

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA FACULTAD  
DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**PROYECTO DE TESIS**



**“CONSTITUYENTES DEL ACEITE ESENCIAL DEL DURAMEN DE  
*Swartzia polyphylla* A.P.C POR EL MÉTODO DE CROMATOGRAFÍA DE  
GASES–ESPECTROMETRÍA DE MASAS (HRGC-MS).**

**Para optar el título profesional de  
QUÍMICO FARMACÉUTICO**

**Presentado por:**

**Bach. CLAUDIA RUTH RAMOS RAMÍREZ  
Bach. ASTRID CAROLINA VÁSQUEZ FLORES**

**Asesor:**

**Ing. CLETO JARA HERRERA**

**Co-asesor:**

**Ing. JULIO ARCE HIDALGO.**

**IQUITOS - PERÚ**

**2014**

## DEDICATORIA

*“Con todo mi cariño y mi amor para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento”.*

*Papá Félix Ramos y mamá María Luisa Ramírez.*

*Claudia Ruth Ramos Ramírez.*

*“En primer lugar a PAPA DIOS por permitir abrir mis ojos cada mañana y A mis padres MARLENE Y ADLER por brindarme el derecho a seguir estudiando y desarrollarme como profesional, por ser incondicionales y participes de empezar a cumplir con todos mis anhelos y metas, muchas gracias queridos padres, los amo con toda mi fuerza.”*

*Astrid Carolina Vásquez Flores.*

## **AGRADECIMIENTO**

*En primer lugar a Dios por haberme guiado por el camino de la felicidad hasta ahora; en segundo lugar a cada uno de los que son parte de mi familia a mi PADRE Félix Ramos, mi MADRE, a mis hermanas; por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional que me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora. Por último a mi compañera de tesis porque en esta armonía grupal lo hemos logrado y a mis asesores de tesis quién nos ayudaron en todo momento, y a nuestros jurados de tesis por sus apoyo incondicional.*

***Claudia Ruth Ramos Ramírez.***

*Agradezco a DIOS por brindarme todas las facilidades para la realización de la tesis. A mi familia por brindarme todo su apoyo .A mis asesores por sus conocimientos y experiencia en la ejecución de la tesis. Conjuntamente a mis jurados por guiarnos en la realización de la tesis. Y a ti por acompañarme en cada momento de la realización de la tesis que a pesar de todos los obstáculos culmino con mucha satisfacción TE AMO.*

***Astrid Carolina Vásquez Flores.***

# “CONSTITUYENTES DEL ACEITE ESENCIAL DEL DURAMEN DE *Swartzia polyphylla* A.P.C POR EL MÉTODO DE CROMATOGRAFÍA DE GASES–ESPECTROMETRÍA DE MASAS (HRGC-MS).

Ramos Ramírez Claudia Ruth; Vásquez Flores Astrid Carolina

## Resumen

*Swartzia polyphylla* A.P.C (cumaceba), perteneciente a la familia *Fabaceae*, posee un aceite esencial que se puede extraer del duramen que constituye casi el 60% del peso de la biomasa de la planta. El aceite esencial fue aislado con éter de petróleo y una vez aislado el aceite en forma de concreta se analizó en un equipo de cromatografía de gases de alta resolución acoplado a un espectrómetro de masas (HRGC-MS), identificándose 22 componentes aromáticos de naturaleza sesquiterpenoide (estructura  $C_{15}$ ) y no presenta constituyentes de naturaleza Monoterpenoides. En el cromatograma se observó la presencia de un diterpeno desconocido ( $C_{20}H_{30}O_5$ ), compuesto de baja polaridad; éste se separó a un tiempo de retención (Tr) de 118.98 minutos por tratarse de una molécula  $C_{20}$  de mayor peso molecular que los  $C_{15}$  y cuya presión de vapor es bajísima, que suele suceder cuando la presión de vapor de una sustancia es mayor y se volatiliza rápidamente. Sin embargo, se encontraron compuestos volátiles con alta presión de vapor de resolución o menor tiempo de retención (Tr), como es el caso del capaeno que tiene un valor de tiempo de retención de 47,54 minutos, comparado con el diterpeno que tiene un tiempo de retención de 118,98 minutos. Los constituyentes oleoríferos encontrados en mayor abundancia, fueron:  $\infty$ -cadineno: 30.75%, t-cadineno: 15.70%, isoledeno: 5.55%. En consecuencia, el carácter que posee el aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) está dado por la mezcla de  $\infty$ -cadineno, t-cadineno, isoledeno.

**Palabras Claves:** *Swartzia polyphylla*, (HRGC-MS),  $\infty$ -cadineno, t-cadineno, isoledeno.

**“COMPONENTS OF THE PURE OIL FROM DURAMEN OF *Swartzia polyphylla*, APC, FOR GAS CHROMATOGRAPHY METHOD – MASS SPECTROMETRY (HRGC –MS)**

**Ramos Ramírez Claudia Ruth; Vásquez Flores Astrid Carolina**

**Summary**

*Swartzia polyphylla* A.P.C (cumaceba), belongs to the family *Fabaceae*, it has a pure oil which can be extracted from duramen which is almost 60% of the weight of the biomass plant. The pure oil was isolated with petroleum ether and once the oil is isolated in an essential way it was studied in a high resolution of chromatography gases equipment, it was attached to a mass Spectrometer ( HRGC – MS ), it was identified 22 aromatics components from sesquiterpenoid nature (  $C_{15}$  structure) and doesn't present components of monoterpenoid nature. In the chromatogram was observed the presence of an unknown diterpeno (  $C_{20}H_{30}O_5$ ), that is composed with a low polarity; This was separated in a time of retention (Tr) of 118.98 minutes because is a molecule  $C_{20}$  heavier than  $C_{15}$  and its vapor pressure is pitiful which usually happens when the pressure vapor of a substance is higher and volatilizes quickly. However it was found volatil components with a high pressure of resolution or a minor time of retention (Tr), it is the case of capaeno which has a value of time of retention 47, 54 minutes, comparing with the diterpeno that has a time of retention 118, 98 minutes. The oleoríferos, components which were found in a big quantity are:  $\infty$ -cadineno: 30.75%, t-cadineno: 15.70%, isoledeno: 5.55%. In consequence, the characteristic that has the pure oil of *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) is given for the mixture of  $\infty$ -cadineno, t-cadineno, isoledeno.

**Keywords:** *Swartzia polyphylla*, (HRGC-MS),  $\infty$ -cadineno, t-cadineno, isoledeno.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Pág.

### CAPITULO I

1.	Introducción.....	10
1.1	Objetivos.....	16

### CAPITULO II

2.	Marco de Referencia.....	17
2.1	Antecedentes.....	17
2.2	Marco Teórico.....	18
	2.2.1. Antecedentes históricos de los Aceites Esenciales.....	18
2.3.	Descripción Botánica de la Familia Fabaceae.....	20
	2.3.1. Clasificación Botánica.....	21
	2.3.2. Distribución y Ecología.....	21
	2.3.3. Usos en Medicina Tradicional.....	21
2.4.	Aceite esencial.....	22
	2.4.1. Definición.....	22
	2.4.2. Función de los Aceites Esenciales.....	22
	2.4.3. Localización de los Aceites Esenciales en las Plantas.....	22
2.5.	Propiedades de los Aceites Esenciales.....	23
	2.5.1. Propiedades Físicas.....	23
	2.5.2. Composición Química.....	23
2.6.	Clasificación.....	24
2.7.	Aplicaciones.....	24
2.8.	Biogénesis de los Aceites Esenciales.....	25

2.8.1	Biogénesis de los constituyentes Monoterpenoides.....	25
2.8.2	Biogénesis de los constituyentes Sesquiterpenoides.....	26
2.9.	Clasificación de los Compuestos Terpenoides.....	28
2.9.1	Monoterpenos.....	28
2.9.2	Sesquiterpenoides.....	29
2.10.	Propiedades farmacológicas de los Aceites Esenciales.....	29
2.11.	Quimio recepción o recepción del olor de A. E.....	29
2.12.	Métodos de Obtención de los Aceites Esenciales.....	30
2.12.1	Destilación por arrastre de vapor de agua.....	31
2.12.2	Por expresión o estrujado del pericarpio.....	32
2.12.3	Obtención del aceite esencial mediante fermentación de la parte Vegetal seguido por destilación.....	33
2.12.4	Obtención de Aceite Concretos( Concreto ) y Resinoides.....	34
2.12.4.1	Con Solventes.....	34
2.12.4.2	Obtención con gases licuados o métodos de fluidos supercríticos...	34
2.12.4.3	Obtención usando aceites y grasas.....	34
2.12.4.4	Método Clevenger.....	35
2.13.	Métodos de Identificación de los Constituyentes en los Aceites Esenciales....	35
2.13.1	Por Cromatografía de Capa Fina.....	35
2.13.2	Por Cromatografía de Gases de alta resolución acoplado con Espectrómetro de masas (HRGC – MS).....	37
2.13.3	Espectrometría de Masas.....	40
2.13.4	Acoplamiento cromatografía de gases - Espectrometría de Masas....	41
2.14.	Elección del Método para el aislamiento del aceite esencial de <i>Swartzia p</i> .....	42
2.15.	Variables de Estudio.....	43
2.16.	Metodología.....	46
2.16.1	Tipo de Investigación.....	46

2.17. Población y muestra.....	46
2.17.1 Población Botánica.....	46
2.17.2 Muestra.....	47
2.18. Criterios de inclusión.....	47
2.19. Criterios de exclusión.....	47
2.20. Procesos involucrados.....	47
2.20.1 Diagrama de Bloque de Proceso.....	49
2.21. Procesos, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	50
2.21.1 Reconocimiento previo del aceite esencial de <i>Swartzia polyphylla</i> ....	50
2.21.2 Técnicas.....	51
2.21.3 Instrumentos y materiales de laboratorio.....	52
2.21.3.1. Instrumentos / Equipos.....	52
2.21.3.2. Material de vidrio.....	53
2.21.3.3. Material plástico.....	53
2.21.3.4. Material de Metal.....	53
2.21.3.5. Material de Filtración.....	53
2.21.3.6. Reactivos.....	53
2.21.3.7. Materiales de Bioseguridad.....	53
2.22. Procesamiento de la información.....	54
2.23. Aspectos éticos.....	54

### **CAPITULO III**

3. Resultados.....	55
3.1. Reducción del Duramen a polvo fino.....	55
3.2. Extracción de la Concreta.....	55
3.3. Determinación de la Densidad.....	55



3.4. Elucidación de los Constituyentes del Aceite Esencial de Cumaceba.....	56
3.4.1 Cromatografía de Capa Fina (TLC).....	56
3.4.2 Análisis del Aceite Esencial por Cromatografía de Gases de Alta Resolución Acoplada a un Espectrómetro de Masas.....	57
3.5. Resultados de las pruebas fisicoquímica.....	57
3.6. Constituyentes Químicos del Aceite Esencial (concreta) por HRGC-MS.....	58
Discusión de resultados.....	64
Conclusiones.....	65
Recomendaciones.....	66
Referencias bibliográficas.....	67
Anexos.....	71

## CAPITULO I

### 1. INTRODUCCIÓN.

Durante la historia de la humanidad se ha utilizado las plantas aromáticas y sus componentes por sus propiedades medicinales y por su grata fragancia, la diversificación marca el rumbo de las alternativas de producción. La obtención de aceites esenciales naturales a partir de hierbas aromáticas, es una opción con posibilidades en el mercado local e internacional. Por lo tanto se abren paso los aceites esenciales para la industria cosmética, farmacéutica y alimentaria.

Motivo de la demanda de descubrir nuevos aromas en este mercado tan exigente, por sus muchas propiedades de interés para la industria farmacéutica y perfumística, y también porque aporta mucho a la salud de las personas que sufren de estrés, depresión, y enfermedades reumatoideas; entre otras acciones terapéuticas. Determinar los constituyentes del aceite de *Swartzia polyphylla*, permitiría realizar estudios de bioactividad, la búsqueda de otros beneficios y aportaría conocimiento científico al conocimiento empírico étnico, a fin de dar valor agregado y contribuir a desarrollar futuros productos Fito terapéuticos.

El aprovechamiento industrial de los metabolitos secundarios como principios activos data de principios del siglo XIX, dando inicio a la explotación de productos naturales. Posteriormente, con el desarrollo de las ciencias moleculares, de técnicas espectroscópicas y cromatografías y la combinatoria de detección química y en el deseo de obtener un ultra alto rendimiento, los programas de explotación de productos naturales se encuentran bajo una creciente presión, ante la demanda de materia prima vegetal. Los hombres de ciencia comienzan a preocuparse por los aspectos ambientales y forestales para hacer una explotación sostenible, lo que ha llevado a la química de productos naturales a realizar cambios desde la selección y recolección de plantas, las técnicas de aislamiento, elucidaciones de estructura, evaluaciones biológicas, semisíntesis, y la biosíntesis <sup>(1)</sup>.

Por otro lado, los informantes iniciales de las diversas propiedades aprovechables de las plantas son las etnias, quienes encuentran en la floresta que los rodea la solución a sus requerimientos nutricionales, terapéuticos, entre otros. Motivo por el

cual se requiere de validar y dar un valor agregado a estos saberes tradicionales que a decir de la Organización Mundial de la Salud (OMS) aproximadamente un 80% de la población mundial actualmente depende de las especies vegetales para reconstituir su salud<sup>(1)</sup>.

Dentro de los diferentes metabolitos secundarios, los aceites esenciales se caracterizan por ser mezclas complejas de compuestos orgánicos volátiles, constituyentes odoríferos o esencias de una planta, que cumplen la función de atrayentes o protectores entre otras. Una vez conocida y difundida su utilidad farmacológica (analgésica, expectorante, amebicida, antiparasitaria, antiséptica, reguladora del crecimiento, antihistamínica, entre, otros). En cosmética son la base de la perfumería natural y en la industria alimentaria son requeridos por dar aroma y sabor a las comidas. Por lo que son objeto de investigación y síntesis. Estos compuestos pueden ser extraídos por destilación con arrastre de vapor de agua y posterior secado, por expresión mecánico de las cortezas de cítricos o por destilación en seco de materiales naturales o por extracción con solventes lipofílicos. El método depende de la estabilidad del compuesto, del material vegetal y de las condiciones de extracción<sup>(2)</sup>.

Estos aceites se producen en glándulas secretoras especiales o células dentro de las plantas, y su producción depende de la fisiología y desarrollo de la planta, concentrándose en los tejidos de los diferentes órganos de la planta, como son: hojas, flores, brotes, ramas, rizomas, duramen, corteza, resina, ramas o toda la planta, semillas y frutas. También intervienen las características de estrés abiótico como son: humedad, la salinidad del suelo, la temperatura y la altitud del suelo; en suma, una misma especie vegetal puede producir un aceite esencial con propiedades diferentes dependiendo del lugar donde se cultiva.

Los isoprenoides o terpenoides, son uno de los grupos de productos naturales de mayor abundancia en la naturaleza, de los que actualmente se conocen más de

30 000 especies químicas. Los terpenoides están conformados por unidades de isopreno (2-metilbuta-1,3-dieno), siguiendo la regla del isopreno propuesto por Wallach. Los aceites esenciales contienen monoterpenos y sesquiterpenos, C10 y C15- isoprenoides que difieren en su punto de ebullición gama (monoterpenos,

punto de ebullición = 140 a 180°C, sesquiterpenos, punto de ebullición > 200°C)  
(1).

Los aceites esenciales son obtenidos del material fresco que los contiene, utilizando principalmente el clásico procedimiento de destilación por arrastre de vapor; el aceite esencial es secado posteriormente con sulfato de sodio anhidro. Otros métodos usuales son el de expresión del material vegetal, extracción con solventes lipofílicos y el enflorado; éste último es bastante usado en perfumería y consiste en que los pétalos de una flor, por ejemplo, se colocan y presionan entre dos placas de vidrio impregnados de grasa, en las cuales se absorbe el aceite, el cual es luego extraído con alcohol. Para efectuar la caracterización química se utiliza la cromatografía de gases. Más adelante el perfumista se dedica a reproducir por síntesis el cóctel oloroso que le interesa, aunque no siempre se logra con éxito este proceso; por eso es que se sigue buscando plantas que poseen biomasa suficiente como para obtener el aceite esencial en cantidad industrial (3).

Los métodos cromatográficos constituyen una de las técnicas más populares aplicadas en el análisis de mezclas naturales complejas. Sin embargo, hay una gran cantidad de métodos que suelen centrarse sólo en algunos constituyentes, donde se emplean "compuestos marcadores". La cromatografía multidimensional ofrece muchas características ventajosas y permite la separación de mezclas multicomponentes. La cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas permite la identificación mediante una librería de compuestos químicos (4).

La Amazonía peruana alberga una diversidad de especies vegetales. La *Swartzia polyphylla* A.P.C (cumaceba), perteneciente a la familia *Fabaceae*, habita en bosques primarios y llega a constituirse en un árbol frondoso y su madera dura redonda de gran densidad es útil en la construcción de viviendas rústicas, y en artesanía. La medicina folclórica emplea el duramen llevándolo hasta astilla o polvo fino y lo macera con alcohol etílico de 18° GL, del que se obtiene el extracto alcohólico – acuoso de cumaceba, que se ingiere asociada con miel de abeja para el tratamiento de artritis reumatoidea y para restaurar el vigor y la potencia sexual (5).

La industria perfumística mundial cada vez demanda mayor cantidad de aceites esenciales para incorporar al mercado nuevos y exigentes perfumes elaborados en

base a nuevos constituyentes que se hallan en plantas que no han sido estudiadas y por lo tanto desconocidas por la industria perfumística. La especie *Swartzia polyphylla* A.P.C (cumaceba) tiene el privilegio de poseer un aceite esencial que se puede extraer del duramen que constituye casi el 60% del peso de la biomasa de la planta. Esta especie vegetal amazónica arbórea alcanza 20 m de altura y más de 80 cm de diámetro en promedio. La albura es utilizada en ebanistería en forma limitada, mientras del duramen se puede extraer simultáneamente el aceite esencial por desengrase con éter de petróleo y de la fase alcohólica aislar una isoflavona también de gran demanda por su actividad fitohormonal conocida como Biochanina A, que puede ser usada como fitoestrógeno, en el tratamiento de la artritis reumatoidea y en el cáncer de colon; de manera que puede constituirse en una planta con capacidad de ofrecer dos posibilidades de uso simultaneo: en la industria perfumística y en la industria farmacológica<sup>(5)(7)</sup>.

Los aceites esenciales son ampliamente considerados como primera medicina de la humanidad. Disponible durante siglos, estos aceites naturales de curación, se han utilizado para el tratamiento de una multitud de enfermedades y necesidades físicas. Los jeroglíficos egipcios antiguos y manuscritos chinos demuestran el uso de aceites curativos ya en 4500 años antes de Cristo. Tres aceites de uso común actualmente (incienso, madera de cedro y mirra) no sólo se utilizaron en templos y pirámides para ceremonias religiosas y rituales, incluso en el proceso de embalsamamiento de cadáveres. En el libro del Éxodo en el Antiguo Testamento, era un ingrediente para el incienso (Ex. 30:34); de acuerdo con el libro de Mateo 02:11, oro, incienso y mirra fueron algunos de los regalos a Jesús.

La medicina ayurvedica (un sistema de medicina tradicional originaria del subcontinente indio y que se practica en otras partes del mundo) y la medicina alternativa están bajo investigación. En la india el incienso se ha utilizado durante cientos de años para el tratamiento de la artritis, además a menudo se utiliza para la digestión y la salud de la piel en varias medicinas tradicionales asiáticas. Un estudio terapéutico aromático mostró que el humo del incienso es una droga psicoactiva que alivia la depresión y la ansiedad en ratones<sup>(8)</sup>.

Un estudio a doble ciego demostró que el uso aleatorizado controlado de aceites esenciales como con placebo, como el extracto de aceite esencial de incienso, ayudó a los pacientes en una mejora importante de su artritis en tan sólo siete días.

Cada aceite tiene una identidad, un aroma y unas características propias. Cuando los aceites se mezclan unos con otros, también se están mezclados sus beneficios. Cada aceite esencial tiene su propio aroma característico y un perfil terapéutico propio. Algunos aceites son calmantes y relajantes, mientras que otros son estimulantes y vigorizantes. El aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. por sus muchas propiedades resulta de interés para la industria farmacéutica y perfumística, y también porque aporta mucho a la salud de las personas que sufren de estrés, depresión, y enfermedades reumatoideas; también es muy utilizado como calmante y vigorizante <sup>(9)</sup>. Determinar los constituyentes del aceite de *Swartzia polyphylla*, permitiría realizar estudios de bioactividad, la búsqueda de otros beneficios y aportaría conocimiento científico al conocimiento empírico étnico, a fin de dar valor agregado y contribuir a desarrollar futuros productos fitoterapéuticos.

El potencial de los aceites esenciales tiene una correspondencia directa con la fitoterapia y las propiedades de las plantas medicinales. Determinadas fragancias tienen efecto sobre el estado mental de quien las utiliza: el jazmín y el neroli pueden mejorar la depresión; la mejorana calma la ansiedad; la menta puede aumentar la capacidad de concentración mental. El incremento de más aceites esenciales le otorga propiedades terapéuticas y antibacterianas, antisépticas o antiinflamatorias. Pueden ser muy efectivos para aliviar síntomas de infecciones comunes como resfriados y gripe <sup>(6)</sup>

Además de hidratar y nutrir a nivel superficial, quizá lo más importante de estas esencias son sus virtudes relajantes, tonificantes o descongestivas, captadas al instante por el olfato y que constituyen toda una ciencia curativa: la aromaterapia, que se aplica actualmente para contrarrestar el insomnio, reducir el estrés, disminuir la ansiedad, aliviar el dolor, quitar la depresión, aumentar las defensas inmunológicas, corregir problemas estomacales crónicos, entre otros. Se pueden utilizar para higienizar una habitación, ropa o artículos personales de la persona enferma. También se les está utilizando como conservadores para alimentos, especialmente cárnicos. Por sus propiedades insecticidas y acaricidas que poseen algunos aceites, se los produce con fines ecológicos para controlar algunas plagas <sup>(10)</sup>.

Se ignora que en el duramen de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) existe aceite esencial. Sin embargo, cuando la albura alrededor del árbol de cumaceba se pudre por acción del tiempo y de los insectos xilófagos, el duramen se mantiene incorruptible y es utilizado en artesanía para construcción de flechas de pesca, lanzaderas para tejer tarrafas y otros artefactos de artesanía utilitaria; por esta razón es que se puede presumir que en el duramen existen aceites esenciales que lo mantienen incorruptible. Se señala que la maceración de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) en alcohol acelera la curación de luxaciones y sirve para el tratamiento de las parturientas. Es posible que en este último caso la Biochanina A actúa contra el desequilibrio hormonal <sup>(11)</sup>.

Si el aceite esencial de una planta no existe en cantidad suficiente como materia prima, la industria farmacéutica procura sintetizarlo; pero éste no sería el caso con *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) ya que es una planta de gran biomasa y que podría cultivarse en grandes extensiones si es que se desarrolla una actividad agroforestal en concordancia con el desarrollo que demanda la región, y de esta manera hubiera más producción y trabajo para la población <sup>(9)</sup>.

*Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) se perfila entonces como una planta promisoría para la industria perfumística por su contenido de aceite esencial así como de Biochanina A para la industria farmacéutica.

La determinación de los constituyentes químicos del aceite de esta planta permitiría la exportación de biochanina A para la industria farmacéutica; también para producir fármacos a base de estos constituyentes para el tratamiento de dichas enfermedades esto tanto a nivel nacional, lo que redundaría en la obtención de recursos económicos tanto para el erario nacional, como a nivel internacional <sup>(6)</sup>.

El conocimiento respecto al aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) permitiría ampliar el estudio de esta planta, por lo que tendría un valor teórico o científico que se traducirá en nuevos recursos informáticos.

El presente trabajo está dedicado al estudio de aislar el aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C.

## **1.1. OBJETIVOS:**

### **1.1.1. GENERAL:**

- ✚ Determinar los constituyentes del aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) por el método de cromatografía de gases – espectrometría de masas (HRGC-MS).

### **1.1.2. ESPECÍFICOS:**

- ✚ Extraer el aceite esencial del duramen de *Swartzia polyphylla* A.P.C. utilizando éter de petróleo en equipo Soxhlet.
- ✚ Elucidar los constituyentes químicos del aceite esencial del duramen de *Swartzia polyphylla* A.P.C. mediante el análisis del cromatógrafo de gases - espectrómetro de masas (HRGC-MS).



## CAPITULO II

### 2. MARCO DE REFERENCIA:

#### 2.1 ANTECEDENTES.

**Judd C, et al. (2002)**, en su estudio “señalan que existen 130 especies de *Swartzia*. En la Amazonía baja del Perú, además de *Swartzia polyphylla*, son conocidas *Swartzia laevicarpa* (acero shimbillo) y *Swartzia simplex* (porotillo) <sup>(16)</sup>.

**López J, et al (2010)** en su trabajo de investigación “Tesis por optar el Título de Químico Farmacéutico – UNAP, Perú 2010”, realizaron el aislamiento de Biochanina A de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) <sup>(9)</sup>.

**Osawa K, et al (1992)** en su estudio, determinaron la actividad antibacteriana de los isoflavonoides presentes en el duramen de *Swartzia polyphylla* DC, frente a bacterias cariogénicas como *Mutans streptococci*. Los extractos metanólicos y la fracción de isoflavononas, mostraron una potente actividad contra estas bacterias. Además, purificaron por cromatografía del extracto metanólico, a siete flavonoides, entre ellos tres isoflavanonas conocidas: dihidrobiocanina A, ferreirina y darbergioidina; además una nueva denominada 5,2',4'-trihidroxi-7-metoxiisoflavanona (dihidrocajanina) <sup>(20)</sup>.

**Devlin Jhon, P. et al (1988)** en un documento dirigido al Ing. Julio Arce Hidalgo, co-asesor del presente estudio, señalan literalmente lo siguiente: el constituyente principal de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) es Biochanina A, una isoflavona de actividad estrogénica que se halla también en *Trifolium repens* (trébol), en *Dalbergia* y en *Cotoneaster* spp.; también se puede aislar del duramen el aceite esencial que contiene, como producto del desengrase, que antecede al aislamiento previo a biochanina A <sup>(21)</sup>.

Aparte de los estudios realizados sobre *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba), en el Banco de Datos de Napralert no existen otras referencias acerca del estudio del aceite esencial de *Swartzia polyphylla*; Por lo que no hay mayores referencias bibliográficas

que indiquen estudios para ampliar el desarrollar del presente trabajo de investigación (18).

## **2.2. MARCO TEÓRICO.**

### **2.2.1. ANTECEDENTES HISTÓRICO DE LOS ACEITES ESENCIALES.**

El uso de los aromas y los aceites vegetales data de por lo menos 3500 años antes de Cristo y fueron utilizados sobre el cuerpo como elementos curativos, cicatrizantes, protectores de malos espíritus, y en los distintos rituales que se llevaban a cabo. Por ejemplo, era muy común que antes de una contienda los guerreros limpiaran y protegieran sus cuerpos con pequeños golpes, utilizando ramas de albahaca, con el fin de alejar los malos espíritus que creían que depositaban sus contrincantes en ellos. Recientemente en Irak, en el año 1975, se descubrió un esqueleto de alrededor de sesenta mil años de antigüedad que tenía a su lado depósitos de polen de milenrama, hierba cana y jacinto racimoso, plantas que aún cultivan y utilizan para curar los campesinos de ese país.

Los egipcios, griegos, romanos y chinos han tenido una gran incidencia en el desarrollo de la aromaterapia en el mundo, y se han destacado grandes investigadores como Teofrasto, considerado uno de los precursores en el uso terapéutico de los aceites. En casi todos los antiguos cultos, desde el comienzo de los tiempos los seres humanos se han sentido atraídos por los fascinantes aromas de la naturaleza que, sabia como siempre, les ha indicado a través del olfato los benéficos aportes para la curación de enfermedades del cuerpo y del alma. El hombre primitivo tuvo que desarrollar sus poderes sensorio-intuitivos para lograr la supervivencia. Es así como aparecen las hierbas, frutos y raíces comestibles, a los que muy pronto les descubren poderes medicinales y mágicos.

También advirtieron que algunos aromas causaban euforia o excitación, y otros podían inducirlos al sueño o a la meditación. Podemos considerar a los egipcios como los descubridores de la aromaterapia, pues según Jean Valnet, utilizaron una forma primitiva de destilación para extraer los aceites esenciales de las plantas, calentándolos en ollas de arcilla cuya boca era recubierta con filtros de lino; al subir, el vapor traía consigo los aceites esenciales y éstos quedaban impregnados en el filtro, el cual era estrujado para obtener el aceite esencial que era utilizado en

medicina y para todo tipo de rito religioso. Registros arqueológicos documentan haber encontrado ollas de destilación que se remontan a 3500 años a.c. Los griegos toman las experiencias egipcias y, como grandes alquimistas, purificaron el sistema de destilación preservando la fragancia y pureza de los aceites, pues para ellos las plantas aromáticas constituían una forma de vida que incorporaban a sus baños, alimentos, ritos y magia, o en forma de ungüentos para preservar la salud física y mental.

Ya Hipócrates afirmaba que el baño y masajes con aceites esenciales, aseguraban la longevidad. Los árabes, en el siglo XI, perfeccionaron el arte de la destilación para aislar los principios activos de los aceites de las plantas, método que se atribuye al famoso Avicena (médico, astrónomo, matemático y filósofo árabe), quien introdujo el sistema de refrigeración en el proceso de destilación. Esto hizo que el proceso de extracción de aceites esenciales tuviera menos desperdicios y mayor pureza. La aromaterapia hace su inicio en el mundo moderno cuando, en el siglo XX, René Maurice Gatefosse (químico francés), llamado "el padre de la aromaterapia moderna", la incorpora a la medicina natural.

Todo sucedió cuando, trabajando en su laboratorio, tuvo grandes quemaduras en una mano y la sumergió en un recipiente de aceite esencial de lavanda comprobando así los efectos curativos, que no sólo le calmaron el dolor sino que evitaron la infección y no dejaron rastro alguno del incidente. También en la aromaterapia moderna, en Milán (Italia), el Dr. Paolo Rovesti aliviaba la depresión y estados de ansiedad haciendo oler a sus pacientes trocitos de algodón embebidos en aceite esencial, estimulando su sistema límbico y liberando así situaciones traumáticas. El médico y cirujano Jean Valnet aportó la mayor contribución a la aromaterapia para ser valorada y reconocida como medicina capaz de curar. Utilizaba aceites esenciales para las heridas y quemaduras de los soldados en la Segunda Guerra Mundial, logrando con ello aliviar tanto problemas físicos como mentales en pocos días, corroborando así la rapidez con que actúan los aceites en el organismo.

En cuanto a la aromaterapia holística, es pionera la bioquímica francesa argueritte Maury (austríaca de nacimiento), a quien no convencía suministrar los aceites por vía oral; y basándose en las distintas formas de incorporarlos al organismo,

desarrolló una técnica de masaje aplicando aceite en los centros nerviosos de la columna vertebral y en el rostro. Ella introdujo la proporción de la fórmula específica de los aceites en cada cliente que visitaba su gabinete para embellecerse y rejuvenecer; pudo comprobar así que en muchos de ellos habían desaparecido dolores crónicos de cabeza, dolores reumáticos y estados de insomnio, y que los efectos eran prolongados.

En 1962 y 1967, Margueritte Maury fue premiada internacionalmente por sus investigaciones sobre los aceites esenciales y la cosmetología al servicio de la salud.

### **2.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA FAMILIA FABACEAE.**

Los miembros de la familia Fabácea van desde hierbas, arbustos y árboles. *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) es un árbol de 20 m de altura y 80 cm de diámetro; las raíces poseen capacidad de metabolizar el nitrógeno e inusualmente aminoácidos, porque tienen nodos fijadores de nitrógeno (*Rhizobium*), algunos con canales secretorios o cavidades. Están presentes usualmente taninos, alcaloides, algunos plastidios, glicósidos cianógenos de células cribales con cristales de proteínas y esencialmente granos de almidón <sup>(9)</sup>.

Las hojas usualmente alternas, pinnadas, trifoliadas o unifoliadas, enteras u ocasionalmente aserradas con venación pinnada. La inflorescencia casi siempre indeterminada, a veces reducida a una simple flor terminal o axilar, con flores generalmente bisexuales, radiales o bilaterales, con un corto hipanthium (bases fusionadas de parte del perianto en forma tubular), posee usualmente 5 sépalos distintos connatos (fundidos), usualmente 5 pétalos distintos o fusionados, valvados o imbricados todos desiguales o el pétalo superior diferenciado en tamaño, forma o coloración. Los estambres son por lo general 10 <sup>(14)</sup>.

Granos de polen tricolporato (en tres direcciones), tricolpato (granos de polen abiertos en 3 direcciones), o triporato (grano de polen con 3 aberturas ecuatoriales). Un carpelo (raramente 2 a 16), ovario súpero con placentación lateral. Un estilo, un estigma, un óvulo o numerosos por carpelo. El fruto es una vaina (legumbre).

Hay 130 especies de *Swartzia* y solo 3 se conocen en la Amazonia Peruana: *Swartzia laevicarpa* (acero shimbillo), *Swartzia simplex* (porotillo) y *Swartzia polyphylla* (cumaceba)<sup>(13)</sup>.

### **2.3.1. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba).**

La identificación de la planta se realizó en el Herbarium Amazonense de la UNAP por comparación del espécimen recolectado, con patrones del Orden Fabáceas y responde a la clasificación siguiente:

- Reino : Plantae
- División : Magnoliophyta
- Clase : Magnoliopsidae
- Subclase : Rosidae
- Orden : Fabales
- Familia : Fabaceae
- Género : *Swartzia*
- Especie : *Swartzia polyphylla*
- Nombre científico : *Swartzia polyphylla* A.P.C
- Nombres vulgares : Cumaceba, añushi, remo-caspi.

### **2.3.2. DISTRIBUCIÓN Y ECOLOGÍA.**

*Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) es una planta de la Amazonía, de amplia distribución en la zona baja y media del río Ucayali, de la cuenca del Marañón y de la cuenca del Amazonas.

### **2.3.3. USOS EN MEDICINA TRADICIONAL.**

Antiguamente los aborígenes trituran el duramen hasta finas partículas y lo mezclaban con aguardiente de caña de azúcar, que lo usaban para el tratamiento de la artritis reumatoidea; consideran que su actividad es mayor si le agrega miel de abeja. También lo usan como energizante para elevar la potencia sexual, estos tratamientos se practican hasta la actualidad.

Vásquez R. (1989) señala que la maceración de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) en alcohol acelera la curación de luxaciones y sirve para el tratamiento de las parturientas. Es posible que en este último caso la Biochanina A actúe contra el desequilibrio hormonal <sup>(5)</sup>.

## **2.4. ACEITE ESENCIAL.**

### **2.4.1. DEFINICIÓN**

Los aceites esenciales (esencias o aceites volátiles) son “productos de composición generalmente muy compleja que contienen principios volátiles que se encuentran en los vegetales más o menos modificados durante su preparación. Para extraer estos principios volátiles existen diversos procedimientos. Únicamente se utilizan dos en la preparación de esencias oficiales: destilación por arrastre con vapor de agua de las plantas con esencia o de algunos de sus órganos, y por expresión”.

Se les llama aceites por su apariencia física y consistencia que es bastante parecida a los aceites grasos, pero se distinguen de ellos porque al dejar caer unas gotas de esencia sobre el papel, éstas se volatilizan fácilmente sin dejar ninguna huella ni mancha grasosa <sup>(15)</sup>.

### **2.4.2. FUNCIÓN DE LOS ACEITES ESENCIALES**

En general, la función biológica de los aceites esenciales sigue siendo poco clara. Es probable que tengan un papel ecológico; como apoyo a ésta hipótesis se han establecido experimentalmente el papel de alguno de ellos como inhibidores de la germinación, protección contra los depredadores y atracción de polinizadores. <sup>(12)</sup>

### **2.4.3. LOCALIZACIÓN DE LOS ACEITES ESENCIALES EN LA PLANTA**

Los aceites esenciales se pueden encontrar localizados en diferentes partes de la planta, por ejemplo: en las hojas (albahaca, menta, romero, etc.), en las raíces (valeriana, cálamo, etc.), en la corteza (canela, sándalo, etc.), en las flores (jazmín, rosa, etc.), en la cáscara del fruto (limón, mandarina, naranja, etc.), en los frutos (anís, cardamomo, hinojo, etc.) <sup>(12)</sup>.

## **2.5. PROPIEDADES DE LOS ACEITES ESENCIALES.**

### **2.5.1. PROPIEDADES FÍSICAS:**

Son líquidos volátiles a temperatura ambiental, poseen olor intenso y característico según los componentes terpenoides y/o fenólicos que lo integran. Tienen una densidad inferior a la del agua, que oscila entre 0.7 a 0.8, a excepción de los aceites esenciales de naturaleza fenólica como la esencia de safrás (safrol) y de clavo (eugenol). Todos poseen poder rotatorio e índice de refracción elevado; la mayoría de ellos son ópticamente activos, son solubles en alcohol de alta graduación y en disolventes orgánicos; son muy pocos solubles en agua<sup>(17)</sup>.

Son arrastables por el vapor de agua en sistemas de destilación. La mayoría de los aceites esenciales son hidrocarburos de naturaleza terpenoide: mono y sesquiterpenoides de cadena abierta, monocíclicos, bicíclicos, tricíclicos, tetracíclicos; pero también existen en forma de alcoholes, aldehídos y fenoles. Cuando se oxidan cambian de olor y suelen ser desagradables<sup>(6)</sup>.

### **2.5.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA:**

Actualmente se han identificado alrededor de cuatrocientos componentes químicos constituyentes de los aceites esenciales. La mezcla compleja que integra los aceites esenciales pertenecen de manera casi exclusiva a grupos característicos distintos: el grupo de los terpenos, el grupo de los compuestos derivados del fenilpropano, los terpenos originarios del ácido acético, los terpenos provenientes del ácido shiquímico (aromáticos) y otros como los compuestos procedentes de la degradación de terpenos<sup>(8)</sup>.

Los monoterpenos y sesquiterpenos son terpenos de 10 y 15 átomos de carbonos. De acuerdo con su estructura se les clasifica según el número de ciclos como acíclicos, monocíclicos, bicíclicos, etc. Algunos ejemplos de monoterpenos y sesquiterpenos son:

Monoterpenos acíclicos: linalol, nerol, geraniol.

Monoterpenos monocíclicos: p-mentano, 1,4- cineol, 1,8-cineol, ascaridol.

Monoterpenoides bicíclicos: carano, cis-carano y trans-carano.

Sesquiterpenos: Farnesol, nerolidol.

## 2.6. CLASIFICACIÓN:

Los aceites esenciales se clasifican con base en diferentes criterios: consistencia, origen y naturaleza de los compuestos mayoritarios <sup>(7)</sup>.

Según la consistencia se dividen en:

- Esencias fluidas: Líquidos muy volátiles a temperatura ambiente.
- Bálsamos: Líquidos de consistencia espesa, poco volátiles y propensos a polimerizarse.
- Oleorresinas: Líquidos muy viscosos o sustancias semisólidas.

Según su origen pueden ser:

- Naturales: Se obtienen directamente de la planta y no se somete a ninguna modificación posterior.
- Artificiales: Se obtienen a través de procesos de enriquecimiento de las esencias con uno de sus constituyentes.
- Sintéticas: Mezcla de compuestos obtenidos sintéticamente.

Y por la naturaleza de los compuestos mayoritarios:

- Monoterpenoides.
- Sesquiterpenoides
- Compuestos oxigenados.

## 2.7. APLICACIONES:

De los más de tres mil aceites esenciales analizados, se ha encontrado que más de doscientos tienen un alto valor comercial y se utilizan ampliamente en diferentes ramas de la industria: alimentos, jabones, ambientadores, perfumes, cosméticos, licores, insecticidas, fármacos, etc.



Son empleados como aromatizantes y/o saborizantes, como ingredientes de algunos preparados farmacéuticos o son base de perfumes y productos cosméticos finos, desodorantes, lociones, jabones líquidos, pastas dentífricas. Algunos de los aceites esenciales poseen propiedades insecticidas y fungicidas <sup>(11)(14)</sup>.

## 2.8. BIOGÉNESIS DE LOS ACEITES ESENCIALES.

### 2.8.1. Biogénesis de los constituyentes Monoterpenoides

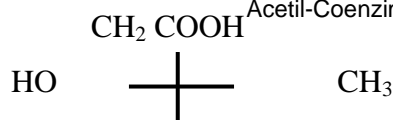
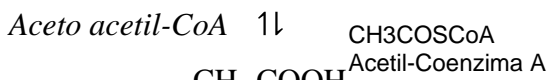
Estos se forman siguiendo la ruta del ácido mevalónico que es el precursor en la formación de los monoterpenos <sup>(14)(10)</sup>.

El ácido mevalónico se forma a partir de acetil coenzima A (Acetil-CoA), según el esquema siguiente.

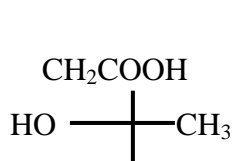
Ruta de formación de los monoterpenos (vía ácido mevalónico).



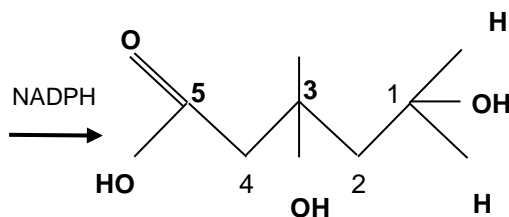
*Acetil Coenzima A*



$\beta$ -Hidroxi- $\beta$ -metilglutaril-CoA



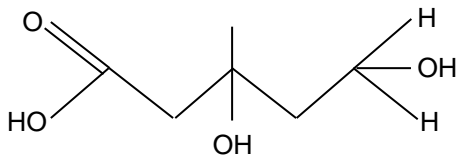
B-hidroxi- $\beta$ -metilglutarilaldehído



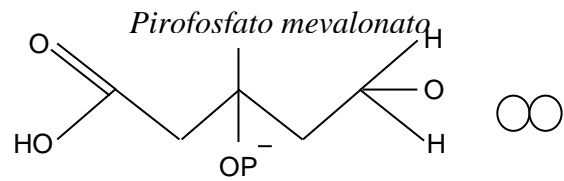
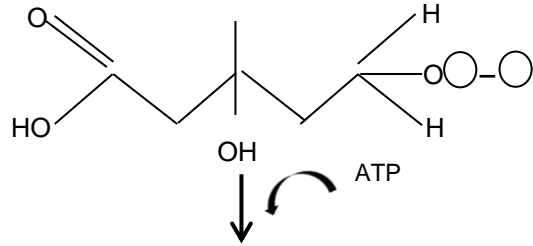
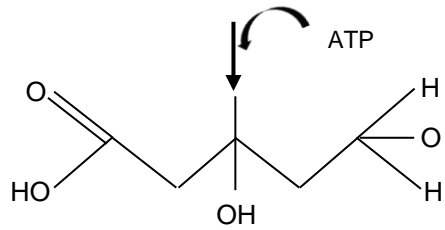
ácido mevalónico



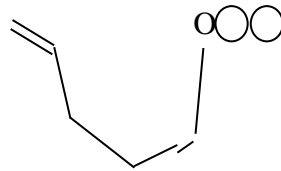
1, 3,5- trihidroxi-3-metilpentanoico



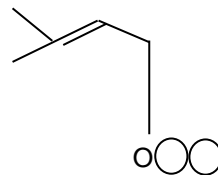
Ácido mevalónico



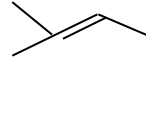
*Pirofosfato fosfomevalonato*



$\nabla^3$  *Isopentenil pirofosfato*

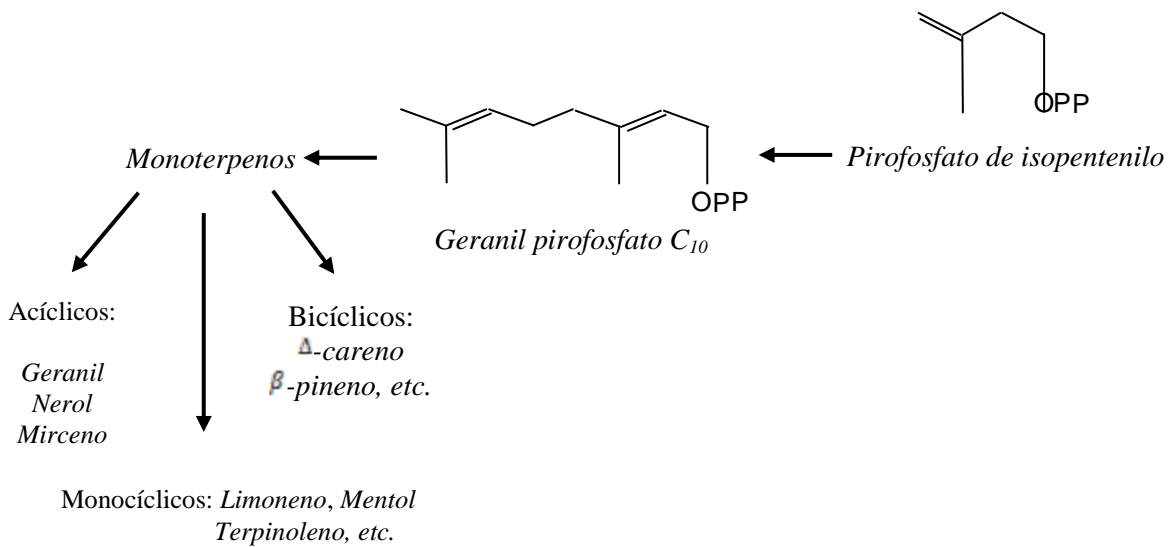


*3, 3, dimetilalil pirofosfato*



*3, 3- dimetil-alil- pirofosfato*

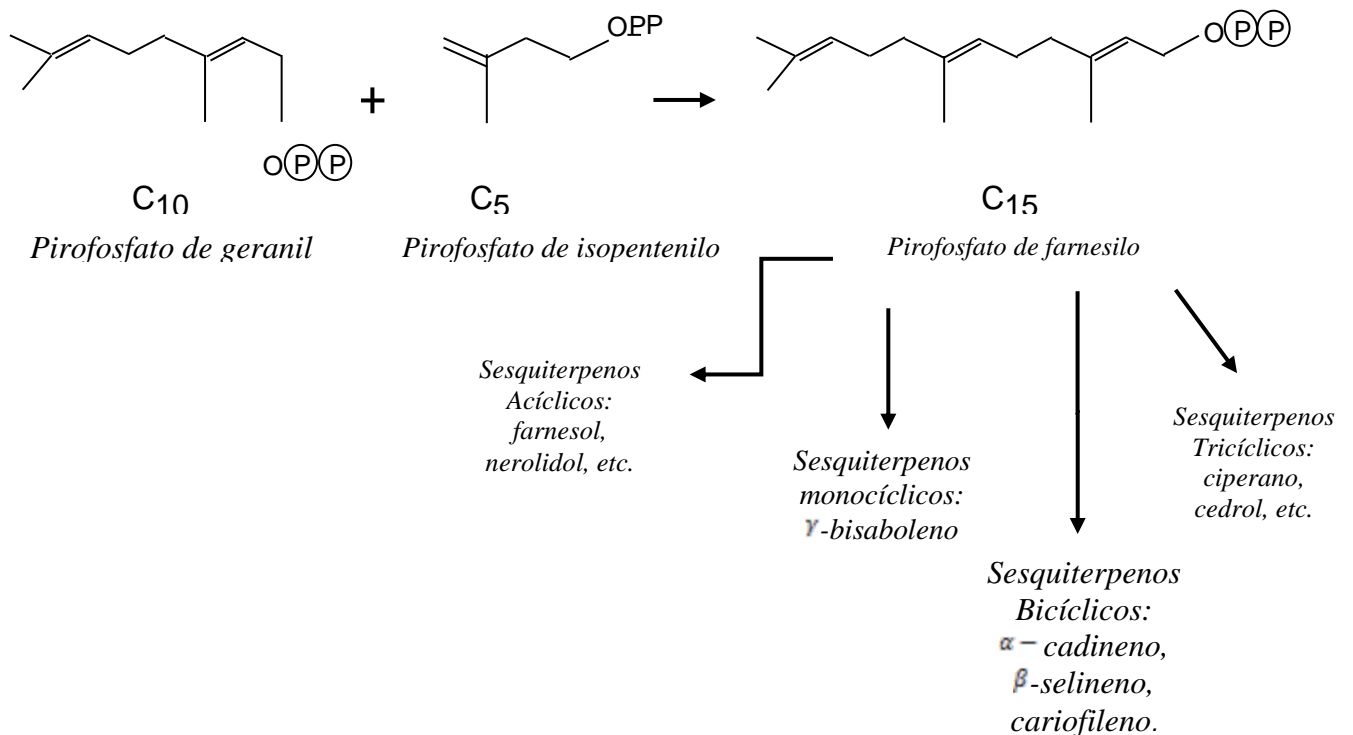




## 2.8.2. BIOGÉNESIS DE LOS COMPUESTOS SESQUITERPENOIDES.

Los sesquiterpenoides son estructuras C<sub>15</sub> que parten del geranilpirofosfato (C<sub>10</sub>) que reacciona con el pirofosfato de isopentenilo (C<sub>5</sub>) para formar el pirofosfato de farnesilo (C<sub>15</sub>), dando origen a los sesquiterpenos: acíclicos, monocíclicos y bicíclicos <sup>(10)</sup>.

### Ruta de formación de los Sesquiterpenos:



## 2.9. CLASIFICACIÓN DE LOS COMPUESTOS TERPENOIDES DE LOS ACEITES ESENCIALES.

Los constituyentes terpenoides que se encuentran presentes en los aceites esenciales son: Monoterpenos y sesquiterpenos.

### 2.9.1. MONOTERPENOS.

MARCO A. (2006), señala que poseen estructuras  $C_{10}$  y pueden ser: cíclicas, monocíclicas, bicíclicas y tricíclicas; también existen monoterpenos irregulares como criptona y geranil <sup>(10)</sup>.

Dentro de cada grupo los monoterpenos pueden ser insaturados simples, pueden tener grupos funcionales  $\text{OH}$  (alcoholes),  $\text{CHO}$  (aldehídos) o  $\text{C=O}$  (cetonas).

Harborne J.B (1978) menciona la presencia de monoterpenos conocidos como iridoides (monoterpenolactonas), como por ejemplo nepetalactona, el principal componente de *Nepeta cataria*, una Lamiacea cuyo olor tiene la particularidad de atraer al gato doméstico <sup>(10)</sup>.

Los monoterpenos simples tienden a ser los constituyentes mayoritarios de los aceites esenciales.

Pueden ser:

- Acíclicos como: Geraniol, linalol, mirceno, etc.
- Monocíclicos como:  $\alpha$ -terpineol limoneno p-mentano (mentol), terpinoleno, mentona, carvona, etc.
- Bicíclicos como:  $\alpha$ -pineno,  $\nabla^3$ tuyona, careno, canfor, fenchona, etc.
- Tricíclicos como: triciclano

## 2.9.2. SESQUITERPENOIDES:

Tiene esqueleto C<sub>15</sub> pueden ser:

- Acíclicos: Farnesol, nerolidol, etc.
- Monocíclicos: Bisaboleno, elemeno, zingibereno, etc.
- Bicíclicos: Guaiol, eudesmol,  $\alpha$ -cadineno,  $\beta$ -seleneno, cariofileno, caratal, etc.
- Tricíclicos: Tuyopsano, cedrol, ciperano.
- Tetracíclicos: Ishwarano.

## 2.10. PROPIEDADES FARMACOLÓGICAS DE LOS ACEITES ESENCIALES.

Tienen poder antiséptico que se manifiesta frente a varias bacterias patógenos e incluye ciertas cepas antibiótico-resistentes; son también activas frente a hongos inferiores responsables de micosis e incluso frente a levaduras (*Cándida*). Utilizadas por vía externa provocan aumento de la microcirculación (como el caso de la esencia de trementina), rubefacción, sensación de calor y ligera acción anestésica local (mentol). En la actualidad son numerosas las pomadas, cremas o geles preparados a base de aceites esenciales destinados al tratamiento de algias articulares o musculares para aliviar esguinces, distensiones <sup>(12)</sup>. Otros aceites tienen propiedades espasmolíticas y sedativas.

Algunos aceites esenciales presentan tropismo neurovegetativo y ejercen acción neurosedativa; los hay que tienen actividad colerético, colagoga, antiinflamatoria y cicatrizante <sup>(6)</sup>.

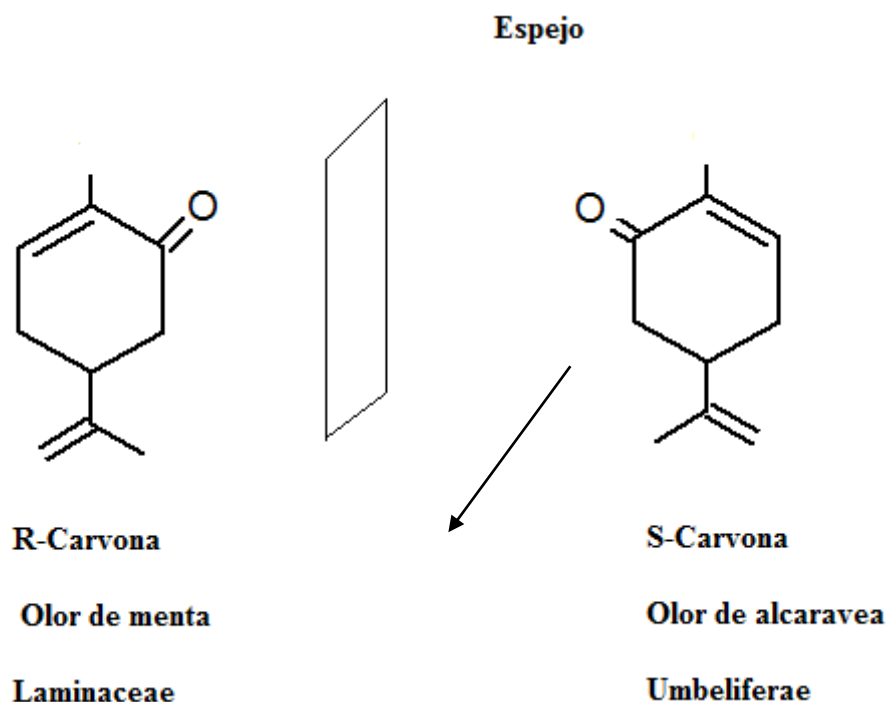
## 2.11. QUIMIORECEPCIÓN O RECEPCIÓN MOLECULAR DEL OLOR DE LOS ACEITES ESENCIALES.

Los seres humanos son capaces de detectar y distinguir miles de compuestos distintos a través del olfato a menudo con considerable sensibilidad y especificidad. La mayor parte de las sustancias olorosas son compuestos orgánicos relativamente pequeños con suficiente volatilidad para poder ser transportados como vapores y llegar hasta las fosas nasales. En la recepción de los olores por el órgano olfativo participan células receptoras y sistemas de células específicas. Las células receptoras del olfato tienen unas antenas cuyas membranas plasmáticas están formadas de proteínas específicas para

el tipo de recepción dado; estas antenas constan de microcilios, estereocilios, párpados, flagelos y sus derivados; estas formaciones están constituidas por proteínas fibrilares. (17).

Los compuestos olorosos se detectan en una región específica de las fosas nasales llamada epitelio principal olfativo que se halla en la parte superior de la cavidad nasal. Las moléculas responsables del olor se refieren en primer lugar a todas las propiedades físicas ya las formas de las moléculas; vale decir, su estereoquímica. Se puede comprobar la importancia de este factor comparando moléculas, como: R-carvona que tiene olor a menta y S-carvona que da olor a la alcaravea (*Carum carvi*). Estos compuestos son idénticos, particularmente en todas sus propiedades físicas, como son: la simetría e hidrofobicidad, porque son isómeros especulares el uno del otro; sin embargo el olor es distinto, por tanto el olor producido por una molécula depende no solo de su propiedad física sino de la interacción de este compuesto con una unión específica en la superficie principalmente de un receptor proteico (19).

R-carvona, imagen especular de S-carvona



De otra parte, algunos seres humanos y otros animales sufren de anosmias específicas, lo que significa que son incapaces de percibir el olor de determinados compuestos, aunque su sistema olfativo sea normal en todo lo demás. Estas observaciones sugieren

que hay mutaciones en los genes de determinados receptores responsables de provocar la imposibilidad de detectar un grupo de compuestos <sup>(17)</sup>.

La capacidad olfativa está medida por una familia enorme de receptores con siete hélices transmembranales. El epitelio principal olfativo se halla recubierto por una millonada de neuronas sensoriales; los cilios que contienen los receptores proteicos captan los compuestos olorosos se proyectan desde estas neuronas hacia la mucosa que recubre la cavidad nasal.

La unión de una sustancia olorosa con un receptor olfativo en la superficie de las neuronas inicia una cascada de transducción de señales que provoca la generación de un potencial de acción. El receptor olfativo unido al ligando activa la G olfativa, la G olfativa está inicialmente unida en la forma GDP. Se une a un GTP y se sueltan las subunidades asociadas  $\beta$  y  $\gamma$ . Entonces la subunidad  $\alpha$  activa a un adenilatociclasa específica y aumenta las concentraciones intracelulares de AMPc. El aumento de las concentraciones intracelulares de AMPc activa un conducto catiónico inespecífico que provoca la entrada de calcio y otros cationes al interior de la célula. El flujo de cationes a través del conducto despolariza la membrana neuronal e inicia un potencial de acción combinado con los procedentes de otras neuronas olfativas que provocan la percepción de un olor específico <sup>(22)</sup>.

El examen de análogos y substitutos del benzaldehído demuestran en términos estereoelectrónicos que el olor del benzaldehido es el que comunican las almendras amargas; el ácido cianhídrico tiene una estructura estereo-electrónica diferente del benzaldehido <sup>(22)</sup>.

## **2.12. MÉTODOS DE OBTENCIÓN DE LOS ACEITES ESENCIALES.**

### **2.12.1. DESTILACIÓN POR ARRASTRE DE VAPOR DE AGUA.**

La mayoría de los aceites esenciales se obtienen por este método muy económico, dependiendo de las características de la materia prima. Se prepara la parte vegetal a utilizar: hierbas, flores, hojas, semillas, corteza, tallo, etc.; mediante las operaciones de picado, molido, deshojado o marchitado para que se abran las células oleíferas.

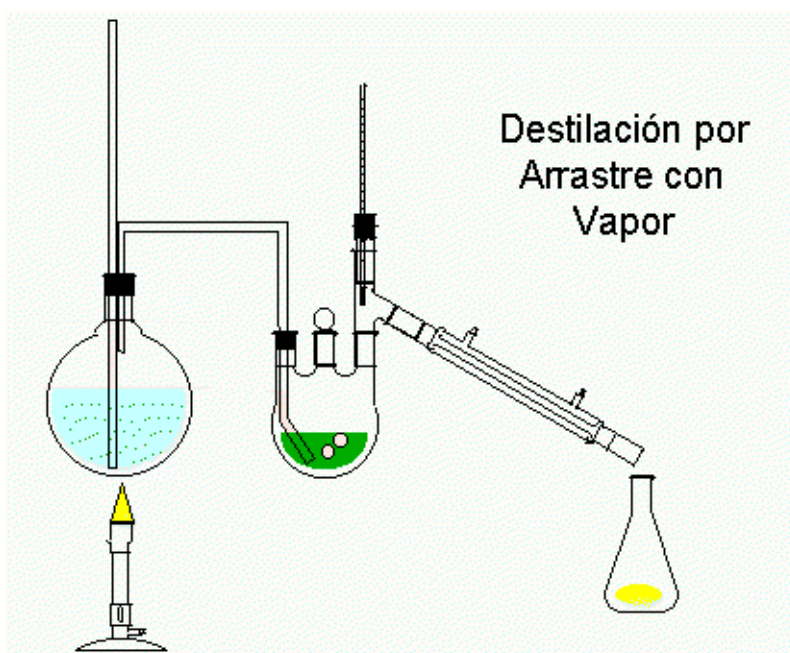
En esta presentación la materia prima se pasa al destilador que en el laboratorio es un equipo de Karlsruhe compuesto de un balón de fondo redondo, una columna de ascenso

del aceite esencial, un condensador, un tubo abierto compensador de presión interna y externa, un tubo de recojo del aceite esencial donde se separa la fase acuosa del aceite esencial mediante una llave de salida de las 2 fases líquida, al aperturar la llave primero se separa el agua (más densa), luego el aceite esencial, más liviano.

Si el balón donde se pone la muestra tiene 2 L, la proporción es la siguiente: Por 250 gr de muestra se debe añadir 1.50 L de agua <sup>(6)</sup>.

El aceite esencial separado se seca con sulfato de sodio anhidro, se filtra y se obtiene el aceite esencial puro <sup>(6)</sup>.

El aceite esencial puro va permitir determinar su rendimiento, su densidad, su índice de refracción y su dispersión óptica, así como el número de sus constituyentes químicos cuando se pasa por HRGC – MS <sup>(8)</sup>.



### 2.12.2. POR EXPRESIÓN O ESTRUJADO DEL PERICARPIO.

Este procedimiento se aplica a los aceites esenciales que se encuentran en gotitas en las células del pericarpio (parte externa del fruto). Es aplicable a los aceites esenciales presentes en Rutáceas como ciertos cítricos: Naranja, mandarina, limón, bergamota. La experiencia señala que puede ser también utilizado para extraer el aceite esencial de frutos de *Xylopi* sp.



Al escarificar los pericarpios se rompen las cavidades secretoras y el aceite esencial se desprende y se recoge manual o mecánicamente <sup>(6)</sup>.

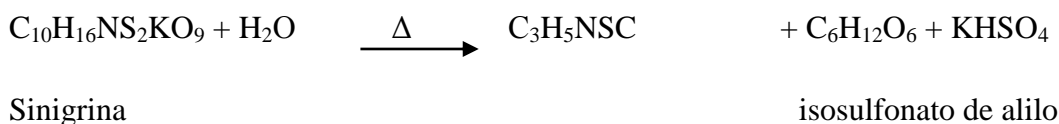
Existen diferentes variantes en la aplicación de este método, tales como:

- a) Rallado de las pieles en corriente de agua y consiguiente separación del aceite esencial de la fase acuosa por centrifugación.
- b) Aplastamiento de las frutas enteras entre 2 rodillos metálicos. Separación del aceite esencial de los desechos sólidos, en el que se halla mezclado con los zumos de la fruta, mediante centrifugación o por decantación. Una fracción del aceite esencial se obtiene de la destilación de los residuos sólidos por arrastre de vapor aunque no resulta ser de buena calidad.
- c) Por expresión de las frutas partidas previamente privadas del zumo. Este método luego sigue los pasos señalados en (a) y (b) <sup>(6)</sup>.

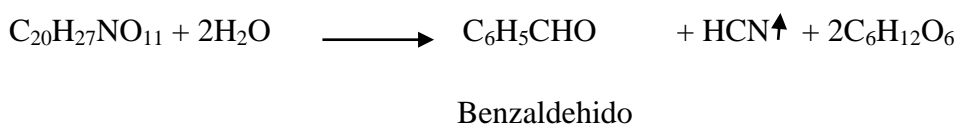
### 2.12.3. OBTENCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL MEDIANTE FERMENTACIÓN DE LA PARTE VEGETAL SEGUIDO POR DESTILACIÓN.

Los aceites esenciales en algunas plantas como Miristicáceas, Umbelíferas e inclusive Leguminosas, se forman por hidrólisis enzimática de los glicósidos que acompañan a la fracción de aceite esencial, tal es el caso de las esencias de gaulteria, mostaza, almendras amargas, bubinzana, etc.

Por ejemplo, la semilla de mostaza contiene el glicósido sinigrina. Aquí primero se priva las semillas del aceite fijo (graso); después del prensado la torta obtenida es triturada durante dos horas en agua con calentamiento a 70°C. Mediante este procedimiento se desdobra la sinigrina en glucosa bisulfato potásico e isosulfonato de alilo (aceite de mostaza) por acción de la enzima mirosinasa, según la reacción siguiente <sup>(18)</sup>:



El aceite esencial de almendras amargas sigue el mismo procedimiento anterior.



## **2.12.4. OBTENCIÓN DE ACEITES CONCRETOS (CONCRETA) Y RESINOIDES.**

### **2.12.4.1. Con solventes.**

En este caso se divide el material fresco, marchito o semi-desechado; si son raíces o rizomas deben triturarse; si son tallos llevarse a virutas. Se puede extraer con éter dietílico o éter de petróleo según el poder del disolvente, la estabilidad térmica de los constituyentes, el poder de penetración en las paredes celulares, la facilidad de recuperación, la seguridad en su manipulación, la menor toxicidad y si son inflamables se debe extraer en sistemas de resistencias eléctricas selladas para evitar cualquier explosión<sup>(6)</sup>.

### **2.12.4.2. Obtención con gases licuados o métodos de fluidos supercríticos.**

Se utiliza gas butano o propano que se comprime a presiones de 6 y 15 atmósferas, respectivamente, para licuar esos gases. Cuando se descomprime, el solvente suele extraer el aceite concreta (concreta) o el resinoide. Caso particular de mayor importancia es el uso del CO<sub>2</sub> que se vuelve líquido cuando se somete a compresión, solo que para este caso se requiere contar con instalaciones costosas; sin embargo, el procedimiento ofrece ciertas ventajas: inocuidad, no inflamabilidad, bajas temperaturas de manipulación y fácil recuperación del solvente<sup>(6)</sup>.

### **2.12.4.3. Obtención usando aceites y grasas.**

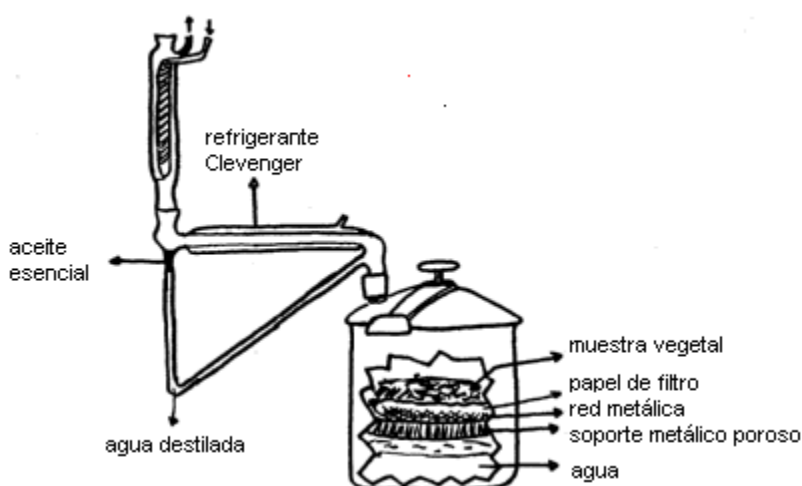
Este método aprovecha la liposolubilidad de los componentes de los aceites esenciales. La técnica se conoce como enflorado (Enflourage) en el que las flores quitadas de sus pétalos se esparcen sobre grasa fría durante 1 a 3 días, sobre placas de vidrio que interiormente lleva unas mallas de alambres finos para que cuando se separe la grasa de las flores, no se pierda mucha grasa; para esto el chasis metálico se mueve con una máquina agitadora con la cual se separa fácilmente la pomada (mezcla de grasa + aceite concreto).

En la pomada se halla embebido el aroma de las flores. Una variante de este método consiste en pasar una corriente de aire caliente sobre las flores y cuando está cargado de principios volátiles se coloca sobre grasa fundida; en todos los casos la esencia adquirida pasa a esencia absoluta al extraer la concreta repetidas veces con alcohol<sup>(19)</sup>.

#### 2.12.4.4. Método Clevenger

Modo operativo: Añadir agua en la olla de forma que el troceado o serrín nunca llegue a estar en contacto con ella. Introducir la planta en la olla, colocando previamente un papel de filtro sobre una red metálica de acero inoxidable. Al instalar los refrigerantes Clevenger, hay que rellenar de agua destilada el tubo inferior, sin que el nivel del agua en el tubo vertical llegue al refrigerante. Conectar los refrigerantes y calentar energicamente. El aceite esencial que se va depositando hay que retirarlo regularmente con una pipeta Pasteur.

En ambos métodos, una vez obtenido el aceite, hay que proceder a secarlo. Paralelo, se diluye el extracto en éter y se seca sobre sulfato de sodio anhidro, se filtra y se evapora<sup>(11)</sup>.



### 2.13. MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN DE LOS CONSTITUYENTES PRESENTES EN LOS ACEITES ESENCIALES

#### 2.13.1. POR CROMATOGRAFÍA DE CAPA FINA

Clásicamente se utilizaba cromatografía de capa fina (TLC) con placas de silicagel, usando como solventes de resolución benceno-cloroformo (1:1) o benceno: acetato de etilo (19:1). Cuando los terpenos son oxigenados por ejemplo carvona, la capa de silicagel no es activada -la humedad de la capa ayuda en la separación de los constituyentes oxigenados del aceite esencial. Cuando el aceite esencial contiene terpenos con radicales alcohólicos (tipo linolol) es mejor separar sobre placas impregnadas con parafina al 70% en metanol.

Otra modificación para separar terpenos de doble enlace en TLC consiste en esparcir sobre la placa de silicagel nitrato de plata al 2,5% y se corre en una mezcla de diclorometano: cloroformo: acetato de etilo: n- propanol (45:45:4.5:4.5)<sup>(16) (17)</sup>.

El método general de detección incluye rociado con permanganato de potasio 0.2%, cloruro de antimonio 5% en cloroformo, ácido sulfúrico concentrado o vainillina-ácido sulfúrico concentrado. El ultimo reactivo debe ser preparado al momento de uso, añadiendo 8 ml de etanol, 0.5 g de vainillina enfriada, agregando ácido sulfúrico concentrado<sup>(17)</sup>.

Las placas son calentadas después del rociado con el reactivo entre 100 a 105°C hasta que desarrolle completamente su actividad cromogénico. Los agentes cromofóricos más selectivos son capaces de detectar terpenos con dobles enlaces, como por ejemplo: vapor de bromo; aquellos que contiene grupos cetónicos como carvona son detectados con 2,4-dinitrofenilhidrazona<sup>(10)</sup>.

Las respuestas de los terpenos comunes frente al revelador U.V-Visible, a reactivos como bromo, con 2,4-DNPH (**2,4-dinitrobenceno**) y ácido sulfúrico concentrado, se registran en la tabla 1.

Tabla 1. Identificación de monoterpenos en cromatografía de capa fina (TLC). Tomado de Harborne J.B. *Phytochemical Methods*<sup>(10)</sup>.

Terpenos	UV	Respuesta a la prueba		
		Con bromo	Con 2,4-DNPH	Con ácido sulfúrico concentrado
Limoneno	(-)	(+)	(-)	Color marrón
$\alpha$ -pineno	(-)	(+)	(-)	Color marrón
Pulegona	(+)	(+)	(+)	Color amarillo
Geraniol	(-)	(+)	(-)	Color púrpura
Carvona	(+)	(+)	(+)	Color rosado
p-cineno	(+)	(-)	(-)	—
$\alpha$ -terpineol	(-)	(+)	(-)	Verde
1,8-cineol (Eucaliptol)	(-)	(-)	(-)	Verde

### 2.13.2. POR CROMATOGRFÍA DE GASES DE ALTA RESOLUCIÓN ACOPLADO CON ESPECTRÓMETRO DE MASAS (HRGC-MS).

Esta técnica es una modificación sustancial y complementaria que se ha hecho al cromatógrafo de gases que actualmente constituye un método de avanzada. Si bien el cromatógrafo conserva los mismos componentes principales de un cromatógrafo de gases tradicional, hay variación de columnas, programación de temperatura del termostato a rango adecuado, lleva como modificación un espectrómetro de masa como detector que ha remplazado a los detectores de ionización de llama, detector termiónico y detector de conductividad térmica, ya que la separación en un cromatógrafo de gases clásico suministraba poca información sobre la naturaleza química de las sustancias que se separaban<sup>(17)</sup>.

El cromatógrafo de gas líquido actual (HRGC-MS) es un equipo de alta resolución con una columna capilar de 60 metros de longitud, 250 micrómetros de diámetro y 0.25 micrómetros de espesor de capa del adsorbente y lleva acoplado un espectrómetro de masa computarizado con una matriz en la que se encuentran los modelos de todos los

constituyentes de los aceites esenciales actualmente obtenidos y que el equipo identifica por comparación <sup>(10)</sup>.

La rango de temperatura es de 100°C por 7 minutos, 20°C/min, hasta 180°C, 1°C/min, hasta 240°C y finalmente 20°C/min hasta 280°C. El volumen de muestra que se inyecta es de 5 microlitros.

El aparato HRGC-MS es un aparato innovativo en el campo analítico. Mientras anteriormente un cromatógrafo de gas solo separaba los constituyentes de una muestra, su abundancia y registraba sus tiempos de retención y usando patrones de muestras puras se podía reconocer con gran dificultad al componente aislado; en la actualidad, el haber incorporado al equipo un espectrómetro de masa como detector, permite además conocer el peso molecular de cada constituyente separado y si en la memoria del equipo están presente los constituyentes conocidos del aceite esencial en estudio, se puede conocer directamente la denominación química de esos constituyentes. Esta técnica ha contribuido para complementar la efectividad y precisión de la espectrometría de masas y de los avances logrados en las otras espectrometrías, fundamentalmente espectrometría de resonancia magnética nuclear de protones y de carbono-13<sup>(12)</sup>.

El cromatógrafo de gases HRGC-MS, aparte de constar de las partes de un cromatógrafo clásico, tiene partes modificables. Un equipo completo tiene las siguientes partes:

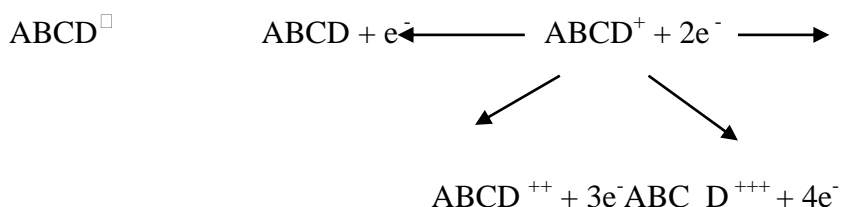
- ❖ Un balón de gas transportador. El gas elegido es el helio con su regulador de caudal programable, un medidor rotamétrico.
- ❖ Inyector de la muestra de preferencia, inyector automático.
- ❖ Columna capilar, de 60 metros de longitud, 250 micrómetros de diámetro y 0.25 micrómetro de espesor del soporte que lleva impregnado en el interior de la columna capilar.
- ❖ Horno termostático de regulación programable, para un mejor trabajo de separación de los constituyentes.
- ❖ Detector: Espectrómetro de masas, que reemplaza a los clásico detectores de ionización de llama (FID,), al detector termoiónico y al detector de conductividad térmica. Los constituyentes separados en el cromatógrafo pasan por el espectrómetro de masas donde la molécula se divide en varios fragmentos, pero antes de su división el aparato registra el pico padre que tiene la molécula

correspondiente equivalente al peso molecular de la sustancia. En análisis orgánico el método de producción de iones de un componente es por ionización de impacto electrónico; los cátodos incandescentes emiten electrones que se aceleran y concentran magnéticamente hacia un ánodo, en sentido transversal a la corriente de vapor de la muestra. Por impacto y adición se producen en ruta, iones positivos y negativos cuyas masas se analizan; el rendimiento de iones positivos es función de la energía de los electrones <sup>(17)</sup>.

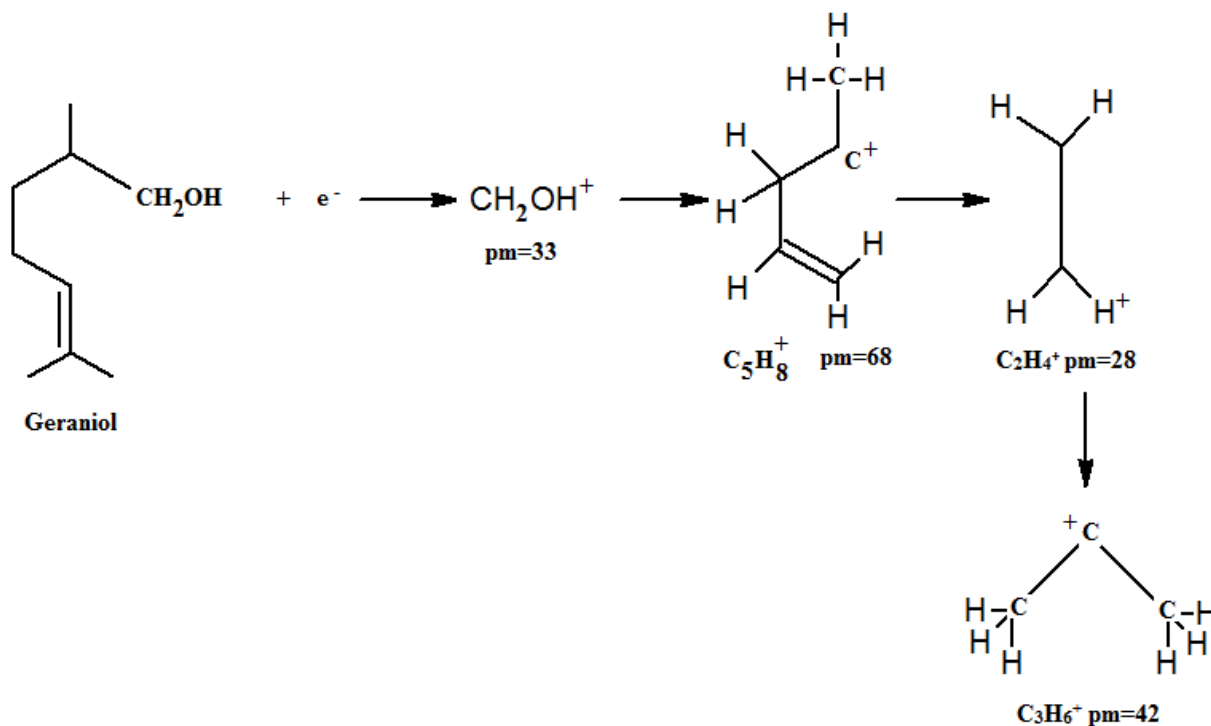
Normalmente se manejan fuentes que alcanzan el rendimiento máximo de iones y una reproducibilidad óptima de los espectros; esta es la región de los 70 eV aproximadamente donde la curva de intensidad *versus* electronvoltios llega a un máximo y adquiere una horizontalidad de modo que poco influyen las oscilaciones de tensión sobre el rendimiento iónico.

Los procesos primarios más importantes que se presentan en la fuente de iones de un espectrómetro de masas, son los siguientes:

Molécula que se rompen por impacto electrónico en un espectrómetro de masas.



El curso más favorable desde el punto de vista analítica es sencillamente la formación de iones cargados positivamente. El rendimiento en este caso es aproximadamente 1000 veces superior al de los iones negativos. Un espectro de masas de aceites esenciales registró por ejemplo los fragmentos de la molécula de geraniol (tomada del texto de Masada Yoshiro) Analysis of Essential oil by Chromatography and Mass Spectrometry <sup>(13)</sup> como se observa en la Fig.5



### Escisión de la molécula de geraniol en 5 fragmentos.

Cuando la molécula de geraniol entra a la fuente iónica del espectro de masa primero registra el peso molecular y luego la molécula sufre una fragmentación.

Se observa cómo el geraniol se fragmenta en partículas de menor peso molecular 33, 68, 28, 42.

### 2.13.3. ESPECTROMETRÍA DE MASAS.

Es una técnica de análisis que permite la medición de moléculas.

El espectrómetro de masas es un artefacto que permite analizar con gran precisión la composición de diferentes elementos químicos e isótopos atómicos, separando los núcleos atómicos en función de su relación carga-masa ( $Z/m$ ). Puede utilizarse para identificar los diferentes elementos químicos que forman un compuesto, o para determinar el contenido isotópico de diferentes elementos en un mismo compuesto. Con frecuencia se encuentra como detector de un cromatógrafo de gases, en una técnica híbrida conocida por sus iniciales en inglés GC-MS (Gas Chromatography – Mass Spectrometry).

El espectrómetro de masas mide razones carga/masa de iones, calentando un haz de material del compuesto a analizar hasta vaporizarlo e ionizar los diferentes átomos, el



haz de iones produce un patrón específico en el detector, que permite analizar el compuesto. En la industria es altamente utilizada en el análisis elemental de semiconductores, biosensores y cadenas poliméricas complejas. También se aplica para analizar drogas, fármacos, productos de síntesis química, pesticidas, plaguicidas, perfumes y todo tipo de analitos que sean susceptibles de pasar a fase vapor e ionizarse sin descomponerse <sup>(6)</sup> <sup>(15)</sup>.

#### **2.13.4. ACOPLAMIENTO CROMATOGRAFÍA DE GASES-ESPECTROMETRÍA DE MASAS**

La cromatografía de gases es una técnica separativa que tiene la cualidad de conseguir la separación de mezclas muy complejas. Pero una vez separados, detectados, e incluso cuantificados todos los constituyentes individuales de una muestra problema, el único dato del que se dispone para la identificación de cada uno de ellos es el tiempo de retención de los correspondientes picos cromatográficos. Este dato no es suficiente para una identificación inequívoca, sobre todo cuando se analizan muestras con un número elevado de constituyentes, como es frecuente en cromatografía de gases capilar.

Por otra parte, la espectrometría de masas puede identificar de manera casi inequívoca cualquier sustancia pura, pero normalmente no es capaz de identificar los constituyentes individuales de una mezcla sin separar previamente sus constituyentes, debido a la extrema complejidad del espectro obtenido por superposición de los espectros particulares de cada constituyente. Por lo tanto, la asociación de las dos técnicas, GC (Gas Chromatography) y MS (Mass Spectrometry) da lugar a una técnica combinada GC-MS que permite la separación e identificación de mezclas complejas. La utilización de la cromatografía de gases acoplada a un espectrómetro de masas requiere sistemas especiales de conexión. En principio, se trata de dos técnicas que trabajan en fase gaseosa y necesitan una muy pequeña cantidad de muestra para su análisis, por lo que son muy compatibles. El único obstáculo para realizar su acoplamiento es que el efluente que emerge de la columna cromatográfica sale a presión atmosférica y debe introducirse en el interior del espectrómetro de masas que trabaja a alto vacío. Actualmente, el acoplamiento directo resulta fácil cuando se utiliza la cromatografía de gases capilar, que es el caso más habitual. En resumen, una mezcla de compuestos inyectada en el cromatógrafo de gases se separa en la columna cromatográfica

obteniendo la elución sucesiva de los constituyentes individuales aislados que pasan inmediatamente al espectrómetro de masas. Cada uno de estos constituyentes se registra en forma de pico cromatográfico y se identifica mediante su respectivo espectro de masas. En este proceso, el espectrómetro de masas, además de proporcionar los espectros, actúa como detector cromatográfico al registrar la corriente iónica total generada en la fuente iónica, cuya representación gráfica constituye el cromatograma o “TIC” (total ion current). En efecto, la corriente iónica generada por todos los iones da lugar a un pico gaussiano de área proporcional a la concentración del compuesto detectado<sup>(14)</sup>.

#### **2.14. ELECCIÓN DEL MÉTODO PARA EL AISLAMIENTO DEL ACEITE ESENCIAL DE *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba)**

Considerando las características de la materia prima de las que se extraerá el aceite esencial, en el presente trabajo de investigación se debe llevar el duramen a serrín por molienda o por escariado con escofina; luego se satura la muestra con alcohol etílico y luego se debe extraer con éter de petróleo.

La mezcla se debe agitar a intervalos de 15 minutos durante 10 horas, luego se filtra utilizando embudo de Buchner acoplado a una bomba de vacío; el filtrado se refiltra para eliminar impurezas y luego se seca con sulfato de sodio anhidro y se filtra nuevamente. El filtrado se concentra en rotavapor y se destila en el destilador: se obtiene la concreta<sup>(11)</sup>.

El aceite esencial obtenido como concreta se analizará en un equipo de cromatografía de gases de alta resolución acoplado a un espectrómetro de masas (HRGC-MS). En la matriz de la computadora del equipo se hallan los patrones correspondientes a las moléculas constituyentes de los aceites esenciales estudiados hasta la actualidad. Los constituyentes que posee el aceite esencial en estudio se determinan por comparación de los constituyentes que guarda la matriz. Así, puede determinarse los constituyentes que contiene, el porcentaje de cada constituyente, su peso molecular y la denominación química internacional (IUPAC) de cada uno de los constituyentes, así como el porcentaje de cada compuesto. De este modo se podrá conocer cuáles son los constituyentes del aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C (cumaceba) y cuáles de

los constituyentes le conceden las tres propiedades fundamentales que debe tener un aceite esencial: Carácter, intensidad y persistencia <sup>(8)</sup>.

Para realizar el procedimiento anterior, el aceite esencial aislado de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba), llevado a su alta pureza, se enviará a la Unidad de Investigación en Productos Naturales LID-Laboratorio 209 de la Facultad de Ciencias y Filosofía de la Universidad Peruana “Cayetano Heredia” de Lima, donde se realizará el análisis.

La muestra a remitirse a la Universidad Peruana “Cayetano Heredia” contendrá una clave para preservar la autoría del estudio.

## **2.15. VARIABLES DE ESTUDIO.**

Aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba).

Constituyentes del aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba).

### 2.15.1 Operacionalización de variables.

Variable	Definición conceptual	Indicador	Definición operacional	Escala y tipo de variable	Índice
<b>Aceite esencial de <i>Swartzia polyphylla</i> A.P.C (cumaceba).</b>	<p><b>Aceite esencial:</b> producto de composición generalmente muy compleja que contiene los principios volátiles que se encuentran en los vegetales; <i>Swartzia polyphylla</i> A.P.C. (cumaceba), es una planta nativa de la Amazonía de la familia Fabaceae que crece en bosque primario.</p> <p>El duramen contiene aceite esencial <i>sui generis</i> cuyo aislamiento se realiza reduciendo a serrín el duramen y extrayendo el aceite esencial con éter de petróleo en forma de concreta.</p>	<p>Aceite esencial (Concreta).</p>	<p>Se reduce el duramen a Polvo fino en molino o con escofina.</p> <p>El polvo fino se deposita en un balón, se satura con alcohol etílico 96% y se agrega éter de petróleo. Se macera por 2 días, con agitación a intervalos, se separa la fracción etérea filtrándola en embudo de Buchner acoplado a una bomba de vacío; el filtrado se destila a 70°C. El aceite se seca con sulfato de sodio anhidro para eliminar agua, luego se filtra y se obtiene el aceite esencial.</p>	<p>Sustancia líquida liposoluble de baja densidad/ Nominal</p>	<p>Olor aromático <i>sui generis</i>.</p>

Variable	Definición conceptual	Indicador	Definición operacional	Escala y tipo de variable	Índice
<b>Constituyentes del aceite esencial de <i>Swartzia polyphylla</i> A.P.C. determinado por cromatografía de gases de alta resolución acoplado a espectrómetro de masas (HRGC-MS).</b>	El duramen de la especie <i>Swartzia polyphylla</i> A.P.C. (cumaceba), contiene sustancias odoríficas que corresponderían a aceites esenciales, cuyos constituyentes pueden ser identificados por cromatógrafo de gases acoplado a un espectrómetro de masas. El espectrograma permitirá conocer cuáles son sus constituyentes y cuáles son los que le conceden las propiedades físicas fundamentales de una esencia: Carácter, intensidad y persistencia.	Espectrograma	Una muestra de aceite esencial de <i>Swartzia polyphylla</i> A.P.C. (cumaceba) de 5 µL se inyecta al cromatógrafo de gases incorporado a un espectrómetro de masas como detector. La muestra es separada en sus constituyentes por su tiempo de retención en la columna cromatográfica y detectado su peso molecular (el pico padre) por el espectrómetro de masas.	Tiempo de retención (TR) en minutos, pico molecular padre (peso molecular del constituyente), fragmentos en que se divide cada constituyente.	Constituyentes del aceite esencial.  Rendimiento de cada constituyente del aceite esencial

## **2.16. METODOLOGÍA.**

### **2.16.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.**

El trabajo realizado es de tipo descriptivo, porque solo se identificaron los constituyentes del aceite esencial obtenido con éter de petróleo del duramen pulverizado.

La identificación de los constituyentes del aceite esencial se realiza por un método algorítmico porque utiliza un equipo computarizado con un programa Maldi (Matrix adsorption laser desorption ionization), en el que se introdujo como patrón todos los constituyentes de los aceites esenciales de las plantas oloríferas estudiadas hasta la actualidad. De modo que por análisis comparativo del tiempo de retención, que es una propiedad cromatografía, del peso molecular de la sustancia (Ión molecular) que capta el espectrómetro de masas y fundamentalmente por el espectros de masas que lo compara con los espectros conocidos de la biblioteca de espectros. Los fragmentos en los que se descompone permiten al equipo desarrollar la recomposición Mc Lafferty de los fragmentos para elucidar la estructura de cada constituyente del aceite esencial.

Para elucidar los constituyentes del aceite esencial y caracterizar las propiedades físicas fundamentales de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba), el resultado del trabajo se deducirá a partir de los datos siguientes: Tiempo de retención (TR), Área bajo la curva, pico padre y fragmentos moleculares.

## **2.17. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **2.17.1. Población botánica:**

Está constituida por troncos muertos de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) ubicados en el Km 21 de la Carretera Iquitos - Nauta, acumulados en el suelo, hasta que se pudre la albura quedando libre el duramen del que se quita por lavado el material terroso y por labrado de los restos de albura.

### **2.17.2. Muestra.**

Está constituida por troncos muertos de *Swartzia polyphylla* A.P.C (cumaceba) encontrados en el bosque de la reserva de alpahuayo mishano, se optó por tomar como muestra un trozo de tronco muerto de 2kg de peso, se tomó hojas, flores, frutas de un árbol de *Swartzia polyphylla* A.P.C (cumaceba), para su identificación botánica en el herbarium amazónico CIOXA-UNAP.

### **2.18. CRITERIOS DE INCLUSIÓN.**

- La muestra es un trozo de duramen compacto, exenta de termitas u hongos xilófagos.

### **2.19. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.**

- Duramen mal conservado.

### **2.20. PROCESOS INVOLUCRADOS.**

A. Recolección de la materia prima: Duramen de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba).

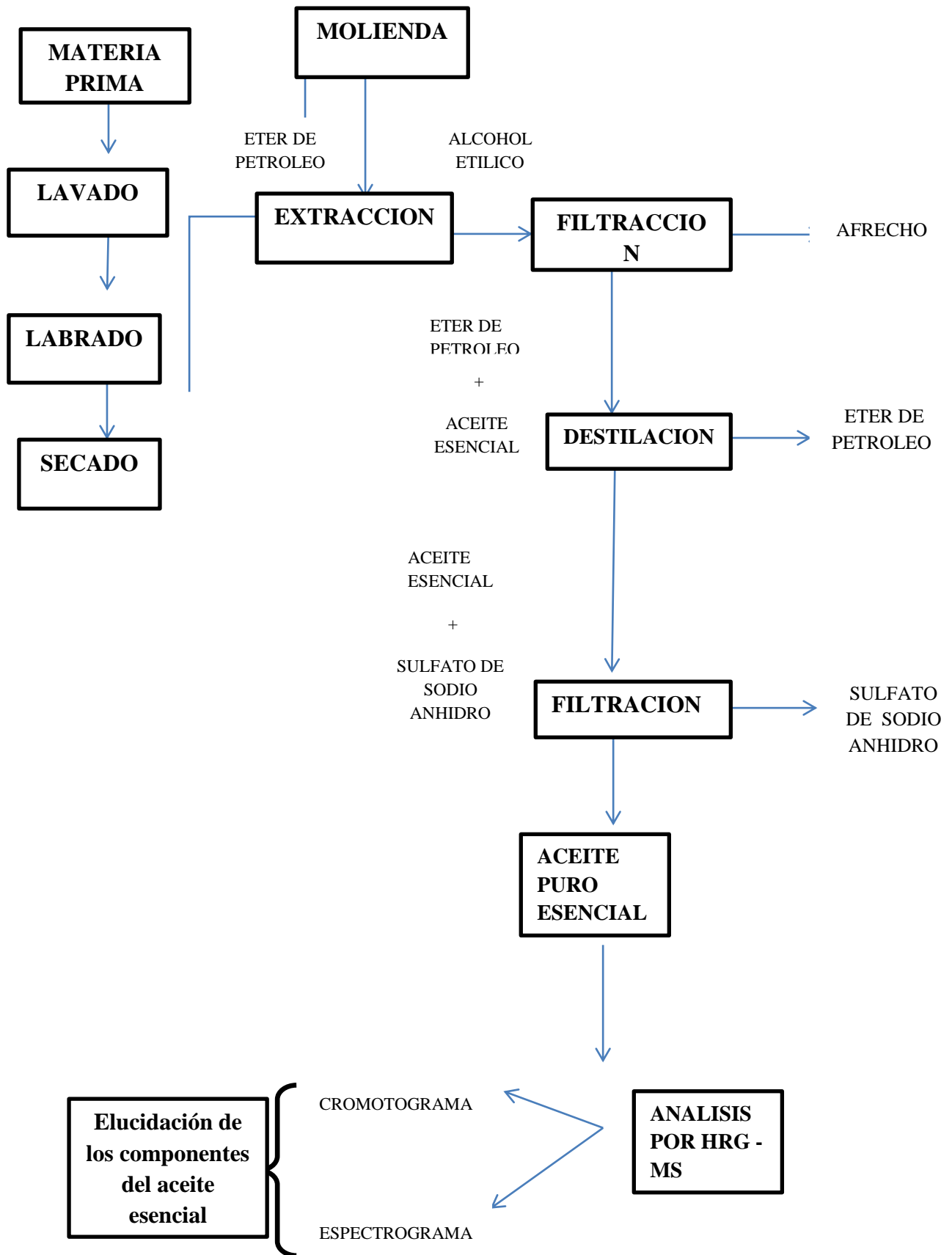
B. Operaciones:

- Labrado del tronco para obtener el duramen.
- Molienda del duramen en molino de bola o con escofina.
- Extracción usando como solventes alcohol, éter de petróleo. (Reparto de fases).
- Separación de la fracción etérea.
- Destilación de la fracción etérea a 70°C.
- Secado del aceite esencial con sulfato de sodio anhidro.
- Filtración para separar el sulfato de sodio anhidro embebido de agua.
- El filtrado es el aceite esencial puro conocido como concreta.

- C. Análisis fisicoquímico: Análisis de los constituyentes del aceite esencial por cromatografía de gases de alta resolución acoplado a un espectrómetro de masas que actúa como detector.
- D. Elucidación de los constituyentes. Cada constituyente se leerá en el cromatograma en base a su tiempo de retención (TR) y el rendimiento de cada constituyente por integración del área bajo la curva; en el espectro de masa se leerá el peso molecular y los fragmentos en que se divide cada constituyente.
- E. La lectura de los parámetros señalados permitirá determinar cada uno de los constituyentes de la muestra del aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba).



### 2.20.1. DIAGRAMA DE BLOQUE DE PROCESO



## **2.21. PROCEDIMIENTO, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.**

### **2.21.1 Reconocimiento previo del aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba).**

Para la identificación previa del aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) se tomó un pedazo del duramen y con una escofina se redujo a polvo fino para romper las células oleíferas donde se halla el aceite esencial, luego se depositó en un balón de dos litros, se agregó alcohol etílico para saturar el serrín; posteriormente se agregó éter de petróleo, se agitó vigorosamente por 10 horas para que el aceite esencial pase del serrín a la fase etérea, luego se separó la fase etérea y se secó con Sulfato de sodio anhidro y finalmente se filtró para separar el Sulfato de sodio anhidro que captó la humedad<sup>(23)</sup>.

La fracción etérea que contiene el aceite esencial se destiló en rotavapor para separar el éter de petróleo.

El aceite esencial libre de impurezas es el aceite esencial puro que se reconoció por las siguientes características físicas:

- Consistencia oleosa.
- Olor *sui generis*.
- Intensidad del olor
- Persistencia del olor o tiempo que permanecen las moléculas difundidas en el ambiente antes de disiparse.
- Carácter.

### 2.21.2. TÉCNICAS.

- ❖ Visita de campo en la zona donde crece habitualmente *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) para localizar troncos caídos de la especie, una vez ubicado se georeferencia y se tomó los datos del tipo de suelo y altitud.
- ❖ Información etnobotánica: Uso que le dan los pobladores lugareños a la planta.
- ❖ La recolección de la muestra se hizo en horas de la mañana con la ayuda de un matero –conocedor de plantas del lugar- y un botánico.
- ❖ La identificación se hizo por la huella química, para ello se recolectó una muestra botánica de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba), una vez identificado se tomó unas astillas del duramen para realizar un tamizaje fitoquímico y una vez identificado el metabolito secundario más abundante, se realizara la huella química (cromatografía), que será tomada como patrón para identificar la muestra tomada del árbol caída.
- ❖ Búsqueda de referencias bibliográficas en revistas especializadas: Chemical Abstracts, Base de datos (Napralert), Phytochemistry, Tetrahedron Letters, Natural Products, Science y otras revistas científicas.
- ❖ Libros de autores clásicos para seleccionar los métodos de aislamiento de aceites esenciales: Destilación por arrastre de vapor, expresión, *enflourage* (enflorado), fluidos supercríticos, etc.
- ❖ Métodos de determinación de los constituyentes: TLC, Cromatografía de gases, Cromatografía de gases-Espectrometría de masas (HRGC-MS).

### **2.21.3. INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE LABORATORIO QUE SE VA UTILIZAR.**

#### **2.21.3.1 INSTRUMENTOS/EQUIPOS.**

Equipo Soxhlet, Embudo de Buchner, Bomba de vacío, Molino de disco.

- Estufa Memmert. Rango de temperatura: hasta +220°C (Basic) / +250°C (opcional hasta +300°C), Las tres clases de regulación «Basic», «Excellent» y «Perfect» cubren por niveles los requisitos de seguridad térmica, precisión y aseguramiento de la calidad.
- Balanza analítica. En un principio con un rango menor del miligramo y que actualmente, las digitales, llegan hasta la diezmilésima de gramo: 0,00001 g o 0,01 mg).
- Rotavapor Buchi–R–3000. Es una variante de una destilación a presión reducida. El disolvente extraído es enviado por un conducto hacia un circuito cerca de los 70 °C, el solvente se condensará y Finalmente las fases quedan separadas.
- Cromatógrafo de gases de alta resolución-espectrómetro de gases acoplado (HRGC-MS). La separación de dichas sustancias depende de la diferente distribución de las sustancias estudiadas entre las fases móvil y estacionaria que conforman el sistema. Una vez separadas las sustancias son fragmentadas y analizadas en función de su patrón de fragmentación, el cual puede ser comparado con información contenida en una base de datos de espectros de masas para su identificación preliminar. La identificación definitiva, así como la cuantificación de cada sustancia debe hacerse mediante el empleo de sustancia de referencia.

#### **2.21.3.2. Material de vidrio.**

- Pera de decantación,
- Balón de 2 dm<sup>3</sup> de capacidad, con tapa esmerilada,
- Vaso de precipitado,
- Desecador de vidrio,
- Embudo de vidrio,
- Luna de reloj.

#### **2.21.3.3. Material plástico.**

- Frasco de 20cm<sup>3</sup>.

#### **2.21.3.4 Material de Metal.**

- Soporte universal,
- Espátulas, Pinzas,
- Escofina.

#### **2.21.3.5 Material de filtración.**

- Papel de filtro,
- Algodón.

#### **2.21.3.6 Reactivos.**

- Éter de petróleo,
- Sulfato de sodio anhidro,
- Alcohol etílico.

#### **2.21.3.7 Materiales de Bioseguridad.**

- Máscaras,
- Guantes.
- Mandil.

## 2.22. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.

La técnica de cromatografía de gases de alta resolución acoplado a un espectrómetro de masas proporciona como información, la intensidad del pico que por integración de áreas da el porcentaje en que se halla cada constituyente presente en el aceite esencial.

El cromatograma señala el tiempo de retención (TR) de cada constituyente que permite diagnosticar de qué constituyente se trata. En el espectro de masa puede observarse el pico padre del constituyente aislado, lo que indica el peso molecular del constituyente; de este modo se puede determinar cuál es su forma química y su nombre internacional.

## 2.23. ASPECTOS ÉTICOS.

El estudio considera la recolección de aproximadamente 500 gramos de muestra. Se utilizó troncos muertos caídos de *Swartzia polyphylla* A.P.C (cumaceba) para obtener el duramen por lo que no involucra la depredación de la especie. Con el aceite esencial no se va a realizar pruebas de bioactividad con animales ni seres humanos. Los reactivos a utilizar son a escala de laboratorio por lo que no son una amenaza para el medio ambiente.

## CAPITULO III

### RESULTADOS

#### 3.1. REDUCCIÓN DEL DURAMEN A POLVO FINO.

La reducción del duramen se realizó utilizando 250 g de la muestra de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba); se redujo a polvo fino con escofina, se pasó el polvo fino por malla de 35 Astm, y de este polvo fino se tomó 200 g.

#### 3.2. EXTRACCIÓN DE LA CONCRETA.

Se trasvasó 200 g de polvo fino a un matraz de fondo redondo con boca y tapa esmeriladas, se agregó 300 ml de alcohol de 96° para macerar las células oleíferas de la muestra.

Se agregó 600 ml de éter de petróleo (bp-30-70) y se agitó a intervalos continuados por 10 horas, Se separó la fase etérea del afrecho embebido en alcohol. Se concentró la fase etérea en rotavapor 1/12 parte de su volumen (50 ml), se secó con sulfato de sodio anhidro para eliminar el agua excedente, se filtró y se dejó evaporar con éter de petróleo. Del filtrado se obtuvo una sustancia líquida oleífera oleosa como concreta en una cantidad de 5,5 g. Se repitió dos veces más el procedimiento, en la siguiente tanda se obtiene 5,48 g y en la tercera tanda 5,49 g; en total se obtuvo 16,47g, equivalente a un resultado promedio de 5,40 g.

#### 3.3. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD.

Se usó el método del picnómetro. Se tomó el picnómetro Weld de 5 cm<sup>3</sup> de capacidad sembrada a 20°C.

**Se procedió del modo siguiente:**

Para determinar el volumen del picnómetro se hirvió 100 cm<sup>3</sup> de agua destilada y se dejó enfriar a temperatura ambiente. Se lavó el picnómetro con detergente y se dejó enfriar a temperatura ambiente.

De la muestra de concreta se pesó 21 g en balanza analítica, se llevó el picnómetro con agua destilada hervida y fría a la temperatura de 30°C, equivalente a 0,985g/cm de densidad. Usando la ecuación:

$$\rho = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}}, \text{ se calculó el volumen. } v = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}}$$

1. Peso del picnómetro lleno con concreta de cumaceba = 26,10 – peso del picnómetro = 21,00 - peso de la concreta de cumaceba = 5,10
  2. Peso del picnómetro lleno con concreta de cumaceba = 26,35 - peso del picnómetro = 21,00 - peso de la concreta de cumaceba = 5,35
- $\rho$  del  $\text{H}_2\text{O}$  a 30°C = 0,985. Cálculo del volumen del picnómetro Weld:

$$v = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}} \quad v = \frac{5,8}{0,995} = 5,12 \text{ cm}^3$$

$$f \text{ concreta} = \frac{\text{peso del aceite esencial de cumaceba}}{\text{volumen del picnómetro}}$$

$$f \text{ concreta} = \frac{5,35}{5,126} = 1,044 \text{ g/cm}^3$$

Peso promedio del aceite esencial obtenido en tres tandas.  $\frac{5,50+5,48+5,49}{3} = 5,49$

Peso de polvo fino de cumaceba = 200 g

$$\% = \frac{5,49}{200} \times 100 = 2,745$$

### 3.4. ELUCIDACIÓN DE LOS CONSTITUYENTES DEL ACEITE ESENCIAL DE CUMACEBA.

#### 3.4.1. Cromatografía de capa fina (TLC).

Se usó cromatografía de sílicagel  $\text{F}_2\text{S}_4$ , se corrió la placa en cromatocabina usando como solvente de resolución benceno: cloroformo (1: 1), después de la corrida que duró 40 minutos, se secó la placa, se roció con bromo, no identificándose respuesta alguna de color para monoterpenos; se probó con el revelador UV visible 366 a 254 nm y no se observó señal alguna; finalmente se roció la placa con ácido sulfúrico concentrado y tampoco se observó respuesta cromagénica para monoterpenos. Luego se preparó otro cromatofolio de



sílicagel F<sub>2</sub>S<sub>4</sub>, se corrió en mezcla de benceno: acetato de etilo y se obtuvo por resolución en lámpara UV visible 366 a 254 nm, dos manchas coloreadas a valores de reacciones por ciento de 35 y 70, que por comparación con valores de la lectura corresponde a sesquiterpenos<sup>(25)</sup>.

### **3.4.2. ANÁLISIS DEL ACEITE ESENCIAL POR CROMATOGRAFÍA DE GASES DE ALTA RESOLUCIÓN ACOPLADO A UN ESPECTRÓMETRO DE MASAS.**

La concreta obtenida se remitió a la unidad de investigación de Productos Naturales de la Universidad Peruana “Cayetano Heredia” de Lima.

La muestra se corrió en un cromatógrafo de gases digitales Thecnologies 7890 con un detector de espectrometría de masas Agelents Technologies 5975C, que consta de una columna DB-5 ms, 325°C, 60m x 250 micrómetros x 0.25 micrómetros.

La rampa de temperatura va de 100°C por minuto, 0.5°C/min hasta 160°C por 254 minutos y finalmente 20°C/ minutos hasta 300°C, manteniéndose por 100 minutos.

- El tiempo de corrido fue de 163 minutos.
- El volumen de inyección de muestra fue de 5 microlitros.
- El Split (división entre pico y pico), 100.
- El gas portador es helio que se desplaza a un caudal de 1ml/min.
- El detector es un espectrómetro de masas Agilent 5975C.
- La muestra fue 20 microlitros disuelto en 1ml de diclorometano.

### **3.5. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS FISICOQUÍMICAS.**

- Rendimiento del aceite esencial (concreta) de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba)
- % rendimiento = 2,745
- TLC. Rf x100 = 35, Rf x 100 = 70
- Color de concreta: amarillo oscuro ,Consistencia; oleosa, Densidad: 1,044g/cm<sup>3</sup>

### 3.6 CONSTITUYENTES QUÍMICOS DEL ACEITE ESENCIAL (CONCRETA) ANALIZADA EN HRGC-MS

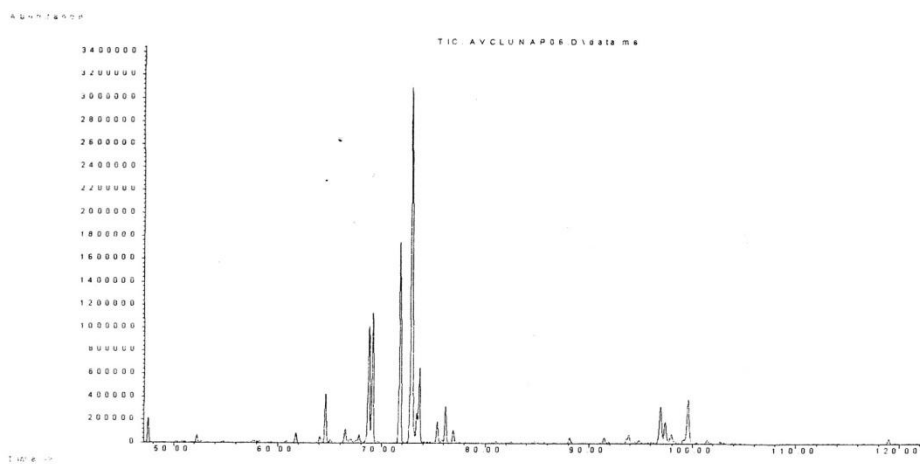
#### ACEITE ESENCIAL AV-CL-UNAP

Se identificaron 24 compuestos que comprenden el 100% de la composición total del aceite esencial.

Número	Nombre del compuesto (NIST08.L)	t <sub>R</sub> (min)	% en la muestra (áreas relativas)
1	Copaeno	47.54	1.48
2	10,10-dimetil-4-acetil-triciclo[5.2.1.0(1,5)]decano	52.25	0.48
3	Alloaromadendreno	61.76	0.68
4	β-Cadineno	64.06	0.43
5	γ-Muuroleno	64.62	3.45
6	Desconocido (C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O)	66.52	0.98
7	Isoledeno	68.75	9.30
8	α-Muuroleno	69.12	9.38
9	γ-Cadineno	71.82	15.70
10	δ-Cadineno	72.93	30.75
11	Calameneno	73.39	2.00
12	Isoledeno	73.64	5.55
13	1,2,3,4,4a,7-hexahidro-1,6-dimetil-4-(1-metiletil)-Naftaleno	75.41	1.61
14	[1S-(1α.,4α,β., 8 α,α.)]-1,2,4α,5,6,8α-hexahidro-4,7-dimetil-1-(1-metiletil)-Naftaleno	76.21	2.82
15	α-Calacoreno	76.97	0.91
16	Guaiol	88.11	0.49

17	Desconocido (C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O)	91.46	0.43
18	Cubenol	93.90	1.06
19	(+)-Epi-biciclosquifelandreno	96.96	3.83
20	γ-Cadinol	97.40	2.25
21	(-)-δ-Cadinol	97.94	1.06
22	α-Cadinol	99.58	4.71
23	Eremofileno	101.46	0.23
24	Desconocido (C <sub>20</sub> H <sub>30</sub> O <sub>5</sub> )	118.98	0.41

**Cromatograma de GC-MS del aceite esencial AV-CL-UNAP**



Según el programa NIST 0,8.L que identifica por espectrometría de masas, los picos que el HRGC-MS resuelve, se puede señalar lo siguiente:

- A un tiempo de retención (Tr) de 47,54 minutos se observa un pico que corresponde al copaeno cuya abundancia en el aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) es de 1,48%.
- A un tiempo de retención (Tr) de 52,25 minutos se observa un pico que corresponde al 10,10-dimetil-4-acetil-triciclo [5.2.1.0(1.5)] decano, cuya abundancia en el aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) es de 0,48%.
- A un tiempo de retención (Tr) de 61,76 minutos se observa un pico que corresponde al alloaromadendreno cuya abundancia en el aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) es de 0,68%.
- A un tiempo de retención (Tr) de 64,06 minutos se observa un pico que corresponde al β-cadineno cuya abundancia en el aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) es de 0,43%.
- A un tiempo de retención (Tr) de 64,62 minutos se observa un pico que corresponde al t-muuroleno cuya abundancia en el aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) es de 3,45%.
- A un tiempo de retención (Tr) de 66,52 minutos se observa un pico que corresponde al desconocido  $C_{15}H_{26}O$  cuya abundancia en el aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) es de 0,98%.
- A un tiempo de retención (Tr) de 68,75 minutos se observa un pico que corresponde al isoledeno cuya abundancia en el aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) es de 9,30%.

- A un tiempo de retención (Tr) de 69,12 minutos se observa un pico que corresponde al  $\alpha$ -muuroleno cuya abundancia en el aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) es de 9,38%.
- A un tiempo de retención (Tr) de 71,82 min se observa un pico que corresponde al t-cadineno cuya abundancia en el aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) es de 15,70%.
- A un tiempo de retención (Tr) de 72,93 minutos se observa un pico que corresponde al  $\infty$ -cadineno cuya abundancia en el aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) es de 30,75%.
- A un tiempo de retención (Tr) de 73,39 minutos se observa un pico que corresponde al calameneno cuya abundancia en el aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) es de 2,00%.
- A un tiempo de retención (Tr) de 73,64 minutos se observa un pico que corresponde al isoledeno cuya abundancia en el aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) es de 5,55%.
- A un tiempo de retención (Tr) de 75,41 minutos se observa un pico que corresponde al 1, 2, 3, 4,4<sup>a</sup>,7-hexahidro-1,6-dimetil-4-(1-metiletil)-naftaleno cuya abundancia en el aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) es de 1,61%.
- A un tiempo de retención (Tr) de 76,21 minutos se observa un pico que corresponde al [1S-(1 $\alpha$ , 4 $\alpha$ ,  $\beta$ , 8 $\alpha$ ,  $\alpha$ )]-1, 2,4 $\alpha$ , 5, 6,8 $\alpha$ -hexahidro-4,7-dimetil-1-(1-metiletil)-naftaleno cuya abundancia en el aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) es de 2,82%.

- A un tiempo de retención (Tr) de 76,97 minutos se observa un pico que corresponde al  $\alpha$ -calacoreno cuya abundancia en el aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) es de 0,91%.
  
- A un tiempo de retención (Tr) de 88,11 minutos se observa un pico que corresponde al guaiol cuya abundancia en el aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) es de 0,49%.
  
- A un tiempo de retención (Tr) de 91,46 minutos se observa un pico que corresponde al desconocido ( $C_{15}H_{26}O$ ) cuya abundancia en el aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) es de 0,43%.
  
- A un tiempo de retención (Tr) de 93,90 minutos se observa un pico que corresponde al cubenol cuya abundancia en el aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) es de 1,06%.
  
- A un tiempo de retención (Tr) de 96,96 minutos se observa un pico que corresponde al (+)-Epi-biciclosesquifelandreno cuya abundancia en el aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) es de 3,83%.
  
- A un tiempo de retención (Tr) de 97,40 minutos se observa un pico que corresponde al t-cadinol cuya abundancia en el aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) es de 2,25%.
  
- A un tiempo de retención (Tr) de 97,94 minutos se observa un pico que corresponde al (-)-o-cadinol cuya abundancia en el aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) es de 1,06%.

- A un tiempo de retención (Tr) de 99,58 minutos se observa un pico que corresponde al  $\alpha$ -cadinol cuya abundancia en el aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) es de 4,71%.
  
- A un tiempo de retención (Tr) de 101,46 minutos se observa un pico que corresponde al eremofileno cuya abundancia en el aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) es de 0,23%.
  
- A un tiempo de retención (Tr) de 118,98 minutos se observa un pico que corresponde al desconocido ( $C_{20}H_{30}O_5$ ) cuya abundancia en el aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) es de 0,41%.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De la lectura del cromatograma GC-MS del aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba), se encontraron presentes 22 constituyentes de naturaleza sesquiterpenoide. El sesquiterpeno isoledeno muestra en el cromatograma dos tiempos de retención (Tr), a 68,75 minutos y a 73,64 minutos con una abundancia en el primer caso de 9,30% y en el segundo caso de 5,55%; este fenómeno también se presentó en la cromatografía de capa fina, lo que es debido al grado de absorción de las moléculas del absorbente compactado en la columna capilar.

En el cromatograma se observa un altísimo grado de resolución del equipo al detectar la presencia de un diterpeno *desconocido* ( $C_{20}H_{30}O_5$ ) que fue aislado con éter de petróleo durante el tratamiento de la muestra de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba); esto se debería a que se trate de un componente de baja polaridad; éste se separó a un tiempo de retención (Tr) de 118,98 minutos por tratarse de una molécula  $C_{20}$  de mayor peso molecular que los  $C_{15}$  y cuya presión de vapor es bajísima, que suele suceder cuando la presión de vapor de una sustancia es mayor y se volatiliza rápidamente. Sin embargo, se encontraron compuestos volátiles con alta presión de vapor de resolución o menor tiempo de retención (Tr), como es el caso del capaeno que tiene un valor de tiempo de retención de 47,54 minutos, comparado con el diterpeno que tiene un tiempo de retención de 118,98 minutos.



## CONCLUSIONES

El aceite esencial (concreta) de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) posee 22 componentes aromáticos de naturaleza sesquiterpenoide (estructura C<sub>15</sub>) y no presenta constituyentes de naturaleza monoterpenoide.

El aceite esencial (concreta) de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) por su naturaleza sesquiterpenoide, puede ser utilizado como fijador de olores en la industria perfumística debido a su relativamente baja presión de vapor en relación con los monoterpenoides, lo que hace que tenga mayor persistencia, propiedad fisicoquímica importante que debe tener un perfume: carácter e intensidad.

Los constituyentes oleoríferos encontrados en mayor abundancia, fueron:

- $\infty$ -cadineno: 30,75%
- t-cadineno: 15,70%
- isoledeno: 5,55%.

En consecuencia, el carácter que posee el aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) está dado por la mezcla de  $\infty$ -cadineno, t-cadineno, isoledeno.

El rendimiento del aceite esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) es relativamente alto (2,745%) en comparación con el aceite de rosa que siendo el más importante aceite esencial en el mundo, solo tiene 0,11% de rendimiento.

## RECOMENDACIONES.

- Que se promueva el cultivo de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba) como materia prima para la industria perfumística pues su aceite esencial tiene condiciones inmejorables como fijador para la fabricación de perfumes.
- De los resultados desconocidos por el Análisis de por cromatografía de gases de alta resolución acoplado a un espectrómetro de masas **se recomienda realizar su estudio con el METODO DE RESONANCIA MAGNETICA NUCLEAR para su identificación química.**
- Promover su aplicación para fines curativos en aromaterapia, para el estrés, depresión, dolores artríticos como anteriormente lo practicaban los ancestros .
- Impulsionar a los profesionales al estudio de sus demás componentes químicos de la cumaceba, para poder tener conocimientos sobre sus posibles beneficios y aportes hacia la salud de la población.
- Realizar mejoras para el buen manejo y abono de la planta a fin de que tenga un adecuado crecimiento y reproducción

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Martins A. Isolation and structure elucidation of sesquiterpenoides from the essential oils of some liverworts (hepaticae) Hamburg 2005. Disponible en: [www.ediss.sub.uni-hamburg.de/volltexte/2005/pdf/diss.pdf](http://www.ediss.sub.uni-hamburg.de/volltexte/2005/pdf/diss.pdf)  
[En español: visitada el 15 Jul 2014]
- 2) González, A. Tesis: Obtención de aceites esenciales y extractos etanólico de plantas del amazonas Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales Departamento de ingenieríaquímica2004. Disponible en: [www.bdigital.unal.edu.co/1173/1/angelaandreagonzalezvilla.2004.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/1173/1/angelaandreagonzalezvilla.2004.pdf)  
[En español: visitada el 22 Jul 2014]
- 3) Rivera, D. Caracterización de aceites esenciales por cromatografía de gases de tres especies del género piper y evaluación de la actividad citotóxica Guatemala, Mayo 2008. Disponible en: [www.bdigital.unal.edu.co/6369/1/7408505.2008.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/6369/1/7408505.2008.pdf)  
[En español: visitada el 10 Jul 2014]
- 4) Lukasz Cieśla and Monika Waksmundzka-Hajnos Two-dimensional thin-layer chromatography in the analysis of secondary plant 3 metabolites 2008 Journal of Chromatography A doi:10.1016/j.chroma.2008.12.057. Disponible en: [www.researchgate.net/publication/23788446\\_Two-dimensional\\_thin-layer\\_chromatography](http://www.researchgate.net/publication/23788446_Two-dimensional_thin-layer_chromatography). Pdf

[En español: visitada el 18 Jul 2014]

- 5) Vásquez Martínez, Rodolfo. Plantas útiles de la Amazonía peruana I, proyecto flora del Perú. Iquitos. Perú 1989.
- 6) Pybus, David H. The Chemistry of Fragrance. Editorial. Royal Society of chemistry, U.K 1999. Disponible en:  
[www.researchgate.net/profile/Michael\\_Zviely/publication/228046468\\_Aroma\\_Chemicals\\_II\\_Hett](http://www.researchgate.net/profile/Michael_Zviely/publication/228046468_Aroma_Chemicals_II_Hett). [En español: visitada el 31 May2014]
- 7) Domínguez, X. Método de investigación fitoquímica. Ed. Limosa México.1974
- 8) Jounal, M. reportado estudio terapéutico aroma, droga psicoactiva que alivia la depresión y la ansiedad en ratones. FASEB 2008.
- 9) López J, Gómez, V. Aislamiento de Biochanina A de *Swartzia polyphylla*. Tesis por optar el Título de Químico Farmacéutico – UNAP, Perú2010
- 10) Alberto Marco, J. Química de los Productos Naturales Ed. Síntesis-España 2006.
- 11) Bruneton, Jean. Elementos de Fitoquímica y Farmacognosia Ed. Acribia S.A. España 1991
- 12) Dabrio, M.V. Cromatografía de gases. -Ed. Alhambra. España 1971.
- 13) Daniels and Alberty. Experimental Physical chemistry. Ed. Mc. Graw Hill Bock Company Inc. USA 1962. Disponible en:  
[https://archive.org/stream/experimentalphys031025mbp/experimentalphys031025mbp\\_djvu.txt](https://archive.org/stream/experimentalphys031025mbp/experimentalphys031025mbp_djvu.txt) [En español: visitada el 22May2014]
- 14) Devling, John P. Personnel communication Perú Botanical S.R.L. Iquitos-Perú2000. Disponible en: <http://www.docstoc.com/docs/142319305/Conference-Booklet---FSDL>. [En español: visitada el 25 May2014]

- 15) Harborne, J.B. Phytochemical Methods. Ed. Chapman Hall U.K 1982. Disponible en: <http://www.springer.com/life%2Bsciences/plant%2Bsciences/book/978-0-412-57260-9>. [En español: visitada el 05 Jul 2014]
- 16) Judd Campbell, Kellogg, Stevens, Donoghue Plants Systematics, Aphylogenetics Approach. Ed. Sinauer Assoc. Inc. Publisher. USA 2002. Disponible en: [http://www.amazon.com/Plant-Systematics-Phylogenetic Approach - Edition/dp/0878934073](http://www.amazon.com/Plant-Systematics-Phylogenetic-Approach-Edition/dp/0878934073) [En español: visitada el 11 Jul 2014]
- 17) Masada, Yoshiro. Analysis of Essential oil by Chromatography and Mass spectrometry. Editorial John Wiley and Sons. Inc. N.Y. USA. 1965. Disponible en: [www.aliexpress.com/](http://www.aliexpress.com/) [En español: visitada el 20 Jul 2014]
- 18) Napralet. Natural Products Alert. Illinois. USA 2005. Disponible en: [www.scielo.br/pdf/bjmbr/v38n7/v38n7a15.pdf](http://www.scielo.br/pdf/bjmbr/v38n7/v38n7a15.pdf). [En español: visitada el 09 Jul 2014]
- 19) Styer I. Berg J, Timoczko, J.L. Bioquímica. Ed. Reverte. España 2002.
- 20) Osawa K. Proyecto, Determinación de la actividad antibacteriana de los Isoflavonoides presentes en el duramen de *Swartzia polyphylla* DC., frente a bacterias cariogénicas como *Mutansstreptococci*. España 1992.
- 21) Devlin Jhon P. microbotánica inc. P.O box 160; newmilford, Connecticut 06776. USA, 1988. Disponible en: [www.locatefamily.com/D/DEV/DEVLIN-53.html](http://www.locatefamily.com/D/DEV/DEVLIN-53.html) [En español: visitada el 17 Jul 2014]
- 22) Axel y Buck. Identificación de los receptores olfativos de los aceites esenciales en rata y ratón Panama, 1991
- 23) Montoya H. L. M., Cultivo de tejidos vegetales. Universidad Nacional de

Colombia, Seccional Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Agronomía 1991.

24) Gottliet Bill. Curas Alternativas. Ed Radale U.S.A. 2002. Disponible en: [www.locatefamily.com/D/DEV/DEVLIN-53.html](http://www.locatefamily.com/D/DEV/DEVLIN-53.html) [En español: visitada el 20 Oct 2014]

25) Laszlo Pierre y Riveire Sylvie, Perfume, Arte y ciencia, Ed Springer- verleg Heilderberg Germany 1969.

**26. ANEXOS.**



Tronco muerto de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba).



IMAGEN 1:

✚ Pedazo del duramen en polvo fino.





IMAGEN 2:

✚ Pesando la muestra.



IMAGEN 3: COLOCANDO la muestra en el balón para su extracción con éter de petróleo



IMAGEN 5: Balón concentrado con alcohol etílico y se extrae con éter de petróleo.



IMAGEN 6: Separación de la fracción etérea.



IMAGEN 7: Añadiendo sulfato de sodio anhidro.



IMAGEN 8:El filtrado se concentra en rotavapor y se destila en el destilador.



IMAGEN 9: Separando el aceite puro.



➤ IMAGEN 10: Aceite puro esencial de *Swartzia polyphylla* A.P.C. (cumaceba)



UNIVERSIDAD PERUANA  
CAYETANO HEREDIA

Facultad de Ciencias y Filosofía Alberto Cazorla Talleri

## UNIDAD DE INVESTIGACIÓN EN PRODUCTOS NATURALES

### Informe de resultados

**Solicitante:** Ing. Julio Arce Hidalgo  
**Muestras:** Aceite esencial AV-CL-UNAP  
**Análisis:** Composición química de aceite esencial por  
Cromatografía de gases acoplada a espectrometría  
de masas  
**Fecha de entrega de Resultados:** 3 Setiembre 2014

---

## RESULTADOS

En las páginas 2 a 4 del presente informe.

Atentamente,

---

**Dra. Rosario Rojas Durán**  
Unidad de Investigación en Productos Naturales  
LID-Laboratorio 209  
e-mail: [rosario.rojas@upch.pe](mailto:rosario.rojas@upch.pe)  
página web: [www.uipn-upch.pe](http://www.uipn-upch.pe)  
Teléfono: 51-1-3190000 Anexo 2705

Av. Honorio Delgado Nº 430 Lima 31 - Apartado Postal 4314 Lima 100, PERÚ  
☎ Central: 319-0000 / 482-0252 Anexo: 2401 - 2402 Fax: 382-1762  
email: [fcs1@upch.edu.pe](mailto:fcs1@upch.edu.pe) / [fcs2@upch.edu.pe](mailto:fcs2@upch.edu.pe)

### ACEITE ESENCIAL AV-CL-UNAP

Se identificaron 24 compuestos que comprenden el 100% de la composición total del aceite esencial.

Número	Nombre del compuesto (NIST08.L)	t <sub>R</sub> (min)	% en la muestra (áreas relativas)
1	Copaeno	47.54	1.48
2	10,10-dimetil-4-acetil-triciclo[5.2.1.0(1,5)]decano	52.25	0.48
3	Alloaromadendreno	61.76	0.68
4	β-Cadineno	64.06	0.43
5	τ-Muuroleno	64.62	3.45
6	Desconocido (C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O)	66.52	0.98
7	Isoledeno	68.75	9.30
8	α-Muuroleno	69.12	9.38
9	τ-Cadineno	71.82	15.70
10	δ-Cadineno	72.93	30.75
11	Calameneno	73.39	2.00
12	Isoledeno	73.64	5.55
13	1,2,3,4,4a,7-hexahidro-1,6-dimetil-4-(1-metiletil)-Naftaleno	75.41	1.61
14	[1S-(1α.,4α,β., 8 α,α.)]-1,2,4α,5,6,8α-hexahidro-4,7-dimetil-1-(1-metiletil)-Naftaleno	76.21	2.82
15	α-Calacoreno	76.97	0.91
16	Guaiol	88.11	0.49

IMAGEN 11:

### ACEITE ESENCIAL AV-CL-UNAP

Se identificaron 24 compuestos que comprenden el 100% de la composición total del aceite esencial.

Número	Nombre del compuesto (NIST08.L)	t <sub>R</sub> (min)	% en la muestra (áreas relativas)
1	Copaeno	47.54	1.48
2	10,10-dimetil-4-acetil-triciclo[5.2.1.0(1,5)]decano	52.25	0.48
3	Alloaromadendreno	61.76	0.68
4	β-Cadineno	64.06	0.43
5	τ-Muuroleno	64.62	3.45
6	Desconocido (C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O)	66.52	0.98
7	Isoledeno	68.75	9.30
8	α-Muuroleno	69.12	9.38
9	τ-Cadineno	71.82	15.70
10	δ-Cadineno	72.93	30.75
11	Calameneno	73.39	2.00
12	Isoledeno	73.64	5.55
13	1,2,3,4,4a,7-hexahidro-1,6-dimetil-4-(1-metiletil)-Naftaleno	75.41	1.61
14	[1S-(1α.,4α,β., 8 α,α.)]-1,2,4α,5,6,8α-hexahidro-4,7-dimetil-1-(1-metiletil)-Naftaleno	76.21	2.82
15	α-Calacoreno	76.97	0.91
16	Guaiol	88.11	0.49



