de Buchner que lleva incorporado una bomba de vacío para que la filtración sea más rápido. El filtrado se recogió en un matraz de

Kitasato luego se separó en una pera de decantación las dos fases, la fase etérea sobrenadante y la fase acuosa en la parte inferior del recipiente, se abrió la llave de la pera para descargar la fase acuosa que se descartó, la fase etérea se seca con sulfato de sodio anhidro (Na_2SO_4), se filtra para descartar el desecante acuoso. Se destila en rotavapor a presión reducida a 30°C de temperatura y se obtiene la concreta. Utilizando etanol de 96° se extrae la esencia absoluta, en una probeta de 50 ml de capacidad se midió el volumen y se obtuvo 13.684 cm^3 , con la que se realizó la medición de los parámetros fisicoquímicos y por cromatografía de gases acoplado a un espectrómetro de masas se determinaron el número de componentes, abundancia y tiempo de retención.

Rendimiento del aceite esencial: Para determinar el rendimiento de aceite esencial de las hojas de *A. Peruana* Willd, se procedió al pesado de la materia prima recolectada en una Balanza antes de someter a la extracción, luego se midió el volumen del aceite obtenido después de procesar toda la materia prima, con la densidad que se obtuvo se determinó el peso del aceite aplicando la fórmula de la densidad, después se usó la relación peso del aceite esencial entre el peso de la muestra multiplicado por cien, con la que se determinó el rendimiento del aceite esencial (anexo 3).

B. Determinación de los parámetros fisicoquímicos

Se determinó los parámetros fisicoquímicos siguientes: Densidad usando picnómetro de Weld, previamente calibrado a la temperatura del laboratorio y no con la calibración de fábrica a 20°C , se hizo la medición del Índice de refracción utilizando el refractómetro ABBE.

Reactivos para pruebas coloridas: Para las pruebas coloridas se aplicaron reactivos cromagénicos en un tubo de prueba, a 4 gotas del aceite esencial se vertió 8 gotas de disulfuro de carbono, hidróxido de potasio, molibdato de amonio, ácido sulfúrico,

cloroformo, 2,4-dinitrofenilhidrazina, ácido fosfórico, metanol, reactivo de Schiff, hidroxilamina y cloruro férrico.

Determinación de la densidad: Para determinar la densidad se procedió de modo siguiente: se tomó un picnómetro de Weld de 5cm³ (capacidad calibración de fábrica a 20°C), como en el laboratorio se trabaja a una temperatura de 30°C fue preciso recalibrar a esta temperatura, para lo cual se lavó con agua destilada y se secó a 110°C en una estufa, luego se pesó en la Balanza Analítica OHAUSS obteniendo el peso del picnómetro vacío, se llenó con agua destilada libre de gas y se pesó nuevamente, obteniendo el segundo peso, agua más el del picnómetro, por diferencia de estos pesos se halla el peso del agua.

La densidad de agua se busca a la temperatura experimental de laboratorio 30°C en el Handbook of Chemistry Physics en la página F-10 cuyo valor es 0,99567 g/cm³; con estos datos, aplicando la fórmula de la densidad se halla el volumen del agua que a su vez es el volumen del picnómetro. Se descartó el agua del picnómetro, se secó nuevamente a 110°C en estufa, por una hora, se enfrió y se introdujo el aceite esencial, se pesó y se obtuvo el peso del picnómetro más el del aceite, por diferencia de pesos con el del picnómetro vacío se halla el peso del aceite y por último aplicando nuevamente la fórmula de la densidad se halla la densidad del aceite (anexo 4).

Determinación del índice de refracción: Se midió directamente con el refractómetro ABBE, se aplicó una gota de aceite esencial en la mitad inferior en el prisma de Amici, se cerró el prisma y se enfocó con la luz blanca de sodio. Se observó por el objetivo y se dio lectura directa el valor del índice de refracción del aceite esencial de *A. Peruviana* Willd.

Solubilidad: Se midió la solubilidad de aceite esencial en solución de etanol + agua, se preparan soluciones etanólicas de 95%, 90%, 80%, 70%, 60%, 50% en peso, para esta determinación se pone 1 ml de esencia en una probeta de 10ml graduado en divisiones de 0,1 ml, y con un tapón para el cierre hermético se añade lentamente en

porciones pequeñas soluciones etanólicas de la concentración adecuada, después de cada adición se sacude la mezcla (9).

Al disolverse el aceite esencial se anota la cantidad de volumen de mezcla requerido, luego se continua la adición de solución etanólica hasta que aparezca opalescencia, aquí se anota la cantidad de volumen añadido hasta completar 10 ml, la operación se repite con una nueva muestra y con soluciones de mayor concentración. También se averigua la solubilidad del aceite esencial de los modos siguientes: En volúmenes iguales de disulfuro de carbono cuando aparece opalescencia indica que hay presencia de terpenos oxigenados. En un milímetro de esencia se añade 10ml de solución KOH 1N, la solubilidad aumenta con la presencia de sustancias fenólicas en el aceite esencial (9).

Reacciones coloridas: Para averiguar si en el aceite esencial están presentes sustancias de naturaleza alcohólica, en un tubo de ensayo seco se puso unas gotas de aceite esencial, 8 gotas de disulfuro de carbono y 100 mg de KOH, debidamente triturado, la mezcla se agito 5 minutos, luego se añadió 2 gotas de molibdato de amonio a 1%. Se aciduló con H_2SO_4 1M, se enfrió en baño de hielo picado y se agregó 4 gotas de cloroformo, se agito la mezcla y se dejó en reposo hasta que se estratifique, se observó en la capa inferior clorofórmica un color violeta, que indica la presencia de alcohol prueba que será corroborada por el análisis por cromatografía de gases de alta resolución acopado a un espectrómetro de masas HRGC-MS.

C. Constituyentes químicos de la muestra vegetal

Equipo utilizado para la Identificación de componentes: Para identificar los componentes del aceite esencial se utilizó el equipo de cromatografía de gases y espectrómetro de masas de marca SHIMADZU GC-14A del laboratorio de fisicoquímica (FIQ-UNAP). Los componentes que se separaron en la columna fueron registrados en un registrador automático y el registrador graficó un cromatograma que en el eje de las coordenadas la abundancia porcentual de cada una de los

componentes y en el eje de las abscisas el tiempo de retención o de separación de cada componente.

Análisis por cromatografía de gases acoplado a un espectrómetro de Masas GC-MS: Se realizó en el laboratorio de fisicoquímica de la facultad de Ingeniería Química en un equipo de cromatografía de gases SHIMADZU GC-17. El procedimiento consiste en disolver 20 microlitros de aceite esencial en 1ml de dicloro metano, se tomó un microlitro de esta solución y se inyectó en el cromatógrafo. Se programó la temperatura del horno hasta 300° C. Los componentes que se separaron en la columna fueron registrados en un registrador automático y el registrador graficó un cromatograma que en el eje de las coordenadas la abundancia porcentual de cada una de los componentes y en el eje de las abscisas el tiempo de retención o de separación de cada componente.

Las etapas del procesamiento de la muestra para la obtención del aceite esencial de las hojas de *A. peruviana* Wild. se muestra en el siguiente diagrama de bloques.

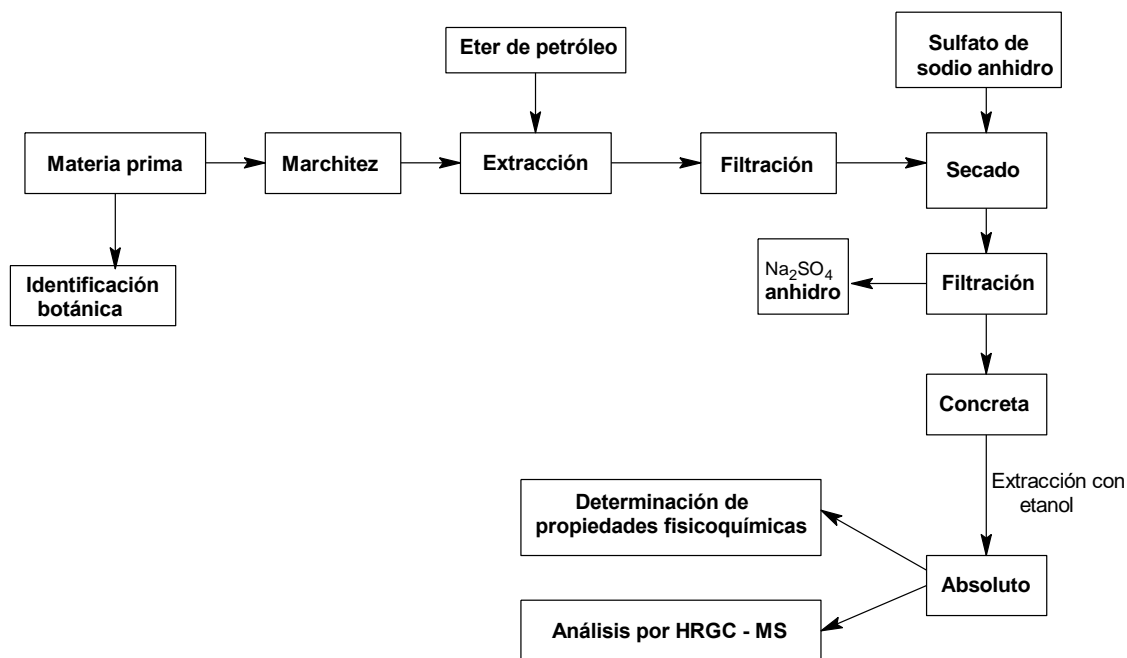


Figura 3. Diagrama de bloques de las etapas de obtención del aceite esencial de *Ambrosia peruviana* Willd y su caracterización fisicoquímica y cromatográfica

3.4. Procesamiento y análisis de datos

Los resultados se presentan en tablas y gráficos por la naturaleza misma del estudio que solo describe las variables de estudio.

3.5. Aspectos éticos

La especie de *A. Peruana* Willd no fue amenazada en su dinámica de crecimiento y propagación, porque la muestra que se extrajo por sistema de poda corresponde al órgano foliar que se renuevan permanentemente en su desarrollo normal.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Rendimiento del aceite esencial

El rendimiento del aceite de *A. peruviana* Willd es la relación proporcional entre pesos de materia prima y producto, se trabajó con 10 000 gr de muestra de los cuales se obtenido 11,228 gr de aceite esencial, dando un rendimiento de 0,1123%

4.2. Características fisicoquímicas

La densidad de aceite esencial de *A. peruviana* Willd, es 0,8203 gr/cm³ y el índice de refracción 1,453

La prueba de coloración para alcoholes dio positivo con una coloración violeta, para aldehídos, cetonas y esterres fue negativo

Tabla 1. Solubilidad del aceite esencial de *A. peruviana* Willd en mezcla alcohólica

Mezcla porcentual (%) alcohol - agua	Solubilidad
95:5	+
90:10	+
80:20	+
70:30	+
60:40	+
50:50	-

4.3. Cromatograma del aceite esencial de *A. peruviana* Willd

Componentes del aceite esencial presentes en el cromatograma como resultado del análisis de cromatografía acoplado a un espectrómetro de masa

Tabla 2. Cromatograma del aceite esencial de *A. peruviana* Willd

Número	Nombre del componente	T_R (min)	% en la muestra (áreas relativas)
1	Sabineno	11,20	8,40
2	α -Pino	12,30	8,10
3	β -Pino	13,10	6,20
4	1,8-Cineol	13,90	10,50
5	Linalol	14,20	30,40
6	Borneol	15,80	5,20
7	Canfor	16,12	10,10
8	β -Cariofileno	17,00	5,60
9	Óxido de Cariofileno	17,90	5,49
10	Desconocido (C ₁₅ H ₂₄ O)	18,20	10,00

Tabla 3. Componentes monoterpenoidales del aceite esencial, tiempo de retención

Monoterpenos	Tiempo de retención (min)
Sabineno	11,20
α -Pino	12,30
β -Pino	13,10
1,8-cineol	15,80
Linalol	14,20
Borneol	15,80
Canfor	16,12

Tabla 4. Componentes sesquiterpénicos del aceite esencial, tiempo de retención

Sesquiterpenos	Tiempo de retención (min)
Beta-Cariofileno	17,00
Óxido de cariofileno	17,90

El análisis por cromatografía de gases de alta resolución y espectrometría de masa no puede determinar el nombre de la sustancia $C_{15}H_{24}O$ que registra un tiempo de retención 18,20 minutos, se debe señalar que se trata de un compuesto nuevo.

Tabla 5. Componentes del aceite esencial de *A. peruviana* Willd y abundancia

Componentes	Abundancia (%)
Linalol monoterpeno alifático	30,40
1,8-cineol monoterpeno bicíclico	10,50
Canfor monoterpeno	10,10
Desconocido $C_{15}H_{24}O$	10,00
sabineno monoterpeno bicíclico	8,40
α - pineno monoterpeno bicíclico	8,10
β pineno monoterpeno bicíclico	6,20
β -cariofileno sesquiterpeno bicíclico	5,60
Óxido de cariofileno sesquiterpeno bicíclico	5,49
Borneol monoterpeno bicíclico	5,20

Presencia de componentes de naturaleza alcohólica y oxigenados

Se observa la presencia de 2 alcoholes: linalol y Borneol, el alcanfor o canfor tiene estructura cetónica y el 1,8-cineol y el óxido de cariofileno, por eso dio positivo la presencia de alcoholes cuando se aplicó las reacciones coloridas en la determinación de los parámetros fisicoquímicos, antes que se obtuviera los resultados del análisis por cromatografía GC-MS.

Tabla 6. Componentes que le dan al aceite esencial, el carácter u olor *suigéneris*, olor a menta y madera

Componente	Abundancia (%)
Linalol	30,40
1,8- cineol	10,50
Canfor	10,10
Sebinano	8,40
α -pineno	8,10
β - pineno	6,20
Borneol	5,20

Tabla 7. Componentes que le dan la intensidad al aceite esencial

Componente	Abundancia (%)
Linalol	30,40
1,8-Cineol	10,50
Canfor	10,10

Tabla 8. Sesquiterpenos que afirman la persistencia al aceite esencial

Componente	Abundancia (%)
β -cariofileno	5,60
Óxido de cariofileno	5,49

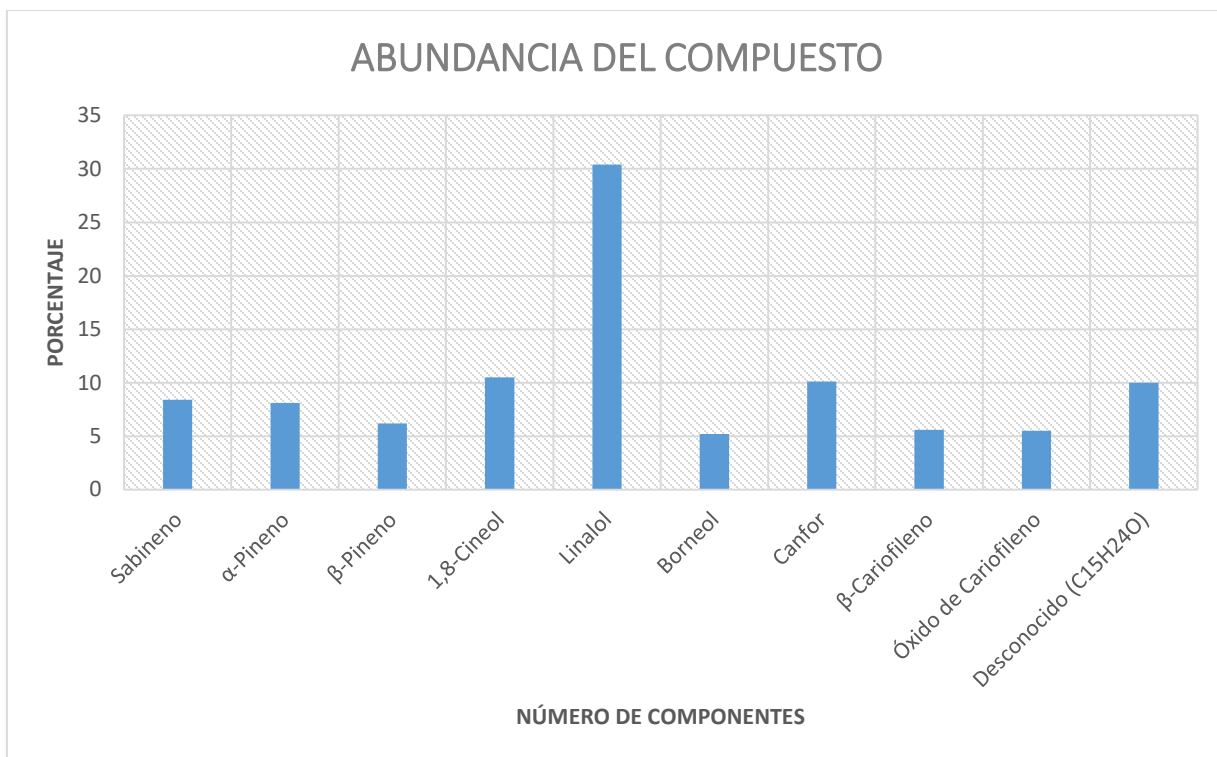


Figura 4. Composición del aceite esencial de *A. peruviana* Willd

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Los principales constituyentes encontrados en el aceite esencial de *A. peruviana* Willd fueron el 1,8-cineol 10,50%, linalol 30,40%, canfor 10,10% y un componente desconocido 10,00%. Mientras que Ruiz *et al.* (11) en su estudio composición química de aceites esenciales de diez plantas aromáticas peruanas encontró que los principales componentes del aceite esencial de *A. peruviana* Willd fueron el Germacreno D 32,66%, β -Himachaleno 16,78%, acetato de bornilo 10,97% y Bicyclgermacreno 10,20%. Estos resultados revelan una variabilidad en cuanto a la naturaleza de los principales componentes encontrados en ambos estudios. Además, el componente principal de mayor abundancia de nuestro estudio es el linalol, mientras que en el estudiado realizado por Ruiz *et al.* (11) fue el Germacreno D, este hallazgo nos permite indicar la direccionalidad de uso del aceite esencial de esta especie. También existe una diferencia en cuanto al número de componentes en ambos estudios, Ruiz *et al.* (11) determinó 23 componentes, mientras que, en el aceite esencial *A. peruviana* Willd que se estudió se encontró un total de 10 componentes.

Yañez *et al.* (4) en su estudio Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de *A. peruviana* Willd “marco” de los llanos venezolanos, determinaron 22 componentes y los principales fueron el γ -curcumeno 23,99%, α -curcumeno 14,08%, acetato de bornilo 10,35%, camphor 5,03% y epóxido de ocimeno 4,79%. Mientras que en *A. peruviana* Willd de la Región Loreto se determinó 10 componentes y los principales fueron el 1,8-cineol 10,50%, linalol 30,40%, canfor 10,10% y un componente desconocido 10,00%. Los principales componentes del aceite esencial *A. peruviana* Willd (marco) de los llanos venezolanos varía ostensiblemente con el aceite esencial de *A. peruviana* Willd de la Región Loreto, sin embargo, el único componente común en ambos estudios es el canfor. Además, el componente principal de mayor abundancia en el aceite esencial de nuestro estudio es el linalol, mientras que el estudiado por Yañez *et al.* (4) fue el γ -curcumeno.

Guauque et al. (6) en su estudio, Detección de metabolitos secundarios en *A. peruviana* Willd y determinación de la actividad antibacteriana y antihelmíntica, recolectada en el municipio de Armenia, Quindío, identificaron varios grupos de metabolitos secundarios, alcaloides, glucósidos cardiotónicos, quinonas, flavonoides, carbohidratos, taninos, saponinas y lactonas sesquiterpénicas. Mientras que en *A. peruviana* Willd de la Región Loreto identificamos monoterpenos y sesquiterpenos; en ambos estudios se ha determinado componentes de naturaleza sesquiterpénica, aunque probablemente las estructuras moleculares sean diferentes, sin embargo, no es posible hacer las comparaciones más específicas con los resultados obtenidos por Guauque et al. (6) porque no realizaron los análisis cromatográficos de gas y masa.

Existen estudios en otras líneas, Meza *et al.* (5) estudió la Actividad antibacterial y larvicida sobre *Aedes aegypty* L. de extractos de *A. peruviana* Willd “Altamisa” recolectada en la finca Las Acacias, Vereda San Isidro, Municipio de Guarne, Departamento de Antioquia, la evaluación de la actividad larvicida fue efectiva al 100%, pero la actividad antibacteriana no fue positiva con las cepas que utilizaron, estos resultados no son concluyentes, pero sin embargo prueba que la especie contiene componentes con actividad farmacológica, el análisis cromatográfico de gas y masa al aceite esencial de *A. peruviana* Willd de la Región Loreto reveló la presencia de linalol, componente principal que tiene varias propiedades farmacológica, antisépticas, ansiolíticas, antiinflamatorias, antifúngicas, antimicrobianas y proapoptóticas en diferentes líneas de células tumorales, esto muestra que la especie tiene un potencial para ser usado en la línea farmacológica

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

En el aceite esencial de *A. peruviana* Willd. de la región Loreto se determinó 10 componentes, de los cuales los mayoritarios fueron el linalol 30,40%, 1.8-cineol 10,50%, canfor 10,10% y un componente no identificado de fórmula $C_{15}H_{24}O$ 10,00%, estos componentes mayoritarios presentes en el aceite le dan un olor de menta y madera.

A. peruviana Willd “marco” de los llanos venezolanos, *Ambrosia arborescens* de Huancavelica y *A. peruviana* Willd “marco” de la región Loreto-Perú, contienen diferentes componentes por lo que podemos señalar que la especie estudiada en la región Loreto es un quimiotipo diferente, esta variación intraespecífica puede deberse a la influencia del suelo, clima, altitud, estaciones, cuerpos de agua, plantas con las que se hallan asociadas que son determinantes en cuanto a la composición de los aromáticos que poseen sus aceites esenciales.

De otro lado, por estar presente en *A. peruviana* Willd de la Región Loreto el linalol como compuesto mayoritario, podemos señalar que su mayor capacidad de uso y ventaja comparativa es la utilización del aceite esencial para la industria perfumista, pero también en la industria farmacéutica ya que el linalol es un poderoso antiinflamatorio, antifúngico, antimicrobiano y proapoptótico en diferentes líneas celulares antitumorales que le hace apto para su aplicación en la medicina y por el olor floral de linalol puede ser usado en cosmético, para la elaboración de jabones, champú, cremas de manos, etc.

El canfor, como biocida resulta ser un poderoso insecticida para combatir pulgas, moscas de la fruta y cucarachas; sin desestimar que puede ser un buen conservante de alimentos; abriéndose una amplia gama de posibilidades industriales en cuanto a su aplicación en diversas ramas derivadas de la industria de los aceites esenciales.

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

- A la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, realizar proyectos para ejecutar el cultivo permanente anual de la especie *A. peruviana* Willd en toda la ribera del Nanay ubicado en el área de propiedad de la universidad que permitirá cosechar permanentemente.
- A la Facultad de Farmacia y Bioquímica realizar un proyecto para la instalación de una planta de extracción de aceites esenciales para procesar la materia prima producida en la facultad de agronomía, esta actividad permitirá a los estudiantes a incursionar en la línea de producción de aceites esenciales.

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Ruiz et al, Composición química de aceites esenciales de 10 plantas aromáticas peruanas, Revista de la Sociedad Química del Perú, vol. 81, núm. 2, 2015, pp. 81-94
2. Soukup Jaroslav. Vocabulario de los Nombres vulgares de la Flora Peruana y Catálogo de Generos. Editoria Salesiana Lima Perú: 1970; pag. 55.
3. Duke James Alan, Vasquez Rodolfo, Amazonian ethnobotanical dictionary. Editorial CRC-PRESS. Boca ROTON, Ann Arbon, London, Tokio: 1994; pag. 18.
4. Yañez Carlos A. Ríos Nurby, Mora Flor Rojas Luis Díaz Tulia, Velaso Judith, Ríos Nahila, Melendez Pablo. Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial *Ambrosia peruviana* willd de los llanos venezolanos. Revista de biología UNMSM Lima: 2011; 18(2), pág. 149.151
5. Meza Venegas Ana María, Naranjo V.P, Diez Andrés f, Ocampo Omar, Monsalve Tulma. Actividad Antibacterial y Larvicida sobre *Aedes aegyptii* l de extracto de *Ambrosia peruviana* willd altemisa. Revista Cubana de Plantas Medicinales 2017 vol 22(1), pag1,11
6. Guauque *et al*, Detección de metabolitos secundarios en *Ambrosia peruviana* Willd y determinación de la actividad antibacteriana y antihelmíntica revista Infectio. 2010; 14(3): 186-194
7. Hinojosa Benavides Rene, Moreno Vigo Margot Proyecto de investigación: Evaluacion de Marco *Ambrosia arborescens* en el tratamiento contra garrapatas (*Ixodes ricinus*) en cuyes (*cavia cobaya*). Universidad para el desarrollo Andino Huancavelica Perú 2013 pág. 11
8. Judd, Campbell, Kellogg, Stevens, Donoghe. Plant Systematic. A Phylogenetic Approach. Second Edition Editorial. Sinauer Associates INC. Publisher USA 2002 pag. 480
9. Domínguez x. Métodos de Investigación Fitoquímica Editorial Limuse S.A 1970. Pág. 68

10. Laszlo Pierre, Siviere Sylvie. Perfume Arte y Ciencia. Traducción de la Edición Francesa París. Editorial OMEGA 2011 pág. 35, 230-270
11. West R. Astle M, Beyer W. Handbook y Chemistry and Physies. Editorial CRG-Pres, Biea Raton-Florida 1986. Pag F-10
12. Pybus David and Sell Charles. The Chemistry of Fragances. Editorial Royal Society of ChemIstry UK. 1989 pag.24,37
13. Bruneton Jaen. Elementos de Fltoquímica, y Farmacognosia Editorial Acribia. S.A .1991 pag.236
14. Hernandez Sampieri R, Fernandez Callado Carlos, Baptista Lucio María del Pilar, metodología de la investigación Editorial MC Graw Hill Quinta Edition México 2010 pág.119
15. Carrasco Diaz S, metodología de la investigación científica editorial SAN MARCOS LIMA 2006. Pag. 70
16. Handbook of Chemistry and physics CRC-PRESS Boca Raton USA, 1988. Pag. F-10.

ANEXOS.

Anexo 1. Constancia de identificación taxonómica



UNAP

**Centro de Investigación de
Recursos Naturales
Herbarium Amazonense - AMZ**

**INSTITUCION CIENTIFICA NACIONAL DEPOSITARIA DE MATERIAL BIOLÓGICO
CODIGO DE AUTORIZACION AUT – ICND -2017 -005**

CONSTANCIA

El coordinador del Herbarium Amazonense (AMAZ) del CIRNA, de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana

HACE CONSTAR:

Que, la muestra botánica presentado por **FRANCO ADRIÁN LOZANO BAZAN** y **JUAN CARLOS VÁSQUEZ REÁTEGUI**, Bachilleres de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica, de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, pertenece a la tesis titulada “**CARACTERIZACION FISICOQUÍMICA Y CROMATOGRAFÍA DEL ACEITE ESENCIAL DE HOJAS *Ambrosia peruviana* Willd.**”, fue verificado y determinado en este Herbarium Amazonense (AMAZ), del Centro de Investigación de Recursos Naturales (CIRNA), de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana (UNAP), como a continuación se indica:

Cod.Amaz	Nombre vulgar	Nombre científico	Familia
020542	Altamiza	<i>Ambrosia peruviana</i> Willd.	Asteraceae

Se expide la presente constancia a los interesados, para los fines que estime conveniente.
Atentamente,

Iquitos, 07 de diciembre, 2020



Bigo. Richard J. Huaranca Acostupa M.Sc.
Coordinador de Herbarium AMAZ
CIRNA-UNAP

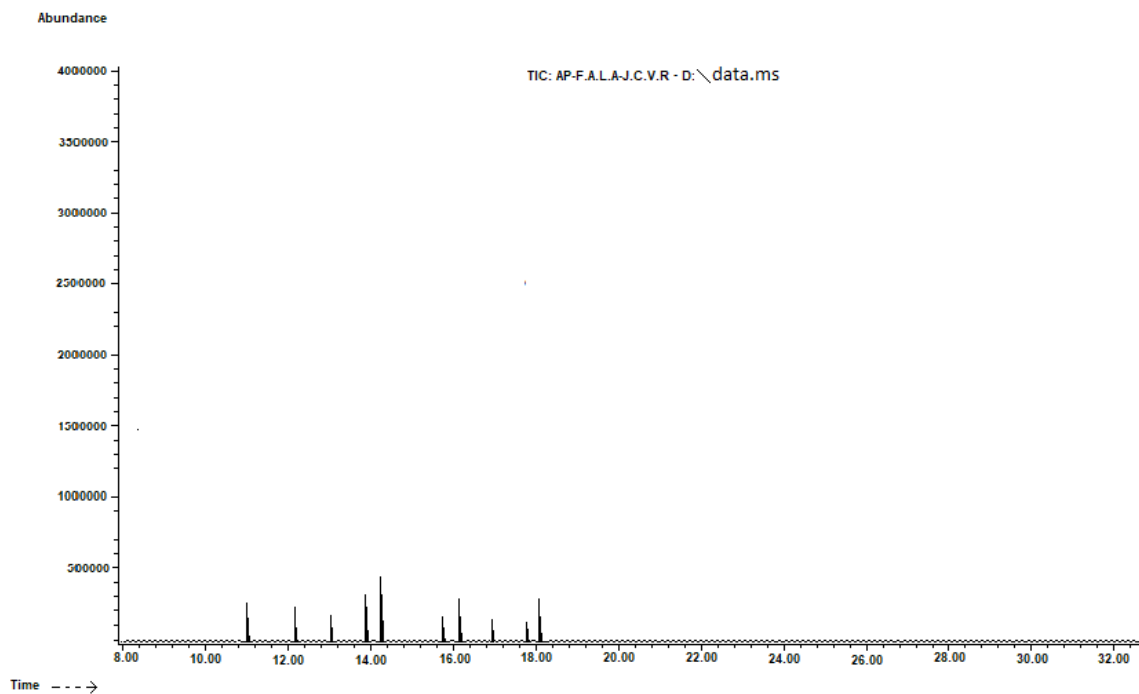
Dirección Pevas/Nanay - (Iquitos Perú)
Recursos Naturales
Apdo.496

Centro de investigación de

Anexo 2. Análisis del aceite esencial. hojas de datos, cromatografía y cromatograma

Número	Nombre del componente	t_R (min)	% en la muestra (áreas relativas)
1	Sabineno	11,20	8,40
2	α - Pineno	12,30	8,10
3	β - Pineno	13,10	6,20
4	1,8 Cineol	13,90	10,50
5	Linalol	14,20	30,40
6	Borneol	15,80	5,20
7	Canfor	16,12	10,10
8	β - Cariofileno	17,00	5,60
9	Óxido de Cariofileno	17,90	5,49
10	Desconocido (C ₁₅ H ₂₄ O)	18,20	10,00

Cromatograma CG-MS de la muestra A.P-FELB-JCVR



Anexo 3. Cálculo del rendimiento del aceite esencial

Volumen obtenido del aceite 13,648 cm³

Densidad del aceite 0,8205 g/cm³

Con estos datos se calcula la masa del aceite obtenido

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho \cdot V \rightarrow m = 0,8205 \cdot 13,648 = 11,228 \text{ g}$$

Para hallar el rendimiento se aplica la siguiente relación

$$\begin{aligned} \%Rendimiento &= \frac{\text{Peso del aceite esencial} \times 100}{\text{Peso materia prima}} = \frac{11,228 \text{ g} \times 100}{10,000 \text{ g}} = \frac{1122,80 \text{ g}}{10,000 \text{ g}} \\ &= 0,1123\% \end{aligned}$$

Las hojas de *A. peruviana Wild* contienen 0.1123% de aceite esencial.

ANEXO 4. Cálculo para hallar la densidad del aceite

Peso de picnómetro vacío: 23, 8322 g (I)

Se lleno el picnómetro con agua destilada libre de gas y se pesó

Peso de picnómetro más agua: 28,9932 g (II)

Se sustrajo a (II) e valor de (I) para obtener la masa de agua.

$$II - I \rightarrow 28,9932 - 23,9922 = 5,0010 \text{ g}$$

Para los cálculos se aplicó la formula siguiente

$$\rho = \frac{m}{V} \text{ (A)}$$

En esta expresión se conoce la masa del agua: 5,0010 g.

Densidad de agua a 30°C es 0, 99567 g/cm³

Despojando de (A) el volumen

$$\rho = \frac{m}{v} \rightarrow v = \frac{m}{\rho} = \frac{5,0010}{0,99567} = 5,0227 \text{ cm}^3$$

El volumen obtenido es el volumen del agua, pero a su vez es el volumen de picnómetro a 30°C de temperatura experimental.

Peso del picnómetro + aceite esencia = 27.952 g (III)

Se sustrae a III el valor de I para obtener el peso o masa de aceite esencial.

$$27,9532 - 23,8322 = 4,1210 \text{ g}$$

Como el volumen de picnómetro también es equiparable con el volumen de aceite esencial, entonces se calcula la densidad del aceite esencial.

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{4.1200 \text{ g}}{5.0227 \text{ cm}^3} = 0,8203 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$