

**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS  
NATURALES Y DEL AMBIENTE**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

OBTENCIÓN DE ACEITES ESENCIALES A PARTIR DE PINO (*Pinus*),  
EUCALIPTO (*Eucalyptus*), MENTA (*Mentha*), CALÉNDULA (*Caléndula  
officinalis*), Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE UNA CREMA  
CON FINES TERAPÉUTICOS

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial  
Otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias  
Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agroindustrias

**AUTORES:**

Pupiales Martínez Sara Aurora

Torres Cando Tahina Elizabeth

**TUTOR:**

Ing. Juan Gaibor Chávez PhD

**GUARANDA-ECUADOR**

**2023**

**Certificado de Aprobación del Tutor**

OBTENCIÓN DE ACEITES ESENCIALES A PARTIR DE PINO (*Pinus*),  
EUCALIPTO (*Eucalyptus*), MENTA (*Mentha*), CALÉNDULA (*Caléndula  
officinalis*), Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE UNA CREMA CON  
FINES TERAPÉUTICOS

**REVISADO Y APROBADO POR:**



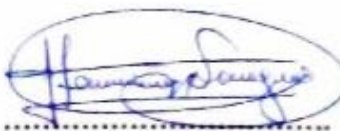
**Ing. Juan Gaibor Chávez PhD**

**TUTOR**



**Ing. Franz Patricio Verdezoto Mendoza**

**PAR LECTOR(A)**



**Ing. Herminia Sanaguano PhD**

**PAR LECTOR(A)**

**Hoja de Declaración de Autoría**

**CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA**

Yo, Sara Aurora Pupiales Martínez, con CI:0402037311 y Tahina Elizabeth Torres Cando, con CI:1805254669, declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor (es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.



  
.....

Sara Aurora Pupiales Martínez

CI: 0402037311

  
.....

Tahina Elizabeth Torres Cando

CI:1805254669

  
.....

Ing. Juan Gaibor Chávez PhD

CI: 0201051687



**Notaria Tercera del Cantón Guaranda**  
*Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez*  
Notario



No. ESCRITURA 20240201003P00204

**DECLARACION JURAMENTADA  
OTORGADA POR:**

TAHINA ELIZABETH TORRES CANDO  
SARA AURORA PUPIALES MARTÍNEZ  
CUANTIA INDETERMINADA  
FACTURA: 001-002-000012494  
DI: 2 COPIAS

En la ciudad de Guaranda, capital la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día veinticinco de enero de dos mil veinticuatro, ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, comparecen las señoritas TAHINA ELIZABETH TORRES CANDO, soltera, domiciliada en el cantón Pelileo, provincia de Tungurahua y de paso por este lugar, con celular número 0995424743, correo electrónico [tahinatorres98@gmail.com](mailto:tahinatorres98@gmail.com), y, SARA AURORA PUPIALES MARTÍNEZ, soltera, domiciliada en el cantón Tulcán, provincia de Carchi y de paso por este lugar, con celular número 0998122873, correo electrónico [martinesaurora77@gmail.com](mailto:martinesaurora77@gmail.com), por sus propios derechos. Las comparecientes son de nacionalidad ecuatoriana, mayores de edad, hábiles e idóneas para contratar y obligarse a quienes de conocerlas doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana, bien instruidas por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertidas de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presentan su declaración Bajo Juramento que dicen: **DECLARAMOS QUE EL PRESENTE PROYECTO DE TITULACIÓN DENOMINADO: OBTENCIÓN DE ACEITES ESENCIALES A PARTIR DE PINO (*Pinus*), EUCALIPTO (*Eucalyptus*), MENTA (*Mentha*), CALÉNDULA (*Caléndula officinalis*), Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE UNA CREMA CON FINES TERAPÉUTICOS**, previa la obtención del título de Ingeniera en Agroindustrias, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, de la Universidad Estatal de Bolívar, es de nuestra autoría, este documento no ha sido previamente presentado por ningún grado de calificación profesional y que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas por las autoras. Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad, la misma que la hacemos para los fines legales pertinentes **HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA**. La misma que queda elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que les fue a las comparecientes por mí el Notario en unidad de acto, aquellas se afirman y se ratifican de todo lo expuesto y firman conmigo en unidad de acto, quedando incorporado al protocolo de esta Notaría, la presente declaración, de todo lo cual doy fe.-

  
TAHINA ELIZABETH TORRES CANDO

C.C. 1805254669

  
SARA AURORA PUPIALES MARTÍNEZ

C.C. 0402037877

  
AB. HENRY ROJAS NARVAEZ  
NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA



NOMBRE DEL TRABAJO

**TESIS ACEITES ESENCIALES.docx**

AUTOR

**Tahina Torres Sara Pupiales**

RECuento DE PALABRAS

**24284 Words**

RECuento DE CARACTERES

**140840 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**128 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**4.1MB**

FECHA DE ENTREGA

**Jan 25, 2024 2:43 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jan 25, 2024 2:45 PM GMT-5**

● **4% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base

- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Base de datos de Internet
- Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de trabajos entregados



**Ing. Juan Gaibor Chávez PhD**

**e-mail: [jgaibor@ueb.edu.ec](mailto:jgaibor@ueb.edu.ec)**

**TUTOR**

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a Dios que sabe guiarme por un buen camino, que me da todas las fuerzas para seguir adelante sin desalentarme por los problemas que se me presentan, me enseña a afrontar las dificultades sin perder la dignidad. Gracias a mi madre y hermana, especialmente a mi madre, Gloria Martínez, por hacerme quien soy, por guiarme y brindarme apoyo incondicional, consejos, comprensión, amor y ayuda en momentos difíciles, y por brindarme los recursos de aprendizaje que necesitaba en el transcurso del estudio. Me dio todo como persona, mis principios, valores, carácter, determinación, perseverancia, coraje para lograr mis metas.

Gracias a mi hermana Yeraldi Merino y gracias a mi madrina Cristina Taramuel por sus palabras de aliento, complicidad y apoyo moral para no rendirme y seguir adelante. Gracias a mis compañeros por sus palabras de amistad, cariño, comprensión, por tenerme paciencia en el tiempo que necesitaba para desarrollar mi carrera. En conclusión, me gustaría agradecer a mi compañera de tesis Tahina Torres y a quienes creyeron en mí y cuya actitud me motivó más.

**Sara Aurora Pupiales Martínez**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de investigación lo dedico primeramente a Dios, a mis padres Luis Torres y Olga Cando por ser mis guías en la vida por ser los pilares fundamentales que con su amor, apoyo y sacrificio han logrado que pueda cumplir una meta más en mi vida por todos los valores que me han inculcado siempre, que no debo rendirme y siempre luchar por todos mis sueños. También dedico a mi hermano Lenin Torres que, asido mi mayor ejemplo para seguir adelante en la vida, quien con sus consejos ha sabido sacar lo mejor de mí. También dedico mi trabajo a mi prima Jimena Guato que siempre con su amor ha sabido guiarme y prepararme para la vida siendo un ejemplo de lucha y perseverancia. A mi Tía Rosalía Cando la persona que me vio crecer, guiar mis pasos con su amabilidad, amor y bondad que ha sabido como guiarme y luchar junto a mí para poder terminar un sueño.

A mi abuelita Amelia Curipallo que desde el cielo guía mis pasos, y para los más importante va dedicado para mis gatos Rafaelo Nikolo, Lulu y Mercedes que siempre me han acompañado en noches de desvelo largas, sin apartarse de mi lado que me brindo las fuerzas necesarias para continuar estudiando y a mi amiga y compañera de tesis Sarita Pupiales que ha sido una parte fundamental para cumplir con la meta establecida y prometida a todos con la bendición de Dios y la Virgen Santísima todo se puede lograr en la vida.

**Tahina Elizabeth Torres Cando**

## **AGRADECIMIENTO**

Principalmente agradezco a Dios por guiarme y darme la fuerza para seguir adelante. Agradezco profundamente a nuestro mentor, el Ingeniero Juan Gaibor Chávez, por su dedicación y paciencia; sin sus palabras y correcciones precisas no podríamos haber llegado a una etapa tan perfecta. Muchas gracias por tu orientación y todos tus consejos, siempre los recordaremos en nuestra futura carrera.

A lo largo de la vida universitaria, con los distintos docentes que han participado en nuestra formación profesional. Me gustaría agradecerles por todo el conocimiento que aportan a la vida de los estudiantes. Gracias también a la Universidad Estatal de Bolívar por todos los requisitos, pero a la vez nos ha permitido llegar al final de nuestras carreras, y agradezco a todos los responsables del campus por su esfuerzo, liderazgo y trabajo para ser la base y necesaria. condiciones para los estudios.

**Sara Aurora Pupiales Martínez**



## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a dios y a la virgen santísima por darme salud, vida fortaleza y sabiduría en todo momento en mi vida estudiantil para poder alcanzar cada una de mis metas propuestas. Doy gracias a mis padres Luis Torres y Olga Cando a mi hermano Lenin Torres, a mi prima Jimena Guato, mi tía Rosalía Cando y a mis gatos Rafaelo, Lulu y Mercedes por todo el apoyo incondicional brindado siempre, son mi motor de inspiración y pilar fundamental en mi vida. También doy gracias a mi abuelita que desde el cielo me cuida y guía mis pasos, mis amigos que se han convertido en mi segunda familia que me han apoyado en todo momento con mis estudios universitarios.

A la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente. Escuela de Ingeniería Agroindustrial, por darme la oportunidad de estudiar en esta prestigiosa institución y abrirme las puertas al aprendizaje durante estos años de estudios superiores como también a la culminación del mismo. A los docentes miembros del tribunal que guiaron mi investigación: Ingeniera Alim. Patricia Iza, directora de la Unidad de Integración Curricular; Doctora Herminia Sanaguano, Miembro del consejo directivo y par Evaluador, Evaluador 2 Ingeniero Frank Verdezoto, Miembro de consejo directivo; Ingeniero Fabián Bayas; quienes impartieron sus conocimientos y orientación durante la realización de este proyecto, en especial mi más profundo agradecimiento a mi tutor de tesis al Doctor Juan Gaibor Chávez por haber impartido todos sus conocimientos y a vernos guiado para llegar y cumplir la meta propuesta.

**Tahina Elizabeth Torres Cando**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTO.....	V
Resumen .....	XVII
Abstract.....	XVIII
CAPÍTULO I .....	1
1.1 Introducción .....	1
1.2 PROBLEMA.....	3
1.3. OBJETIVOS .....	5
1.3.1. Objetivo general .....	5
1.3.2. Objetivos específicos .....	5
1.4. HIPOTESIS .....	6
1.4.1. Hipótesis Nula (H0).....	6
1.4.2. Hipótesis Alternativa (Ha).....	6
CAPITULO II .....	7
2. Marco teórico .....	7
2.1 Materias primas.....	7
2.1.1 Pino ( <i>Pinus patula</i> ).....	7
2.1.2 Eucalipto ( <i>Eucalyptus</i> ).....	10
2.1.3 Menta ( <i>Mentha</i> ).....	13
2.1.4 Caléndula ( <i>Caléndula officinalis</i> ) .....	15
2.2 Proceso de extracción.....	19
2.2.1 Extracción Método Soxhlet.....	20
2.2.2 Extracción método de hidrodestilación .....	21
2.2.3 Extracción método de arrastre de vapor .....	22
2.3 Aceites esenciales.....	23

2.3.1 Características generales de los aceites esenciales .....	24
2.3.2 Clasificación de los aceites esenciales .....	25
2.3.3 Composición química de los aceites esenciales .....	25
2.3.4 Propiedades terapéuticas de los aceites esenciales .....	26
2.3.5 Aplicaciones de los aceites esenciales .....	26
2.3.6 Características físicas y químicas del aceite esencial .....	27
2.4 Cromatografía .....	28
2.5. Aplicación del aceite esencial .....	29
2.5.1 Actividad antioxidante de los aceites esenciales .....	29
2.5.2 Aceite esencial de Pino .....	30
2.5.3 Aceite esencial de Eucalipto .....	31
2.5.4 Aceite esencial de Menta .....	33
2.5.5 Aceite esencial de caléndula .....	34
2.6 Cremas .....	35
2.6.1 Cremas terapéuticas .....	36
2.6.2 Cremas nutritivas, humectantes, hidratantes, emolientes y reparatoras .....	36
2.6.3 Base de la crema de uso cosmético .....	37
2.7 In vitro .....	38
2.7.1 Que son las pruebas in vitro .....	39
2.7.2 Para qué sirven las pruebas in vitro .....	39
2.7.3 Las pruebas in vitro como pruebas en cremas terapéuticos .....	40
CAPITULO III .....	41
3. MARCO METODOLOGICO .....	41
3.1 Ubicación de la investigación .....	41
3.2. Situación geográfica y climática de la fase experimental .....	41

3.3. Zona de vida.....	42
3.4. Materiales y equipos.....	42
3.4.1 Material experimental (especies vegetales) .....	42
3.4.2 Material experimental (aceites esenciales) .....	42
3.4.3 Materiales de laboratorio .....	42
3.4.4 Materiales de bioseguridad .....	43
3.4.5 Materiales de oficina .....	43
3.4.6 Equipos .....	44
3.4.7 Reactivos.....	46
3.5. Métodos .....	47
3.5.1. Factores en estudio .....	47
3.5.2 Tratamientos .....	47
3.5.3. Características del experimento .....	48
3.6. Diseño experimental.....	48
3.7. Análisis estadístico.....	49
3.7.1 Pruebas de rangos múltiples.....	49
3.7.2 Análisis de Varianza (ANOVA) .....	50
3.8. Modelo del diseño de mezclas .....	50
3.9. Metodología experimental.....	50
3.9.1 Análisis físico químicos de las especies vegetales.....	51
3.10. Proceso de obtención de aceites esenciales por método de Soxhlet e Hidrodestilacion.....	51
3.10.1 Pasos proceso para la obtención de aceites esenciales por método de Soxhlet.....	51
3.10.2 Pasos Proceso para la obtención de aceites esenciales por método de Hidrodestilacion.....	53
3.10.3. Diagrama de proceso de la extracción de aceite esencial .....	54

3.11. Análisis de aceites esenciales.....	55
3.11.1 Análisis por cromatografía de gases de los aceites esenciales .....	55
3.12. Elaboración de crema terapéutica .....	56
3.12.1 Diagrama de flujo para la elaboración de crema con fines terapéuticos .....	57
3.13. Análisis de la crema con fines terapéuticos, prueba antiinflamatoria in-vitro .....	58
3.13.1 Preparación de las muestras .....	58
3.13.2 Preparación de soluciones Alsever, Buffer, Hipo-salina e Iso-salina	58
3.13.3 Alsever .....	58
3.13.4 Buffer .....	58
3.13.5. Solución hipo-salina .....	59
3.13.5. Solución iso-salina.....	59
3.13.6 Procedimiento del análisis de actividad antiinflamatoria in-vitro.....	59
CAPÍTULO IV.....	61
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	61
4.1 Análisis de las propiedades físicas y químicas de las materias primas .....	61
4.1.1 Propiedades físicas .....	61
4.2 Propiedades físicas y químicas de los aceites esenciales .....	62
4.3 Extracción de los aceites esenciales mediante Soxhlet e Hidrodestilación. 63	
4.3.1 Análisis de Varianza para la variable pH.....	63
4.3.3 Análisis de Varianza para Rendimiento de volumen .....	67
4.4.4 Análisis de Varianza para la variable de respuesta Índice de refracción .....	70
4.4.5 Análisis de Varianza para la variable de respuesta Densidad .....	74
4.5 Identificación de los compuestos volátiles por cromatografía de gases.....	78
4.6 Análisis de la Elaboración de la crema con fines terapéuticos .....	93

4.7 Análisis de las propiedades físicas presentes en la crema con fines terapéuticos.....	95
4.7.1 Análisis de varianza para la variable Olor .....	95
4.7.2 Análisis de varianza para la variable Color .....	96
4.7.3 Análisis de varianza para la variable Textura .....	97
4.7.4 Análisis de varianza para la variable Aceptabilidad.....	98
4.8 COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS .....	99
CAPITULO V .....	100
5.1 Conclusiones .....	100
5.2 Recomendaciones.....	101
BIBLIOGRAFÍA.....	102
ANEXOS.....	110

## ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Detalle	Pag
1	Planta de pino (pino patula)	7
2	Planta de Eucalipto	10
3	Planta de Menta (Mentha)	13
4	Planta de caléndula (caléndula officinalis)	16
5	Destilador de soxhlet	21
6	Destilador hidrodestilación	22
7	Aceites esenciales	23
8	Diagrama de proceso de la extracción de aceite esencial	54
9	Medias del Factor A en el pH	64
10	Medias del Factor B en el pH	64
11	Gráfico de interacciones para la variable de respuesta pH factor A	66
12	Gráfico de interacciones para la variable de respuesta pH factor B	66
13	Medias del Factor A de la variable rendimiento en volumen	67
14	Medias del Factor B de la variable rendimiento en volumen	68
15	Gráfico de interacciones la variable de respuesta Rendimiento en volumen Factor A	69
16	Gráfico de interacciones la variable de respuesta Rendimiento en volumen Factor B	70
17	Medias del Factor A de la variable Índice de refracción	71
18	Medias del Factor B de la variable Índice de refracción	72
19	Gráfico de interacciones la variable de respuesta índice de refracción Factor A	73
20	Gráfico de interacciones la variable de respuesta índice de refracción Factor B	74
21	Medias del Factor A de la variable Densidad	75
22	Medias del Factor B de la variable Densidad	76
23	Gráfico de interacciones la variable de respuesta Densidad Factor A	77
24	Gráfico de interacciones la variable de respuesta Densidad Factor B	77
25	Cromatograma Aceite esencial del tratamiento $\alpha 1$ (Pino)	78

<b>26</b>	Cromatograma Aceite esencial del tratamiento <i>a2</i> (Eucalipto)	82
<b>27</b>	Cromatograma Aceite esencial del tratamiento <i>a3</i> (Menta)	85
<b>28</b>	Cromatograma Aceite esencial del tratamiento <i>a4</i> Caléndula(HP-5MS)	89
<b>29</b>	Cromatograma Aceite esencial del tratamiento <i>a4</i> Caléndula(DB-WAXetr)	91
<b>30</b>	Gráfico de medias del % de Protección en relación a los Tratamientos	93
<b>31</b>	Medias del Factor A de la variable Textura	98
<b>32</b>	Pruebas de Múltiple Rangos para la variable Textura por Tratamientos	98



## ÍNDICE DE TABLAS

N°	Detalle	Pag
1	Descripción de la taxonomía Pino .....	8
2	Descripción de la taxonomía Eucalipto .....	11
3	Descripción de la taxonomía de Menta .....	14
4	Descripción de la taxonomía Caléndula .....	17
5	Ubicación del ensayo .....	41
6	Situación geográfica y climática de la fase experimental.....	41
7	Equipos .....	44
8	Factores de estudio .....	47
9	Tratamientos.....	47
10	Características del experimento .....	48
11	Análisis de Varianza.....	50
12	Diseño de mezclas .....	50
13	Análisis físico.....	51
14	Propiedades químicas de los aceites esenciales .....	55
15	Propiedades físicas, Humedad, Cenizas y Volátiles totales.....	61
16	Propiedades químicas: C, H, N, S.....	62
17	Propiedades químicas de los aceites esenciales .....	62
18	Análisis de Varianza para la variable de respuesta pH.....	63
19	Pruebas de Múltiple Rangos para la variable pH .....	65
20	Análisis de Varianza para la variable de respuesta Rendimiento en volumen .....	67
21	Pruebas de Múltiple Rangos para la variable de respuesta Rendimiento en volumen.....	68
22	Análisis de Varianza para la variable de respuesta Índice de refracción... 70	70
23	Pruebas de Múltiple Rangos para la variable de respuesta índice de refracción por factor A.....	72
24	Análisis de Varianza para la variable de respuesta Densidad.....	74
25	Pruebas de Múltiple Rangos para la variable de respuesta densidad por factor A y B .....	76
26	Compuestos del Aceite esencial de pino .....	79

<b>27</b>	Compuestos del Aceite esencial de eucalipto .....	82
<b>28</b>	Compuestos del Aceite esencial de menta .....	86
<b>29</b>	Compuestos del Aceite esencial de caléndula (HP-5MS) .....	89
<b>30</b>	Compuestos del Aceite esencial de caléndula (DB-WAXetr) .....	92
<b>31</b>	ANOVA para % de Protección por Tratamiento .....	93
<b>32</b>	Tabla de Medias para % de Protección por Tratamientos .....	94
<b>33</b>	Pruebas de Múltiple Rangos para % de Protección por Tratamientos .....	94
<b>34</b>	Análisis de Varianza para variable Olor .....	95
<b>35</b>	Medias del Factor A de la variable Olor.....	96
<b>36</b>	Pruebas de Múltiple Rangos para variable Olor por Factor A.....	96
<b>37</b>	Análisis de Varianza para la variable Color .....	96
<b>38</b>	Análisis de Varianza para la variable Textura .....	97
<b>39</b>	Análisis de Varianza para la variable Aceptabilidad.....	98

## **Índice de anexos**

<b>Nº</b>	<b>Detalle</b>
<b>1</b>	Mapa de ubicación de la investigación
<b>2</b>	Análisis físico químicos de las materias primas
<b>3</b>	Extracción de los aceites esenciales del pino, menta, eucalipto y caléndula
<b>4</b>	Análisis físico químicos de los aceites esenciales
<b>5</b>	Elaboración de la crema terapéutica
<b>6</b>	Análisis in-vitro de la crema terapéutica
<b>7</b>	Evaluación sensorial de la crema terapéutica
<b>8</b>	Ficha de evaluación sensorial
<b>9</b>	Etiqueta del producto final
<b>10</b>	Glosario de términos
<b>11</b>	Informes de los resultados del laboratorio general

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue aprovechar los aceites esenciales a partir del Pino (*Pinus*), Eucalipto (*Eucalyptus*), Menta (*Mentha*), Caléndula (*Calendula officinalis*), y su aplicación en la elaboración de una crema con fines terapéuticos. Se realizó una revisión bibliográfica acerca de las materias primas (hojas), los métodos de extracción de los aceites esenciales a través de la destilación por el método de Soxhlet e Hidrodestilación. La cromatografía de gases para la determinación del porcentaje de los compuestos químicos constituyentes los de los aceites esenciales y los modelos matemáticos que se pueden aplicar dentro del proceso de destilación. La materia prima se obtuvo de la zona central y norte de la ciudad de Guaranda-Ecuador. La parte experimenta se realizó en las instalaciones del laboratorio de investigación que está ubicado en la facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente. Se empleó el diseño completamente aleatorizado Ax<sub>B</sub> (4x2), con tres repeticiones, donde los factores de estudio fueron las especies vegetales con cuatro niveles, con el método de extracción con dos niveles. Se aplicó la destilación por el método de Soxhlet e Hidrodestilación con un proceso de extracción de 6 a 8 horas dependiendo de la especie vegetal y el tiempo de destilación por hidrodestilación es de 60 min y por Soxhlet es de 120 min. Las variables de respuesta fueron pH, densidad, índice de refracción, índice de acidez. Se obtuvo un volumen de 30 ml mediante hidrodestilación, el pH fue de (pino 4,52; eucalipto 6,62; menta 5,1; caléndula 6,13), la densidad fue de (pino 0,86; eucalipto 1,00; menta 0,91; caléndula 0,95), el índice de refracción fue (pino 1,48; eucalipto 1,46; menta 1,46; caléndula 1,45) y el índice de acidez fue (pino 1,1; eucalipto 3,11; menta 2,22; caléndula 2,24). Se identificaron los componentes principales en los aceites esenciales como son  $\alpha$ -Pinene, (D)- y L- $\beta$ -Pinene encontrados en el (pino, eucalipto y menta), Promane, 1,3-bis(octadecyloxy)- (caléndula). Para la elaboración de la crema terapéutica se tomó el mejor tratamiento acorde es el T4 (3,33% E, 90 % P, 3,33 %M y 3,33% C), por lo tanto, se realizó pruebas invitro mediante glóbulos rojos (sangre) para así obtener los resultados del antiinflamatorio en la crema terapéutica.

**Palabras claves:** Aceite Esencial, Destilación, Pinene, Glóbulos Rojos, Antiinflamatorio

## **ABSTRACT**

The objective of the research was to obtain essential oil from Pine (*Pinus*), Eucalyptus (*Eucalyptus*), Mint (*Mentha*), Calendula (*Calendula officinalis*), and its application in the preparation of a cream for therapeutic purposes. The raw material was obtained from the central and northern area of the city of Guaranda-Ecuador. A bibliographic review was carried out about the raw materials (leaves) and the methods used in the extraction process of essential oils, by the Soxhlet and Hydrodistillation method. The experimental part was carried out in the facilities of the research laboratory, which is located in the Faculty of Agricultural Sciences, Natural Resources and the Environment. A completely randomized experimental design AxB (4x2) was carried out, with three repetitions, where the study factors are: factor A plant species with four levels, factor B extraction method with two levels Soxhlet and Hydrodistillation. The time for hydrodistillation is 60 min and for Soxhlet is 120 min per treatment. The response variables were pH, volume yield, refractive index and density. A volume of 30 ml was obtained by hydrodistillation, the pH was (Pine 4.52; Eucalyptus 6.62; Mint 5.1 and Calendula 6.13), the density was (Pine 0.86; Eucalyptus 1.00; Mint 0.91; Calendula 0.95), the refractive index was (Pine 1.48; Eucalyptus 1.46; Mint 1.46; Calendula 1.45). A chromatography analysis was carried out on the essential oil treatments where the main components were identified as  $\alpha$ -Pinene, (D)- and L- $\beta$ -Pinene found in (Pine, Eucalyptus and Mint), Propane, 1, 3-bis(octadecyloxy)- (Calendula). To prepare the therapeutic cream, the best treatment was taken according to the A x B design, which is treatment T2 a1b2 (pine essential oil by hydrodistillation method). With a combination of the mixture design that is the T4 treatment (3.33% E, 90% P, 3.33%M and 3.33% C), therefore, in the analysis of the anti-inflammatory activity, a *in vitro* test, which consists of separating red blood cells (blood) to obtain the results of the cream for therapeutic purposes.

**Keywords:** Essential oil, Distillation, pinene, Red Blood Cells, Anti-inflammatory

# CAPÍTULO I

## 1.1 Introducción

La producción de aceites esenciales desempeña un papel crucial en diversos sectores. Es un motor económico importante que genera empleo y crecimiento, especialmente en la agroindustria, agricultura y la manufactura. Impulsa prácticas agrícolas sostenibles y apoya a comunidades rurales, aporta significativamente a su desarrollo económico y social. Esta agroindustria fomenta la innovación tecnológica en métodos de extracción y procesamiento, mejora en forma continua la eficiencia y la calidad de los productos. En el ámbito de la salud y el bienestar, los aceites esenciales son fundamentales, utilizados ampliamente en aromaterapia, medicina alternativa, productos de cuidado personal, terapéuticos entre los principales. Estimulan la investigación en áreas como la fitoquímica que es el sector que investiga a profundidad las propiedades de los aceites esenciales derivados de diferentes especies vegetales. Además, algunas prácticas de producción tienen un impacto positivo en la conservación del medio ambiente. Estos aceites también juegan un papel importante en la preservación de tradiciones y conocimientos culturales. Su mercado global facilita el comercio internacional y el intercambio cultural, resaltando su relevancia y versatilidad en la vida moderna.

En Ecuador, los aceites esenciales están categorizados en la partida arancelaria 3301. Abarca "Aceites esenciales, incluyendo los tipos concretos y absolutos; resinoides; oleorresinas, obtenidas por extracción; soluciones concentradas de aceites esenciales en grasas, aceites fijos, ceras, o materiales similares obtenidos mediante enflorado o maceración; subproductos terpénicos residuales del proceso de desterpenación de los aceites esenciales; destilados acuosos aromáticos y soluciones acuosas de aceites esenciales", Pro Ecuador (2020). Los aceites esenciales más exportados por el Ecuador incluyen aquellos derivados de ocotea, palo santo, ylang ylang y orégano, con Estados Unidos como su principal mercado, aunque también se dirigen a otros países como Hong Kong, Sri Lanka y Alemania. De acuerdo con un informe de Pro Ecuador, en el país existen 18 empresas enfocadas en la producción y exportación de estos aceites. En la actualidad, el mercado ecuatoriano ofrece una variedad de 62 aceites esenciales, provenientes de

diversas plantas, hierbas y árboles, los cuales se obtienen mediante técnicas de destilación o prensado en frío.

La extracción de aceites esenciales es un proceso, donde se emplean distintos métodos según la naturaleza del material vegetal. La destilación por vapor de agua es el método más común. Se reporta la extracción con solventes, es otra técnica, usada para plantas delicadas, aunque puede alterar ligeramente la composición química del aceite. Un enfoque más moderno es la extracción con dióxido de carbono supercrítico, que utiliza CO<sub>2</sub> a alta presión para obtener aceites puros y fieles a la planta original. Métodos más tradicionales como el enfleurage y la maceración son utilizados para flores y plantas donde otros métodos podrían ser demasiado agresivos, aunque son menos comunes debido a su mayor laboriosidad y coste. Cada método tiene sus particularidades, siendo elegido en función de preservar la esencia y las propiedades únicas de cada planta.

En el Ecuador existen una gran variedad de especies vegetales con potencial de ser considerados materias primas para la extracción de aceites esenciales. La agroindustria orientada a la extracción viene experimentando un significativo crecimiento en los últimos años, incentivada por el constante aumento de esta materia prima (aceite esencial), para ser utilizada en el sector de la aromaterapia, cosmética, alimentos y con fines terapéuticos.

Con la extracción de los aceites esenciales se pueden crear las cremas terapéuticas, permitiendo aliviar y mejorar las lesiones, dolores musculares y salud de la piel. Además, estas cremas están formuladas con ingredientes cuidadosamente seleccionados para brindar beneficios específicos, como propiedades antiinflamatorias, hidratación intensiva, entre otros. Es decir, las cremas de usos terapéuticos contienen diferentes principios activos que ayudan a tratar padecimientos de la piel o alivio en áreas específicas del cuerpo. Además, con el uso de estas cremas naturales permite remover las células muertas y también se toma en cuenta la actividad antibacteriana de varios aceites esenciales al ser utilizado como aditivo en las cremas o productos cosméticos (Luna, 2020).

## **1.2 PROBLEMA**

Los aceites esenciales son compuestos volátiles extraídos de plantas que capturan su esencia, aroma y propiedades terapéuticas. Estos aceites se obtienen a través de métodos como la destilación por vapor o la extracción mecánica, preservando la integridad de los compuestos aromáticos naturales de la planta. Debido a su alta concentración, poseen potentes cualidades aromáticas y en muchos casos terapéuticas, y se utilizan con diversos fines, desde aromatizantes y como medicamentos. Las especies vegetales más utilizadas en la extracción de aceites esenciales son aquellas que se ha comprobado que tienen propiedades específicas a ser aplicadas, tales como la Menta, Eucalipto, Naranja, Lavanda, entre las principales.

Existe limitada información científica acerca de la utilización de mezclas de aceites esenciales extraídos con fines terapéuticos a partir de: Pino (*Pinus*), Eucalipto (*Eucalyptus*), Menta (*Mentha*) y Caléndula (*Caléndula officinalis*). A esto se suma la extracción por Soxhlet e Hidrodestilación, que, a pesar de ser muy utilizada, es necesario abordar por ser técnicas que pueden ser implementadas a nivel de pequeñas empresas o emprendimientos.

### **1.2.1 Formulación del problema**

¿Cómo obtener aceites esenciales a partir de Pino (*Pinus*), Eucalipto (*Eucalyptus*), Menta (*Mentha*) y Caléndula (*Calendula officinalis*) y como aplicar en una crema con fines terapéuticos?

### **1.2.2 Sistematización del problema**

Para el desarrollo de esta investigación es necesario despejar interrogantes científicas metodológicas que ayudarán al cumplimiento del objetivo general, lo cual se planteó las siguientes preguntas de investigación:



¿Cuáles son las características físicas y químicas de las materias primas: Pino, Eucalipto, Menta y Caléndula?

¿Cuáles son las técnicas para la extracción de aceites esenciales a partir de las materias primas contempladas en el estudio?

¿Cómo determinar el mejor tratamiento al ser utilizado en la elaboración de una crema con fines terapéuticos?

¿Cuál es el mejor procedimiento para adicionar el aceite esencial obtenido en la elaboración de un producto agroindustrial (crema)?

¿Cómo determinar las propiedades antiinflamatorias de la crema?

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Obtener aceite esencial a partir de Pino (*Pinus*), Eucalipto (*Eucalyptus*), Menta (*Mentha*), Caléndula (*Caléndula officinalis*), y su aplicación en la elaboración de una crema con fines terapéuticos.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Caracterizar físico y químicamente las materias primas (Especies vegetales)
- Obtener aceites esenciales mediante el método extracción Soxhlet e Hidrodestilación
- Determinar cuál es el mejor tratamiento de los aceites esenciales obtenidos mediante pruebas físicas y químicas
- Utilizar como aditivo el aceite obtenido en la elaboración de un producto agroindustrial (crema)
- Determinar las propiedades antiinflamatorias in vitro de la crema

## **1.4. HIPOTESIS**

### **1.4.1. Hipótesis Nula (H0)**

**Ho:** La crema elaborada con la adición de aceite esencial de Pino (*Pinus*), Eucalipto (*Eucalyptus*), Menta (*Mentha*), Caléndula (*Caléndula officinalis*), no presenta propiedades terapéuticas

### **1.4.2. Hipótesis Alterna (Ha)**

**Hi:** La crema elaborada con la adición de aceite esencial de Pino (*Pinus*), Eucalipto (*Eucalyptus*), Menta (*Mentha*), Caléndula (*Caléndula officinalis*), presenta propiedades terapéuticas

## CAPITULO II

### 2. Marco teórico

#### 2.1 Materias primas

##### 2.1.1 Pino (*Pinus patula*)

La distribución natural de esta especie se caracteriza por ser limitada y discontinua, abarcando principalmente las áreas de media y alta montaña en las regiones centro-oriental y sur de México. Esta variedad conserva su follaje durante todo el año, es monoica y generalmente alcanza alturas cercanas a los 25 metros. Las raíces de este árbol son notables por su robustez, extensión y profundidad, alcanzando hasta 6 metros bajo tierra. Su tronco, generalmente de forma cónica a ligeramente recta, puede llegar a medir hasta 120 cm de diámetro. La corteza, escamosa y de tonalidad rojiza, se manifiesta especialmente en la parte superior del tronco, siendo gruesa en árboles maduros y adquiriendo un tono café-grisáceo oscuro con surcos longitudinales profundos. La copa de este árbol exhibe una distribución algo dispersa, con una forma ligeramente redonda, y largas y colgantes ramas se disponen de forma irregular (Vallejo & Zapata, 2018).

#### Figura 1

*Planta de pino (pino patula)*



*Nota.* La figura indica sus hojas y ramas. Obtenido por Pupiales y Torres (2023).

### 2.1.1.1 Clasificación taxonómica de Pino

**Tabla 1**

*Descripción de la taxonomía Pino*

Clasificación científica	
Reino:	<i>Plantae</i>
División:	<i>Pinophyta</i>
Clase:	<i>Pinopsida</i>
Orden:	<i>Pinales</i>
Familia:	<i>Pinaceae</i>
Género:	<i>Pinus</i>
Especie:	<i>P. radiata</i>

**Fuente:** Fundación Charles Darwin (2023)

Para la clasificación del pino, se consideró la información general, utilizando una clasificación jerárquica y ordenada que organiza a los organismos en taxones anidados.

### 2.1.1.2 Descripción Botánica del Pino (*Pinus patula*)

Esta especie manifiesta dimensiones que oscilan entre medianas y grandes, con ejemplares de larga vida capaces de alcanzar alturas de hasta 40 metros y un diámetro de 120 centímetros. Inicialmente, el tronco presenta una forma cilíndrica y recta, transformándose en cónica en la mayoría de su extensión con el paso del tiempo. En los árboles jóvenes, la corteza es suave y de color rojizo, evolucionando hacia una textura rugosa de color café con escamas a medida que van madurando. Es irregular la distribución de las ramas, aunque mayormente verticales. Los brotes exhiben una variación de matices desde verde pálido hasta terroso rojizo. Esta especie desarrolla un sistema radicular pivotante, robusto y profundo (Bobadilla, 2018).

Según Vinueza (2023), esta especie exhibe una copa de forma cónica, mientras que su corteza, situada en la parte alta del tallo y en las ramas, es escamosa, papirácea y de tono rojizo. Las hojas, dispuestas en grupos de 3, ocasionalmente 4 y en raras ocasiones 5 en algunos fascículos, son aciculares, demacradas y penden verticalmente, destacando por su color verde claro brillante y bordes finamente aserrados. Las flores se agrupan en inflorescencias, siendo las femeninas

particularmente llamativas con un atractivo color amarillo cremoso o anaranjado. Los frutos, con forma de conos largamente cónicos que miden entre 7 y 9 cm, a veces alcanzando hasta 12 cm, son sésiles, ligeramente oblicuos, encorvados, puntiagudos, y tienden a agruparse de 3 a 6, portando semillas aladas.

#### **2.1.1.3 Propiedades terapéuticas de la planta de Pino (*Pinus patula*)**

Los beneficios derivados del extracto de corteza de pino abarcan la regeneración de la vitamina C, la reducción del riesgo de cataratas, el fomento de la salud cardiovascular y el control de la presión arterial. Además, se asocia con la disminución de la inflamación en las venas varicosas, brinda protección contra la fiebre del heno, las alergias y enfermedades pulmonares, reduce la inflamación en las articulaciones vinculadas a la artritis, alivia los trastornos menstruales, potencia la función de la memoria y fortalece el sistema inmunológico. Destacando, también, por sus propiedades antienvjecimiento al resguardar contra los radicales libres, lo que impacta positivamente en el colágeno y la elastina de la dermis (Madrid, 2019).

#### **2.1.1.4 Propiedades físicas y químicas Pino (*Pinus patula*)**

##### **Propiedades físicas del Pino (*Pinus patula*)**

- **Árbol:** Poseen una altura que varía entre 20 y 30 metros, llegando algunos individuos a alcanzar los 40 metros. El tronco principal presenta una forma cilíndrica y ocasionalmente puede generar dos o más tallos, con un diámetro aproximado de 1.2 metros
- **Ramas secundarias:** Están dispuestas de manera de colgante. Los tallos son multimodales y poseen 2 o más verticilos por cada bráctea, o uninodales, con un solo verticilo.
- **Hojas:** Es caracterizado porque posee 3 hojas por fascículo, sin embargo, a veces varían entre 2 y 5.
- **Acículas:** Suelen durar entre 2 a 4 años, se agrupan en fascículos de 3 o 4. La longitud varía de 15 y 30 cm. Su tonalidad oscila entre amarillento y verde.
- **Brácteas:** Las brácteas conceden a esta especie una apariencia atractiva.

- **Conos:** Los conos están a manera cónica, con una variación desde subglobosas a subcilíndricas u ovales, un poco simétricos y levemente oblicuos. La tonalidad oscila entre gris a café claro. Las escamas muestran prominencias espinosas y se abren de forma irregular para librar las semillas, que pueden fluctuar entre 35 y 80 por cada cono (Blanco, 2023).

#### **2.1.1.5 Propiedades químicas del Pino (*Pinus patula*)**

Las propiedades químicas del pino están presentadas de siguiente manera: Conductividad eléctrica: 2,56 mS, Nivel de pH: 5,90, Concentración de fósforo: 0,004 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Contenido total de nitrógeno (N total): 0,65%, Porcentaje de magnesio: 0,07% MgO, Proporción de calcio: 1,73% CaO, Cantidad de potasio: 0,13% K<sub>2</sub>O, Presencia de sodio: 0,02 % Na, Contenido de hierro: 76,35 mg/100 g y Cantidad de manganeso: 4,29 mg/100 g (Gayosso et al., 2018).

#### **2.1.2 Eucalipto (*Eucalyptus*)**

El *Eucalyptus*, también conocido como eucalipto, representa una diversidad de árboles o arbustos originarios de Australia, abarcando más de 700 especies. Sus hojas, ovaladas en la etapa juvenil y alargadas en la madurez, exhiben tonalidades verde grisáceas. Entre las especies más notables se destacan el *Eucalyptus deglupta*, *Eucalyptus camaldulensis* y *Eucalyptus globulus*. No obstante, el *Eucalyptus gunnii* es el más popular para fines de decoración. Este árbol puede alcanzar alturas de hasta 25 metros, presenta un tronco recto y robusto, junto con ramas largas que llevan hojas de forma elíptica u ovalada de tonalidad verde-azulado. Por lo general, florece en verano, exhibiendo flores blancas en la parte superior de las ramas (Ochoa, 2022).

## Figura 2

### *Planta de Eucalipto*



*Nota.* La figura indica las hojas del eucalipto. Obtenido por Pupiales y Torres (2023).

### 2.1.2.1 Clasificación taxonómica del Eucalipto (*Eucalyptus*)

#### Tabla 2

##### *Descripción de la taxonomía Eucalipto*

Clasificación científica	
Reino:	<i>Plantae</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Orden:	<i>Myrtales</i>
Familia:	<i>Myrtaceae</i>
Género:	<i>Eucalyptus</i>

**Fuente:** Ochoa (2022).

Para la clasificación taxonómica del Eucalipto se ha tomado en consideración los datos generales, los cuales poseen un orden jerárquico y sistemático, con sus nombres y proveniencia.

### 2.1.2.2 Descripción Botánica del Eucalipto (*Eucalyptus*)

El eucalipto, conocido por su rápido crecimiento, puede alcanzar los 20 metros de altura en tan solo 8 años, llegando a su máximo de 70 metros en su etapa adulta. Su



tronco, de postura erguida, se encuentra recubierto por una corteza plateada, a veces de tonalidad gris ceniza y ocasionalmente blancuzca. La madera, que puede variar entre blanca y rojiza, se destaca por su notable dureza y resistencia a la pudrición. Las hojas coriáceas, de un tono verde grisáceo azulado, son inicialmente redondas en la juventud del árbol y adquieren una forma ovalada acuminada y carnosa, llegando a medir hasta 30 centímetros de longitud. Las flores, singularmente solitarias y sin pedúnculos, se encuentran en las axilas de las hojas y presentan tapas amplias, arrugadas y espesas. La floración de este árbol tiene lugar desde febrero hasta julio (Voguel, 2023).

### **2.1.2.3 Propiedades terapéuticas de la planta de Eucalipto (*Eucalyptus*)**

Las hojas del eucalipto se aplican en formas heterogéneas, como en inhalaciones de vapor de agua con eucalipto (*Eucalyptus globulus*), jarabes e infusiones, siendo estas terapias y productos considerablemente manejados debido a sus beneficios para la salud. La meta principal es aprovechar las propiedades beneficiosas de los aceites esenciales que están presentes en las hojas de eucalipto, en particular el eucaliptol (aromadendreno 1,8-cineol), el cual posee efectos desinfectantes y propiedades descongestionantes en las vías respiratorias, entre otros beneficios, percibida su acción activa frente a agentes bacterianos (Villareal et al., 2022).

El autor Sharma (2020) menciona que, gracias a sus propiedades medicinales, el eucalipto ha contribuido con la mejora de sintomatología afines con enfermedades del tracto respiratorio, como asma, afecciones bronquiales y ha sido usado durante la pandemia de la Covid-19 en infusiones compuestas con otras hierbas medicinales, manifestando su eficacia para atenuar los síntomas.

Además, Ochoa (2022) menciona que, las hojas de eucalipto despegan un aroma agradable y tienen con propiedades medicinales. Debido a su fragancia, el aceite esencial de eucalipto es utilizado como descongestionante nasal y calmante natural, además ayuda a combatir resfriados. El eucalipto en infusión, por su parte, ayudar a menguar las condiciones respiratorias como asma, bronquitis, amigdalitis y faringitis. Conjuntamente, el aroma del eucalipto actúa efectivamente como un repelente natural de insectos.

### 2.1.3 Menta (*Mentha*)

Esta planta es distinguida por presentar sus rizomas entrelazados subterráneos, de los cuales brotan misceláneos tallos que pueden llegar a medir hasta 80 cm de altura. Sus hojas, lanceoladas y tienen un color verde intenso, están dispuesta de manera opuesta y poseen pecíolos. Durante la temporada estival, produce flores que varían en matices, desde blanco hasta rosado y morado, se encuentran dispuestas en espiguillas terminales. La planta emana un penetrante y característico aroma el cual es acompañado de un sabor aromático que deja una impresión fresca en la boca. La menta tiene su origen en Asia Central y el Mediterráneo, se menciona que es una antigua hierba medicinal. Tiene una gran versatilidad con numerosas variedades y brinda propiedades digestivas, alivio para inflamaciones de las encías, beneficios contra el mal aliento, combate las náuseas y ayuda en casos de espasmos intestinales (EcuRed, 2023).

#### **Figura 3**

*Planta de Menta (Mentha)*



*Nota.* Hojas de la menta. Obtenido de Pupiales y Torres, (2023).

### 2.1.3.1 Clasificación taxonómica de Menta

**Tabla 3**

*Descripción de la taxonomía de Menta*

	Clasificación científica
Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Lamiales</i>
Familia	<i>Lamiaceae</i>
Género	<i>Mentha</i>
Especie	<i>Mentha Piperita</i>
Nombre binomial	<i>Mentha piperita</i>
Nombre común	<i>Menta.</i>

**Fuente:** (EcuRed, 2023).

La clasificación taxonómica de la Menta se incluyó datos trascendentales de manera ordenada mencionando de donde provienen, especie y su nombre científico.

### 2.1.3.2 Descripción Botánica de la planta de Menta (*Mentha*)

La Menta es una planta aromática que se desarrollan hasta los 120 cm de altura. Las hojas presentan un ligero vello, están dispuestas en pares opuestos, son simples y poseen una forma que va desde lanceolada hasta oblonga, regularmente con bordes dentados. Las flores son de color blanco o morado, surgen en espigas en los extremos y poseen una estructura bilabiada con cuatro lóbulos desiguales. El fruto es una cápsula que tiene hasta cuatro semillas (EcuRed, 2023). Según Garzón (2019), aunque algunas especies pueden originar hasta cuatro semillas, en muchas de ellas estas semillas se reflejan estériles. La reproducción en el género *Mentha* puede llevarse a cabo a través de la propagación asexual de los estolones.

### 2.1.3.3 Composición química de la planta de la Menta (*Mentha*)

La estructura química de las distintas variedades de menta generalmente comprende más de 200 compuestos diversos, los cuales pueden cambiar debido a factores externos como el clima, la ubicación geográfica, el entorno de cultivo y el método de extracción del aceite esencial o extracto. Entre los elementos más generalmente mencionados se encuentra el mentol, acetato de mentilo, neo-mentol, carvona,

limoneno, isomentona, piperitona, mentona, óxido de piperitona, p-cimeno, decanol, acetato de linalilo, linalool, pulegona, mentofurano, entre otros. Dichos componentes usualmente son empleados como indicadores químicos para la identificación de ciertas especies de *Mentha* (Garzón, 2019).

En lo que respecta a su estructura, la menta presenta un contenido de ácido ascórbico que varía entre 25,2 y 26,1 g/100g, así como sólidos solubles que oscilan entre el 10,0 y el 10,9 %. Las hojas de menta contienen entre un 10 y un 20% de minerales, tales como magnesio, potasio, cobre, zinc y hierro. Además, se han reconocido flavonoides, en especial esteroides, junto con ácidos fenólicos como oleico, esteárico, cafeico, ursólico y clorogénico, en un rango que va del 6 al 26%, así como taninos (Ortíz, 2022).

#### **2.1.3.4 Propiedades terapéuticas de la planta de la Menta (*Mentha*)**

La población utiliza extensamente la menta para abordar diversos trastornos digestivos, como antiparasitario y para aliviar cefaleas. Tanto las hojas como las partes superiores floridas de la menta presentan propiedades estimulantes, estomáticas, carminativas y antisépticas. Puede consumirse en estado fresco o seco, ya sea por sí sola o combinada con otras especias, y se emplea en la preparación de jarabes, alcoholatos, tinturas y elixires. Además, es frecuente su uso en la producción de licores y vinagres aromáticos. A partir del extracto de hojas de menta se extrae un aceite esencial que se utiliza en la industria farmacéutica, alimentaria y cosmética debido a su elevado contenido de mentol, el cual es el principal responsable del agradable aroma y las propiedades terapéuticas de la planta (Núñez, 2022).

#### **2.1.4 Caléndula (*Caléndula officinalis*)**

Esta planta ha sido usada por mucho tiempo en la medicina tradicional y a partir del 2008 fue reconocida por la Agencia Europea de Medicamentos como un medicamento a base de plantas. Tanto las hojas como las flores son utilizadas en la medicina popular como antiespasmódico y antiinflamatorio, así como en el tratamiento de heridas de cicatrización tardía, hematomas, quemaduras leves y erupciones cutáneas. También es usada para calmar molestias ocasionadas por

inflamación de la mucosa oral y faríngea y por úlceras estomacales. Las formulaciones tópicas de *Caléndula officinalis* son totalmente consideradas seguras para su común uso (Cruceriu et al., 2018).

Históricamente, la *Caléndula officinalis* ha sido utilizada como diaforético, antiinflamatorio, antiséptico, analgésico y en el tratamiento de la ictericia. Las flores de tonalidades naranja o amarillo se usan en varias formas, como alimento, especia, colorante, ungüento, té, o crema en cosmética. En las observaciones que se han realizado se estima posee potencial citotóxico y minimizador de tumores, siendo terapéuticamente más potentes las flores. Sus propiedades encierran efectos antiulcerosos, inmunoestimulantes anti-VIH, y cicatrizantes. El aroma de la *Caléndula officinalis* es aromático y suave, tiene sabor amargo (Ashwlayan, 2018).

#### **Figura 4**

*Planta de caléndula (caléndula officinalis)*



*Nota.* Flores de la caléndula. Obtenido por Pupiales y Torres, (2023).

#### **2.1.4.1 Clasificación taxonómica de la Caléndula (*Caléndula officinalis*)**

Para la taxonomía de la Caléndula se ha tomado en consideración los rangos de la taxonomía, desde las categorías más amplias como dominio y reino, hasta las más específicas como género y especie.

**Tabla 4***Descripción de la taxonomía Caléndula*

Clasificación científica	
Reino:	<i>Plantae</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase:	<i>Asteridae</i>
Orden:	<i>Asterales</i>
Familia:	<i>Asteraceae</i>
Género:	<i>Calendula</i>
Especie:	<i>Calendula officinalis L.</i>
Nombre Común:	Caléndula, botón de oro, mercadela o maravilla.

**Fuente:** Ashwlayan (2018).

Para la taxonomía de la Caléndula se ha tomado en consideración los rangos que más se utilizan, desde las categorías más amplias como dominio y reino, hasta las más específicas como género y especie.

**2.1.4.2 Descripción botánica de la planta de Caléndula (*Caléndula officinalis*)**

La *Calendula officinalis* es una planta de corta vida herbácea perenne, que logra una altura máxima de 80 cm, con tallos erguidos o laxos pobremente bifurcados. Sus hojas son oblongas, las flores son tubulares y hermafroditas, universalmente de un tono amarillo o levemente más intenso, miden de 5 a 17 cm de longitud, tiene vellosidades en los dos lados y poseen márgenes enteros, casualmente ondulados o un poco dentados. Las inflorescencias, son de tono amarillo, forman un capítulo grueso de flor de 4 a 7 cm de diámetro. En el entorno silvestre tienen un solo anillo de flores radiales que bordean los floretes radiales centrales, de color más amarilla que los floretes radiales tridentados, periféricos y femeninos. Las flores pueden brotar en cualquier época del año bajo circunstancias apropiadas. El fruto, un aquenio espinoso y curvado, completa el ciclo de reproducción de la planta (Ashwlayan, 2018).

#### **2.1.4.3 Composición química de la planta de Caléndula (*Caléndula officinalis*)**

Desde el punto de vista químico, la *Calendula officinalis* tiene varios componentes activos, entre los que se circunscriben flavonoides, carotenoides, ácidos fenólicos, triterpenos, saponinas, taninos, sustancias pectídicas, coumarinas, hemicelulosas, polisacáridos y aceite esencial. En las flores, que son liguladas, poseen hasta un 0,4% en el receptáculo, el cual está conformado por isomentona, mentona, ammuroleno, g- g-terpineno, y d-cadineno, padunculatina, a- y b-ionona, cariofileno, 5,6-epoxi-b-ionona, dihidroactinidilido, carvona geranilacetona y cariofilencetona, entre otros componentes. Además, contiene flavonoides, logrando hasta un 0,88% en las flores liguladas y hasta un 0,33% en el receptáculo, como heterósidos de isoramnetina y quercetina (Ashwlayan, 2018).

#### **2.1.4.4 Propiedades terapéuticas de la planta de Caléndula (*Caléndula officinalis*)**

Han sido reportadas diversas actividades farmacológicas en varias fracciones de extractos de *Calendula officinalis*, subrayando las siguientes: actividad antiinflamatoria, antiinflamatoria y antioxidante; actividad antifúngica y antibacteriana; actividad anti-VIH y antiviral; curación de heridas y actividad inmunoestimulante. Se atribuye la actividad biológica de cada extracto primariamente a sus constituyentes, que fundamentalmente son metabolitos secundarios vegetales. Las clases primordiales de compuestos presentes en *Calendula officinalis* incluyen terpenoides, flavonoides, ácidos fenólicos, carotenoides, quinonas, cumarinas, aceites volátiles, aminoácidos y lípidos (Cruceriu et al., 2018).

Esta planta ha manifestado su actividad biológica mediante varias propiedades como cicatrizantes, analgésicas, astringentes, antiinflamatorias, antibacterianas, fungicidas, antivirales, antieméticas, afrodisíacas, antipiréticas, antihipertensivas, antigenotóxicas y antiespasmódicas. Otras propiedades informadas contienen colerética, colagogo, inmunoestimulante, hipolipemiente, antihemorrágica, antigripal y antitumoral. Tomando en cuenta estas propiedades, el extracto fluido de *Calendula officinalis* L. es empleado usualmente como colutorio disuelto en

agua para combatir enfermedades ulcerativas e infecciosas de las mucosas bucales (Cañada et al., 2018).

La hojas y flores de caléndula en infusión también son usadas en el tratamiento afín con la menopausia o para calmar el dolor durante la menstruación. Las flores de caléndula son convenientes en el tratamiento de varias infecciones de la piel y mucosas, como picaduras, heridas, quemaduras y llagas. Conjuntamente, ayudan a aplacar las molestias de las quemaduras ligeras originadas por el sol. La infusión de las flores de caléndula en miscelánea con otras plantas como hinojo, anís verde y manzanilla, son usadas como un remedio poderoso para trastornos digestivos como flatulencia, gastritis e indigestiones, siendo empleado como antiespasmódico (Pazmiño, 2018).

## **2.2 Proceso de extracción**

Dependiendo de la diversidad del material vegetal, la parte de la planta a utilizar y la permanencia esperada del aceite esencial, se acude a diversos métodos químicos y físicos de extracción, como señala Hernández (2018). Entre los métodos más usados para la extracción de aceites esenciales están: destilación con vapor de agua, extracción con disolventes volátiles, la expresión y enflorado o enfleurage (Cañarte & Ponce, 2021).

La extracción sólido-líquido es considerada la técnica primordial para la extracción de compuestos fenólicos. La categorización de los métodos de extracción puede ejecutarse tomando en cuenta varios criterios, como el tipo de sustancias a extraer, el tipo de disolvente y la aplicación de técnicas convencionales o no convencionales, entre otros. Los procesos de extracción están divididos especialmente en dos grupos según el disolvente utilizado. El primero abarca la extracción con agua, que contiene métodos como la destilación por arrastre de vapor de agua la infusión y la decocción. El segundo grupo tiene que ver con la extracción con disolventes orgánicos, el cual contiene técnicas como lixiviación, maceración, digestión, extracción Soxhlet y extracción con fluidos supercríticos (Camacho, 2020).



### **2.2.1 Extracción Método Soxhlet**

El método Soxhlet, fue desarrollado por Franz von Soxhlet en el año de 1879, es destacado como el procedimiento más frecuentemente usado para la extracción de grasas. A pesar de ser un método estándar que suministra una eficaz recuperación de los analitos, su proceso de extracción es extenso, pues, duran entre 18 y 24 horas, y solicita una gran cuantía de disolvente (Raypa, 2019). En este método, el disolvente es calentado, vaporizado y condensado para extraer los compuestos de utilidad al entrar en contacto con el cartucho que contiene la muestra. En la cámara de extracción cuando el nivel de disolvente consigue su punto de crecida, la solución es succionada por un sifón y vuelve al matraz de destilación. No obstante, con su duración y uso de disolvente, el método Soxhlet permite la obtención de rendimientos de extracción reveladores, usando una cantidad minúscula de disolvente (Camacho, 2020).

El método de extracción Soxhlet, frecuentemente se usa en la industria alimentaria y no alimentaria para establecer el contenido graso en muestras de heterogénea índole. Además, se puede usar como técnica preparatoria para un análisis más minucioso a través de otra técnica instrumental. El extractor Soxhlet es un equipo de laboratorio diseñado concretamente para extraer sustancias poco solubles en el disolvente de extracción. En el proceso, la muestra es saturada con un disolvente caliente que se extrae habitualmente, destila y se devuelve a la muestra. En cada ciclo, una fracción del compuesto no volátil es disuelto en el disolvente, y posterior a varios ciclos, el compuesto deseado se junta en el matraz de destilación. Seguidamente, se evapora el disolvente del matraz y se calcula la masa del residuo lipídico restante (López, 2022).

## Figura 5

### *Destilador de soxhlet*



*Nota.* Destilador de aceites soxhlet. Obtenido por Pupiales y Torres (2023).

### **2.2.2 Extracción método de hidrodestilación**

La hidrodestilación es definida como una forma de extracción de aceites esenciales de materiales vegetales a través de la utilización de vapor y agua. Durante el proceso, el material vegetal es colocado en un alambique, mediante el cual se hace pasar vapor, induciendo la salida de los aceites esenciales de la planta y su transporte con el vapor. Subsiguientemente, la composición resultante de vapor y aceite es condensada y separada, como resultado se da un aceite esencial puro. Este método es pródigamente empleado en la producción de aceites esenciales predestinados a su uso en perfumería, aromaterapia y otras aplicaciones (Ruiz, 2019).

La hidrodestilación, una variedad de la destilación con arrastre de vapor, tiene sus raíces en los iniciales intentos de extraer aromas y aceites esenciales de plantas aromáticas. Los vestigios de la utilización de esta técnica y del arrastre con vapor se han manifestado en ruinas de civilizaciones en el Medio Oriente. El proceso de hidrodestilación corrientemente envuelve un recipiente que posee tanto el material a extraer como el solvente manejado en la extracción, que suele ser agua. Se concentra un sistema de calentamiento para aportar energía al recipiente,

enalteciendo de esta forma la temperatura del solvente hasta conseguir su punto de ebullición (Casado, 2018).

## **Figura 6**

### *Destilador hidrodestilación*



*Nota.* Destilador de aceites esenciales hidrodestilación. Obtenido por Pupiales y Torres, (2023).

### **2.2.3 Extracción método de arrastre de vapor**

En el método de extracción por arrastre de vapor da cabida a la separación de sustancias insolubles en agua y levemente volátiles de demás productos no volátiles. Proporciona la purificación o aislamiento de compuestos con puntos de ebullición excelsos a través de una destilación a temperaturas bajas, es decir por debajo de los 100 °C. Esta técnica de destilación deriva en su utilidad para sustancias con puntos de ebullición mayores a 100 °C y que pueden descomponerse antes o al conseguir su temperatura de ebullición (Zarza, 2023).

En el procedimiento, se añade un exceso de agua a la mezcla que contiene el producto a separar, y posteriormente es sometido a destilación. En el matraz de destilación se rescatan los compuestos no volátiles y/o solubles en agua caliente, por otro lado, en el matraz colector se consiguen los compuestos volátiles e insolubles en agua. Últimamente, los compuestos orgánicos recogidos en el matraz colector se aíslan a través de un proceso de extracción (Sevillano et al., 2019).

La destilación por arrastre de vapor de agua se erige como el método más habitual para extraer aceites esenciales. En este proceso, el vapor de agua se pone en contacto con el material vegetal, libertando la esencia que luego se condensa. Para

maximizar la superficie de contacto y la exposición de las glándulas de aceite, es necesario triturar el material según su consistencia. El vapor de agua se inyecta desde una caldera externa a través de tubos difusores ubicados en la parte inferior de la masa vegetal colocada sobre una parrilla interior de un tanque extractor. Esto provoca la propagación de los aceites esenciales desde las membranas celulares hacia la parte exterior. Posteriormente, los vapores de agua y aceite esencial se enfrían hasta volver a la fase líquida y se separan en un decantador (Hernández, 2018).

### **2.3 Aceites esenciales**

Los aceites esenciales son una combinación de sustancias volátiles originadas en el metabolismo secundario de las plantas. Su estructura incluye hidrocarburos polimetílicos pertenecientes al grupo de terpenos con la fórmula  $(C_5H_8)_n$ , junto con otros compuestos mayormente oxigenados, como alcoholes, ésteres, éteres, aldehídos y compuestos fenólicos, que son responsables del distintivo aroma de los aceites (Veliz et al., 2019).

Aunque su nombre sugiere una textura similar a la de los aceites grasos, se diferencian en que, al aplicar unas gotas en papel, se volatilizan sin dejar rastro grasoso. Los aceites esenciales están ampliamente distribuidos en el reino vegetal, presentes en diversas partes de las plantas como hojas (romero, menta), raíces (cálamo, valeriana), corteza (cedro, canela), flores (rosa, jazmín), cáscara del fruto (mandarina, limón) y frutos (eneldo, anís) (Veliz et al., 2019). En el ámbito mundial, los aceites esenciales impulsan la constante innovación y optimización tecnológica en su producción. Pueden obtenerse mediante métodos como el arrastre de vapor, extracción con disolventes, destilación molecular, fluidos supercríticos y microondas, con un impacto ambiental mínimo. Cada método influye en la variación de la composición del aceite esencial, siendo el arrastre de vapor el más empleado en la producción comercial, aunque no siempre el más eficaz (Sevillano, Castillo, et al., 2019).

## Figura 7

### *Aceites esenciales*



*Nota.* Obtención de aceites esenciales. Obtenido por Pupiales y Torres, (2023).

### **2.3.1 Características generales de los aceites esenciales**

Los aceites esenciales comparten características sensoriales notoriamente similares a las materias primas de origen, aunque su potencia o intensidad puede ser hasta 100 veces mayor. Como resultado, se emplean en concentraciones que oscilan entre 0.01% y 0.1% para aromatizar una variedad de productos como alimentos, bebidas y perfumes. Estos aceites representan el producto final del metabolismo secundario de plantas aromáticas, lo que implica una compleja mezcla de compuestos orgánicos y oxigenados. Son reconocidos como los agentes responsables del aroma de las plantas y exhiben insolubilidad en agua (Cañarte & Ponce, 2021)

Originados en diversas partes de la planta, como semillas, hojas, frutas, flores, resinas y maderas, los aceites esenciales son líquidos orgánicos secretados por pequeñas estructuras. Su denominación se deriva del nombre botánico de la planta de origen. A pesar de su concentración, estos aceites son altamente volátiles. Las proporciones de componentes activos naturales de la planta en el aceite esencial determinan sus cualidades terapéuticas y de bienestar. Es crucial almacenar los aceites esenciales en ambientes fríos, oscuros y secos para preservar su calidad (Medina, 2023).

### **2.3.2 Clasificación de los aceites esenciales**

Los aceites esenciales se agrupan según diversos criterios, como consistencia, origen y naturaleza química de los componentes principales. En términos de consistencia, se dividen en esencias fluidas, bálsamos y oleorresinas. Las esencias fluidas son líquidos volátiles a temperatura ambiente, los bálsamos tienen una consistencia más densa, son escasamente volátiles y proclives a reacciones de polimerización, mientras que las oleorresinas ofrecen el aroma de las plantas de manera concentrada y suelen presentarse como líquidos viscosos o sustancias semisólidas (caucho, chicle, balata, gutapercha, oleorresina de paprika, de pimienta negra, de clavero, etc.) (Golberg, 2023).

En cuanto a su origen, los aceites naturales se categorizan en tres tipos: Naturales, obtenidos directamente de la planta sin alteraciones físicas ni químicas, siendo costosos debido a su bajo rendimiento. Artificiales, producidos mediante procesos de enriquecimiento con uno o varios de sus componentes, como el aceite esencial de rosas, que se obtiene aanadiendo geraniol y otros elementos a una esencia base. Sınteticos, hechos por síntesis química, son más accesibles y se utilizan comúnmente como aromatizantes y saborizantes en la industria alimentaria (Essential Oils Peru, 2023).

### **2.3.3 Composición química de los aceites esenciales**

Los aceites esenciales son compuestos derivados del metabolismo vegetal, mayormente volıtiles y responsables del característico aroma de las plantas. Se estima que, dependiendo de la especie, un aceite esencial puede contener entre 50 y 300 compuestos químicos, pertenecientes a grupos como hidrocarburos terpénicos, alcoholes, aldehídos, cetonas, eteros, ésteres, compuestos fenólicos, fenilpropanoides, entre otros. Las características químicas específicas de los aceites esenciales varían según la región de cultivo y las condiciones ambientales (Ruiz et al., 2017).

Estas mezclas complejas de compuestos volıtiles, extraídas de plantas completas o partes de ellas, desempeñan un papel significativo en la industria cosmética, farmacéutica y alimentaria. Los primordiales compuestos químicos vienen de tres vías biosintéticas: la vía del metil-eritrol para mono y diterpenos, la vía del

mevalonato para sesquiterpenos y la vía del ácido shikimico para fenilpropanoides (Mena et al., 2020).

#### **2.3.4 Propiedades terapéuticas de los aceites esenciales**

Desde la perspectiva farmacológica, las propiedades de los aceites esenciales varían considerablemente debido a la diversidad de sus componentes. Algunas moléculas presentes en ciertos aceites esenciales tienen relevancia terapéutica, dando origen a la aromaterapia. Estas propiedades, especialmente aquellas que afectan la piel, encuentran aplicaciones en la cosmética (Choquehuanca & Llantoy, 2023).

Por otro lado, desde el punto de vista toxicológico, a pesar de la percepción popular de ser productos naturales inofensivos, los aceites esenciales poseen potencial toxicidad. La sobredosificación es factible, incluso con aceites esenciales de plantas consideradas poco tóxicas. Algunos muestran toxicidad específica al atravesar la barrera hematoencefálica y afectar el sistema nervioso central, como es el caso de la tuyona, presente en esencias de ajeno, tuya y salvia (Rojas & Cuelllar, 2023).

#### **2.3.5 Aplicaciones de los aceites esenciales**

Para Lopez (2020), existe varias aplicaciones que tienen los aceites esenciales, tales como:

- a) **Industria Alimentaria:** Los aceites esenciales se desempeñan como sabores en diversidad de productos como bebidas alcohólicas y no alcohólicas, comestibles, de confitería, panadería, postres, alimentos congelados productos lácteos y gelatinas.
- b) **Industria Farmacéutica:** Emplea aceites esenciales en la formulación de pastas dentales, como el aceite de menta e hinojo, también están en los analgésicos, jarabes e inhalantes para desinflamar las vías respiratorias y. Además, se utilizan en la fabricación de neutralizantes para neutralizar sabores no agradables de varios medicamentos, incluyendo naranjas y menta, entre otros.
- c) **Industria de Cosméticos:** Los aceites esenciales actúan como ingredientes de fragancias en jabones, detergentes, cremas y diversos productos farmacéuticos, así como en aromatizantes.

- d) **Industria de productos de uso veterinario:** Utiliza aceites esenciales en la aromaterapia canina, aprovechando sus propiedades químicas como acaricidas y vermífugos. Además, se requieren mentol y limoneno como insecticidas.
- e) **Desodorantes Industriales:** Las esencias de aceites esenciales son usadas para encubrir olores en productos como plásticos, caucho, pinturas y juguetes. También se emplean en textiles como neutralizantes de olores en tratamientos con mordientes previo y posterior del teñido, así como en papelería para empapar fragancias en tarjetas, cuadernos, papel higiénico y toallas húmedas.
- f) **Industria fitosanitaria:** Son usados los aceites esenciales y los hidrolatos derivados del proceso de extracción para control de plagas. Con ellos son preparados insecticidas, herbicidas, nematocidas, fungicidas, desodorizantes, acaricidas y desinfectantes.

### **2.3.6 Características físicas y químicas del aceite esencial**

#### **2.3.6.1 Características físicas de los aceites esenciales**

Las principales características físicas de los aceites esenciales según Luna (2023), son:

- Fluidos a temperatura ambiente
- Capaces de evaporarse fácilmente
- Recién destilados, presentan un color incoloro o ligeramente amarillento
- Menos densos que el agua
- Exhiben un índice de refracción elevado
- Poseen baja solubilidad en agua, pero transmiten su aroma a esta
- Son solubles en alcohol en concentraciones elevadas
- Se disuelven en aceites fijos o grasas

#### **2.3.6.2 Características químicas de los aceites esenciales**

Las características principales de los aceites esenciales son las siguientes:

- La estructura molecular del isopreno, que constituye la unidad química fundamental de los terpenoides, los cuales son los componentes principales de los aceites esenciales.



- Estos aceites están mayormente compuestos por terpenoides volátiles, que se forman mediante la unión de unidades de isopreno en estructuras que contienen 10 carbonos (monoterpenoides) y 15 carbonos (sesquiterpenoides). Las sustancias responsables del aroma generalmente presentan en su estructura química grupos funcionales característicos, como aldehídos, cetonas, ésteres, entre otros.
- Cada aceite esencial está compuesto por al menos 100 compuestos químicos diferentes, que se clasifican como aldehídos, fenoles, óxidos, ésteres, cetonas, alcoholes y terpenos. Además, puede haber numerosos compuestos aún no identificado (Luna, 2023).

## **2.4 Cromatografía**

La cromatografía es un procedimiento químico considerablemente utilizado en diversas disciplinas científicas, que posibilita la apartamiento, caracterización, cualificación, cuantificación y determinación de los individuales componentes químicos presentes en mezclas complejas. Este método implica la purificación precisa de compuestos, abarcando diversas técnicas separativas que se fundamentan en propiedades físicas específicas de ciertos materiales. Estos materiales interactúan con otras sustancias o mezclas, lo que facilita la descomposición de la mezcla y el análisis de sus constituyentes. La fase móvil, que puede ser un gas o líquido, fluye a través de una superficie, mientras que la fase estacionaria, ya sea sólida o líquida, permanece en su posición (Cientec, 2023).

En otro enfoque, se destaca que la cromatografía es una técnica que logra la separación de los componentes de una mezcla mediante un sistema bifásico. Este sistema consta de una fase estacionaria, que retiene los compuestos a separar, y una fase móvil, que desplaza de manera diferencial los compuestos a través de la fase estacionaria. La clasificación de la cromatografía puede realizarse considerando la naturaleza de las fases, el proceso químico-físico protagonizado en la separación, o la naturaleza del soporte que aloja la fase estacionaria (Ruiz, 2020).

### **2.4.1 Tipos de Cromatografía**

Los métodos cromatográficos son clasificados acordes el estado de la fase móvil en:

- **Cromatografía líquida:** En este método cromatográfico, la fase móvil se compone de un solvente o una mezcla de solventes, mientras que la fase estacionaria es un sólido que interactúa con las sustancias a separar. Existen diversas modalidades para este tipo de cromatografía, pudiendo llevarse a cabo en columna, papel, capa fina o utilizando HPLC (cromatografía líquida de alta resolución) (Ruiz, 2020).
- **Cromatografía de gases (CG):** En este tipo de cromatografía implica el uso de un equipo que opera a temperaturas elevadas, llegando hasta 350-400°C, y se basa en la distribución de los componentes en dos fases: la fase fija (estacionaria) y la fase móvil. Además de estas fases, la cromatografía de gases incluye detectores que indican la presencia o ausencia de analitos en una muestra específica. De esta manera, se puede determinar la cantidad y separación de componentes, permitiendo el análisis de mezclas de sustancias volátiles, semivolátiles y térmicamente estables en la muestra bajo estudio, todo ello mediante comparaciones con patrones ya conocidos (Ruiz, 2020).

## **2.5. Aplicación del aceite esencial**

En cuanto a la aplicación del aceite esencial Jami & Jaramillo (2019), destacaron que estas esencias se emplean principalmente para dar sabor a alimentos de alta calidad, así como en la fabricación de jabones, productos cosméticos, artículos de tocador y perfumes. Más allá de su uso en perfumería y gastronomía, el aceite esencial también exhibe propiedades medicinales, manifestándose como un agente anti-VIH, antibacteriano, antiséptico, antioxidante, antiviral, afrodisíaco, antitusivo, hipnótico y antidiabético. Se ha observado su relajante efecto en las cadenas traqueales y se ha informado sobre su capacidad como tónico para el corazón, hígado, estómago y útero. Debido a estas propiedades, la demanda de esta planta ha experimentado un aumento significativo a nivel mundial.

### **2.5.1 Actividad antioxidante de los aceites esenciales**

La capacidad antioxidante de los glucósidos de flavonol que son extraídos del aceite esencial presenta una actividad antioxidante significativa, lo que sugiere su posible

uso en la industria alimentaria como un antioxidante natural seguro. Además, compuestos antioxidantes como los flavonoides y los polifenoles descargan un papel crucial en la prevención de tumores y diabetes (Jami & Jaramillo, 2019)

### **2.5.2 Aceite esencial de Pino**

El Aceite esencial de Pino es un líquido incoloro y en ocasiones con tonalidad amarillenta pálida, con un aroma penetrante, potente, balsámico y amaderado. Su composición química incluye hidrocarburos monoterpénicos como careno, pineno, limoneno, terpinenos, dipenteno, canfeno, mirceno, Citral, cineol y camazuleno. Este aceite, obtenido de yemas, acículas, piñas o resina, posee propiedades medicinales beneficiosas para el tratamiento de enfermedades respiratorias y propiedades antisépticas, entre otras (Cueva, 2019)

En la actualidad, el aceite esencial de pino se utiliza comúnmente para aromatizar ambientes, inhalar con fines terapéuticos, realizar baños de hierbas, masajes e incluso se incorpora a productos de limpieza y desinfectantes convencionales (Aur, 2022)

#### **2.5.2.1 Compuestos químicos del aceite esencial de Pino**

De acuerdo con (Iñíguez et al., 2017) el principal componente del aceite de pino siempre será el alfa-pineno, que representa aproximadamente el 43% del aceite esencial. Además, se identifica la presencia del beta-pineno, aunque en una proporción importante, pero inferior al alfa-pineno. En conjunto, estos dos isómeros del pineno conforman casi el 80% del aceite esencial de pino. También se destacan otros componentes como limoneno, estragol, longifoleno, mirceno, L-alfa-terpineol, canfeno y 4-terpineol, siendo compuestos representativos de los extractos de pino, aunque en cantidades menores. El tercer componente más abundante es el limoneno, que alcanza el 3.908%, y es característico de los pinos mexicanos. Un compuesto único presente en el aceite esencial de *P. devoniana* es el acetato de borneol, mientras que *Pinus peuce Griseb.* posee un compuesto similar, identificado como acetato de bornilo.

### **2.5.2.2 Propiedades terapéuticas del aceite de Pino**

Para Aur (2022), el aceite esencial de pino se extrae de agujas, ramas y conos, y posee diversas propiedades y aplicaciones. Contribuye a restablecer el equilibrio en situaciones difíciles, y sus propiedades terapéuticas incluyen:

- Utilización en el tratamiento de problemas respiratorios como asma, tos, gripes, y para aliviar la congestión del sistema respiratorio. También se emplea en tratamientos de bronquitis.
- Efecto estimulante en la circulación sanguínea.
- Reducción de dolores musculares, artritis y reumatismos al favorecer el calentamiento del cuerpo.
- Potente acción antiséptica, desodorante, refrescante y desinfectante.
- Contribución a la purificación del ambiente y eliminación de olores en el hogar, siendo recomendado en espacios con presencia de fumadores.
- Ayuda a focalizar las ideas en momentos de fatiga o abrumamiento.
- Propiedades bactericidas (Aur, 2022)

### **2.5.3 Aceite esencial de Eucalipto**

En las infusiones que emplean hojas de eucalipto, el vapor de agua transporta los aceites esenciales por debajo de su punto de ebullición, los cuales se encuentran a nivel intracelular en las hojas de eucalipto. Este mecanismo, conocido como arrastre de vapor, permite la incorporación de los vapores que llevan consigo los componentes de los aceites esenciales del eucalipto, siendo notables el Eucaliptol o Cineol,  $\alpha$ - pineno, aromadendreno, omadendreno, D-limoneno, varidifloreno y gurjuneno. Estos elementos producen beneficios para la salud al ingresar a nuestro organismo. La utilización de aceites esenciales (AE) como método para combatir bacterias resulta ser una opción eficaz, económica y con un menor impacto ambiental en comparación con el uso de compuestos químicos sintéticos (Villareal et al., 2022).

El aceite esencial de eucalipto (AEE), al igual que otros extractos de plantas aromáticas, tiene aplicaciones funcionales y, debido a ello, se permite su inclusión en numerosos medicamentos registrados en forma de pastillas, jarabes y gotas

nasales para tratar congestión nasal, resfriados, enfermedades bronquiales y otros problemas respiratorios. Se ha comprobado que el AEE, en su forma de vapor, tiene propiedades tóxicas para bacterias, patógenos del suelo y postcosecha, hongos, así como insectos. Esto sugiere su potencial uso como fumigante en hospitales, laboratorios, almacenes de granos alimenticios, entre otros. La actividad antimicrobiana se atribuye a la presencia de componentes como 1,8-cineol,  $\beta$ -cimeno, D-limoneno,  $\alpha$ -pineno,  $\alpha$ -terpineol, entre otros (Nolazco et al., 2020).

### **2.5.3.1 Compuestos químicos del aceite esencial de Eucalipto**

Los elementos predominantes en el aceite esencial de eucalipto incluyen monoterpenos oxigenados, siendo el eucaliptol el más destacado con un 42,43%, seguido por los hidrocarburos monoterpenos, con un  $\alpha$ -pineno representando el 11,1%. Asimismo, se encuentran presentes hidrocarburos sesquiterpenos, con el aromadendreno ocupando un 10,26%. Con base en estos componentes mayoritarios, se ha identificado el quimiotipo eucaliptol/ $\alpha$ -pineno, el cual también se observa en otras variedades de eucalipto (Nolazco et al., 2020)

### **2.5.3.2 Propiedades terapéuticas del aceite esencial de Eucalipto**

Para Jover (2023), el aceite esencial de Eucalipto se presenta como un valioso aliado para el sistema respiratorio, desempeñando un papel fundamental en la prevención y tratamiento de infecciones víricas, especialmente durante la temporada invernal.

- En difusión contribuye a purificar los entornos al eliminar patógenos, especialmente en periodos de contagio.
- Su aplicación tópica refuerza las defensas del organismo y, en casos de infecciones respiratorias, resulta útil para aliviar la tos, fluidificar la mucosidad y controlar la fiebre, al mismo tiempo que mantiene nuestro nivel energético.
- Actúa como descongestionante nasal en procesos gripales y resfriados, facilitando la apertura de las vías respiratorias.
- Elimina gérmenes bucales, reduce la formación de placa bacteriana y combate la periodontitis.
- Mitiga molestias musculares gracias a sus propiedades antiinflamatorias.

- Ofrece hidratación a cabellos y cueros cabelludos con problemas de caspa e irritación.
- Ideal para potenciar la concentración, mejorar el ánimo y mantener niveles de energía

#### **2.5.4 Aceite esencial de Menta**

Varias especies de *Mentha* son actualmente cultivadas con fines industriales debido a la extracción de sus aceites esenciales, siendo el componente principal l-mentol, un alcohol monoterpeno monocíclico. La obtención de los aceites esenciales de diferentes especies de *Mentha* se lleva a cabo mediante destilación por arrastre de vapor. Estos aceites esenciales se utilizan principalmente en la industria cosmética y farmacéutica debido a sus propiedades refrescantes, antiinflamatorias y calmantes. Además, se emplean como saborizantes en productos de higiene oral, y las fracciones de aceite libres de mentol se incorporan en la elaboración de dulces y gomas de mascar. Asimismo, se integran como ingredientes en productos como champús, perfumes y cremas. En el ámbito médico, se utilizan en cremas especializadas para aliviar dolores musculares y ungüentos para controlar la picazón causada por picaduras de insectos y quemaduras. Además, se emplean en infusiones para mejorar la función intestinal y estimular la producción de bilis (Garzón, 2019).

##### **2.5.4.1 Compuestos químicos del aceite de la Menta**

El aceite esencial de menta está compuesto principalmente por mentol en un rango del 30 al 50%, mentona en un intervalo del 15 al 30%, acetato de metilo en una proporción de 2,5 al 10%, así como cinerol, carvona, pineno, limoneno, timol, ácido valerianico y  $\alpha$ -pineno, este último representando aproximadamente el 1,0% (Huaraca et al., 2021).

##### **2.5.4.2 Las propiedades terapéuticas de los aceites esenciales de la menta son los siguientes:**

Para Druni (2022), el aceite esencial de menta, reconocido por sus propiedades antibacterianas y bactericidas naturales, así como por su carácter antiséptico y antiinflamatorio, se emplea en el ámbito cosmético, especialmente en el tratamiento

del acné. Además, su capacidad astringente lo convierte en una opción efectiva. Se menciona las siguientes propiedades:

- Propiedades antiinflamatorias y descongestivas lo convierten en una excelente opción para aliviar la sensación de piernas cansadas e hinchadas.
- Con atributos refrescantes y relajantes, el aceite esencial de menta contribuye al alivio de dolores musculares, como las contracturas. También desempeña un papel en la calma de los nervios y la ansiedad, facilitando el sueño.
- La variedad de menta piperita, por su parte, destaca por sus propiedades espasmolíticas, moderando el dolor y favoreciendo la digestión.
- El aroma perfumado y refrescante del aceite esencial de menta actúa como repelente natural de insectos.
- Adicionalmente, el aceite de menta exhibe propiedades antifúngicas, siendo un remedio natural altamente eficaz contra hongos en uñas y piel

### **2.5.5 Aceite esencial de caléndula**

El aceite extraído de la planta de caléndula aporta diversos beneficios para la salud y el bienestar, siendo empleado en el control de diversas afecciones cutáneas, heridas, úlceras y problemas similares. La obtención de este aceite se realiza mediante destilación con vapor de la corona de las flores, resultando en una sustancia viscosa, pegajosa y de tonalidad amarillenta, con un característico aroma amaderado o almizclado (Druni, 2019)

Los autores Cruceriu et al. (2018) afirmaron que, este aceite se extrae exclusivamente de las flores de caléndula, ya que los tallos y las hojas no poseen la misma composición o propiedades. Sus características incluyen propiedades antiinflamatorias, hidratantes y regeneradoras de la piel. La caléndula, por lo tanto, ofrece notables beneficios para la piel al contribuir a su hidratación y suavidad, al tiempo que alivia picazones, quemaduras leves, picaduras y otras irritaciones cutáneas gracias a sus propiedades antiinflamatorias y antioxidantes. Este aceite se utiliza con frecuencia para estimular.

### **2.5.5.1 Compuestos químicos del aceite de la Caléndula**

La caléndula presenta en su composición aproximadamente un 0,2% a 0,3% de aceites esenciales, compuestos en su mayoría por terpenos, compuestos oxigenados, aldehídos, cetonas y ácidos libres. La densidad de estos aceites es de 0,900-0,930 (Torres et al., 2018).

### **2.5.5.2 Propiedades terapéuticas del aceite esencial de Caléndula**

Los beneficios terapéuticos atribuidos al aceite esencial de caléndula incluyen:

- Propiedades tónicas digestivas, analgésicas y nerviosas.
- Estimulación del flujo sanguíneo y la secreción del sudor.
- Eficacia en el tratamiento de calambres, contracturas y convulsiones corporales.
- Notable efecto antiinflamatorio, útil para heridas persistentes, úlceras, venas varicosas, picazón, dolor e inflamación en la piel, así como para afecciones infecciosas o alérgicas.
- Aceleración de la cicatrización de heridas y cortaduras gracias a sus propiedades antisépticas y antimicrobianas.
- Excelente para el cuidado de la piel, controlando el acné, psoriasis, eczema, dermatitis y otras erupciones cutáneas. Hidratante y calmante, especialmente beneficioso para la piel seca o maltratada.
- Acción antimicótica que lo hace efectivo en el tratamiento del pie de atleta y la tiña.
- Cualidades antioxidantes que contribuyen a la eliminación de radicales libres, previniendo el envejecimiento y ciertas enfermedades (Druni, 2019).

## **2.6 Cremas**

Se trata de una emulsión compuesta por agua y aceite, con la proporción de estos componentes determinando la consistencia de la crema, ya sea como una emulsión agua en aceite o aceite en agua. Normalmente, contiene entre un 60% y un 80% de agua. Es especialmente adecuada para áreas con inflamación, humedad o presencia de vello, como las axilas e ingles. Al aplicarse sobre la piel, el agua se evapora, proporcionando una sensación refrescante, mientras que el aceite forma una capa



protectora. Aquellas cremas con una mayor proporción de aceite, o fase grasa, resultan óptimas para pieles secas, sensibles o con tendencia atópica, ya que ofrecen una mayor hidratación y nutrición (Bayer, 2023).

## Figura 8

### *Cremas homogéneas*



*Nota.* Base de crema homogénea. Obtenido por Pupiales y Torres, (2023).

### 2.6.1 Cremas terapéuticas

Son una combinación de agua y sustancias grasas, que, al ser no miscibles entre sí, se logran mezclar mediante la intervención de emulgentes para crear una mezcla estable. Se señala que las cremas pueden clasificarse en dos tipos: lipófilas e hidrófilas:

- **Cremas hidrófobas:** Por lo general, son anhidras y absorben cantidades reducidas de agua. Incluyen agentes emulsificantes de agua/aceite.
- **Cremas hidrófilas:** Contienen bases miscibles con agua y emplean agentes emulsificantes de aceite/agua, como jabones de sodio o trietanolamina, y alcoholes grasos sulfatados. Estas cremas son esencialmente miscibles con las secreciones cutánea (López et al., 2017).

### 2.6.2 Cremas nutritivas, humectantes, hidratantes, emolientes y reparadoras

La función de la humectante consiste en resguardar la superficie cutánea y brindarle suavidad, impidiendo la pérdida de agua propia de la piel. A diferencia de esta, la crema hidratante contribuye con agua y sales a las capas más internas de la piel. Un ingrediente hidratante común hoy en día es el ácido hialurónico, presente

naturalmente en diversos tejidos del cuerpo, con la capacidad de atraer y retener agua, mejorando la elasticidad y reduciendo la flacidez de la piel. En cuanto a las cremas nutritivas, estas suministran lípidos a la piel, fundamentales para la regeneración celular (Laboratorios BOR, 2023).

Las cremas hidratantes se aplican durante el día en el rostro para proporcionar hidratación y frescura, es decir, otorgan un aporte adicional de agua a la tez. Por otro lado, las cremas nutritivas, utilizadas en la noche, suministran a la piel no agua, sino lípidos, moléculas grasas que regeneran la dermis y son esenciales para el bienestar facial (Garnier, 2017).

Los emolientes son sustancias que contribuyen a hidratar la piel, retienen el agua en ella, previenen la sequedad y le proporcionan suavidad y flexibilidad. Lo que la distingue de una crema hidratante es que la emoliente aborda la piel dañada por la sequedad, ya sea por agentes externos o enfermedades cutáneas como dermatitis atópica, xerosis, ictiosis o psoriasis, y actúa como un calmante. Mientras tanto, la crema hidratante solo aporta agua (Díaz, 2021). Por otro lado, una crema reparadora para la piel se caracteriza por tener ingredientes y fórmulas regeneradoras, especialistas en apresurar y mejorar la reparación de la piel, minimizando el riesgo de marcas (La Roche-Posay, 2023).

### **2.6.3 Base de la crema de uso cosmético**

La utilización de cremas base implica trabajar con una emulsión básica lista para enriquecer con ingredientes activos, así como personalizar su aroma y color. En resumen, se trata de una formulación neutra que requiere la adición de diversos ingredientes en proporciones adecuadas para completar su elaboración y conferirle propiedades beneficiosas para la piel. Las cremas base permiten la creación rápida y sencilla de productos cosméticos personalizados en minutos, convirtiéndose en la opción ideal para iniciar un régimen de cuidado de la piel (Duarte, 2021).

#### **2.6.3.1 ¿Cómo se usan las cremas base?**

En cuanto al uso de las cremas base, Duarte (2021) propone un proceso de tres pasos que se puede llevar a cabo en pocos minutos:

- Pesaje preciso de los ingredientes: Es esencial respetar las cantidades y proporciones de la receta, comenzando con el pesaje de la crema base seleccionada en un recipiente limpio y desinfectado.
- Enriquecimiento y personalización: Agregar a la crema base los activos cosméticos en las cantidades recomendadas. También se puede incorporar unas gotas de esencia aromática y colorante para obtener un producto con un toque de color y una fragancia agradable.
- Mezcla y envasado: Después de incorporar todos los ingredientes a la crema base, es necesario mezclar durante unos minutos para lograr una integración perfecta de todos los componentes. Finalmente, solo queda envasar el producto y verificar el pH.

#### **2.6.4 Beneficios de las cremas de uso terapéutico**

Aplicar regularmente una crema corporal con propiedades antiinflamatorias ofrece varios beneficios, entre los cuales se encuentra

- Eliminar la piel seca, erradicando la apariencia de "piel de cocodrilo" en áreas reseca.
- Mantener la piel más fresca al incrementar su contenido de agua.
- Mejorar la elasticidad facial, eliminando la sensación de tirantez.
- Brindar alivio en caso de golpes en cualquier parte del cuerpo.
- Reducir la propensión a arrugas y manchas cutáneas (Freire, 2022).

Por tanto, cuidar la piel y prevenir lesiones en cualquier estación del año resulta fundamental. Mantener la piel en condiciones óptimas no solo contribuye a la salud física, sino que también aporta bienestar emocional al lucir una apariencia cuidada (Freire, 2022).

#### **2.7 In vitro**

Un ensayo realizado in vitro, es decir, fuera de un organismo vivo, generalmente en tejidos, órganos o células aislados. Los datos in vitro pueden utilizarse para cumplir total o parcialmente con los requisitos de información que, de lo contrario, requerirían la generación de datos a través de ensayos en organismos vivos (ensayos in vivo). Los métodos in vitro se clasifican en aquellos que cumplen con los criterios

de validación internacionalmente acordados y aquellos que no. Para su registro, se prefieren métodos que estén suficientemente desarrollados según los criterios de desarrollo de ensayos acordados a nivel internacional, como los criterios de prevalidación del Centro Europeo para la Validación de Métodos Alternativos (CEVMA) (European Chemical Agency, 2021).

Los ensayos *in vitro*, debido a su amplio uso, cuentan con un amplio respaldo tecnológico y, en comparación con los ensayos *in vivo*, presentan diversas ventajas, tales como:

- Menor cantidad de variables incontrolables.
- Mayor economía y controlabilidad.
- Menor variabilidad en la respuesta biológica.
- Eliminación del uso de animales vivos.
- Mayor capacidad de procesamiento.
- Mayor idoneidad para la automatización.
- Mayor flexibilidad y rapidez.
- Mayor diversidad de tecnologías disponibles (Vega et al., 2022).

### **2.7.1 Que son las pruebas *in vitro***

Las pruebas *in vitro* representan un elemento crucial en la investigación biológica, ofreciendo una manera de examinar la respuesta de células humanas, animales o microbianas en cultivo. En términos simples, "*in vitro*" es una expresión latina que significa "dentro del vidrio", y estas pruebas se llevan a cabo típicamente en un entorno controlado, como un laboratorio, fuera del organismo vivo, utilizando una muestra extraída del mismo. La alusión al vidrio se refiere al hecho de que comúnmente en el laboratorio se manipula la muestra mencionada en tubos de ensayo o placas de cristal. Aunque la muestra más comúnmente utilizada es la sangre, existen otras posibilidades, como por ejemplo, un fragmento de piel en el caso de una biopsia cutánea (De la Fuente, 2018).

### **2.7.2 Para qué sirven las pruebas *in vitro***

Las técnicas *in vitro* buscan analizar las secuelas de una variable experimental, incitada por un producto (farmacéutico, biológico, cosmético, etc.), en

componentes determinados de un organismo, como tejidos, órganos, componentes celulares, células, proteínas y/o receptores. Estas técnicas son llevadas a cabo en placas de petri, tubos de ensayo, de esta forma se facilita cribas automatizadas de alto rendimiento (HTS - *High Throughput Screening*) (Ramírez, 2020).

El técnico responsable de ensayos in vitro toma la responsabilidad de ejecutar este tipo de pruebas con la finalidad de evaluar los efectos terapéuticos o farmacológicos, comprender el mecanismo de acción, la distribución, la potencial toxicidad y excreción (estudios de ADME-T: absorción-distribución-metabolismo-excreción y toxicidad) de nuevos fármacos o cosméticos. Estos ensayos no solo reducen el tiempo y el costo asociado al estudio de nuevos productos, sino que también disminuyen la necesidad de estudios con animales, aunque no los reemplazan, ya que dichos estudios son obligatorios por ley para garantizar la seguridad en pacientes. En consecuencia, una empresa que considera iniciar el costoso proceso de desarrollo de un nuevo producto puede tomar decisiones informadas y optimizar sus inversiones gracias a los datos generados por estos ensayos (Ramírez, 2020).

### **2.7.3 Las pruebas in vitro como pruebas en cremas terapéuticos**

Las pruebas in vitro son llevadas a cabo por personal debidamente capacitado, generalmente utilizando tubos de ensayo o microscopios. Su característica distintiva es que siempre se realizan fuera e independientemente de un organismo vivo. Estas pruebas pueden efectuarse en muestras de células, en modelos reconstructivos de epidermis o córnea, o en tejidos que imitan el comportamiento de la piel. Se investiga el impacto del producto al entrar en contacto superficial con el cuerpo humano, proporcionando información precisa (Canipeç, 2018).

Los estudios que emplean modelos experimentales in vitro son elementos esenciales para entender los efectos de nuevos principios activos. Estos modelos experimentales permiten cuantificar con precisión los niveles de exposición, eliminando muchas variables externas que podrían afectar la respuesta del principio activo. Además, se utilizan para investigar la patogenia de enfermedades y evaluar posibles fármacos antiinflamatorios con fines clínicos (Bonilla, 2021)

## CAPITULO III

### 3. MARCO METODOLOGICO

#### 3.1 Ubicación de la investigación

La presente investigación se desarrolló en la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Ingeniería Agroindustrial, instalaciones del Departamento de Investigación.

**Tabla 5**

*Ubicación del ensayo*

Ubicación	Localidad
Provincia	Bolívar
Cantón	Guaranda
Sector campus	Laguacoto II
Parroquia	Veintimilla
Dirección	Vía Guaranda – San Simón Km 1 ½
Establecimiento	Universidad Estatal de Bolívar
Unidad de Producción	Laboratorio de investigación

#### 3.2. Situación geográfica y climática de la fase experimental

**Tabla 6**

*Situación geográfica y climática de la fase experimental*

Parámetro	Valor
Altitud	2640 msnm
Latitud	01°34'15" S
Longitud	79°0'02" W
Temperatura mínima	8°C
Temperatura media anual	14.8°C
Temperatura máxima	21°C
Humedad relativa promedio	75%

*Nota.* Estación Meteorológica Laguacoto II. UEB (2019 -2021.)

### **3.3. Zona de vida**

Está ubicada en el centro del Ecuador, dentro de la región andina; en una zona climática no muy fría, con una temperatura promedio de 16 °C, Puga (2017).

### **3.4. Materiales y equipos**

#### **3.4.1 Material experimental (especies vegetales)**

- Eucalipto (*Eucalyptus*)
- Pino (*Pinus*)
- Menta (*Mentha*)
- Caléndula (*Caléndula officinalis*)

#### **3.4.2 Material experimental (aceites esenciales)**

- Aceite de Eucalipto (*Eucalyptus*)
- Aceite de Pino (*Pinus*)
- Aceite de Menta (*Mentha*)
- Aceite de la Flor de Caléndula (*Caléndula officinalis*)

#### **3.4.3 Materiales de laboratorio**

- Bandejas
- Barrilla de agitación
- Crisoles
- Envases de plástico de 25 g
- Gradilla
- Guantes herméticos
- Jeringas
- Mesa de trabajo
- Mortero
- Pinzas
- Platos para muestra
- Probetas

- Pipetas
- Puntas
- Tubos de ensayo
- Tubos de ependor

#### **3.4.4 Materiales de bioseguridad**

- Alcohol antibacterial
- Cofia
- Gel antibacterial
- Guantes de nitrilo
- Mandil
- Mascarilla
- Zapatos de goma

#### **3.4.5 Materiales de oficina**






- Bolígrafos
- Calculadora
- Cámara fotográfica
- Cuaderno
- Impresora
- Internet
- Libreta de apuntes
- Laptop
- Masquen
- Tijeras

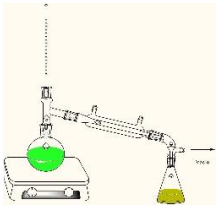
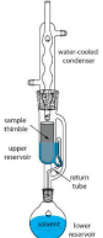






### 3.4.6 Equipos

**Tabla 7**

*Equipos*

Equipo	Función	Imagen
Balanza analítica	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pesar muestras</li></ul>	
Baño María	<ul style="list-style-type: none"><li>• Calentamiento de muestras</li></ul>	
Balanza alógena luz	<ul style="list-style-type: none"><li>• Determinar el porcentaje de agua de especies vegetales</li></ul>	
Decantadores	<ul style="list-style-type: none"><li>• Separador de componentes de mayor densidad que el agua</li></ul>	
Estufa	<ul style="list-style-type: none"><li>• Esterilizar</li><li>• Secar</li><li>• incubar</li></ul>	

<p>Equipo de hidrodestilación</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo para obtener aceites esenciales de plantas aromáticas</li> </ul>	
<p>Equipo de Soxhlet</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo para extracción de grasas o aceites</li> </ul>	
<p>Fuente de calor (manta de calentamiento)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo que genera calor de manera eficiente y uniforme</li> </ul>	
<p>Incubadora</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dispositivo que se utiliza para cultivar agentes microbiológicos</li> </ul>	
<p>Mufla</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pruebas de altas temperaturas</li> <li>• Pruebas de calentamiento</li> <li>• Incineración de muestras orgánicas e inorgánicas</li> </ul>	
<p>Pehachimetro</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prueba para medir el pH de los aceites o la acidez</li> </ul>	

Picnómetros 10ml	<ul style="list-style-type: none"> <li>Medición de productos oleosos</li> </ul>	
Refractómetro digital	<ul style="list-style-type: none"> <li>Medir el índice de refracción de un medio material</li> </ul>	
Refrigerador	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantiene las muestras frescas</li> </ul>	

### 3.4.7 Reactivos

- Éter de petróleo ( $C_6H_6$ )
- Etanol ( $H_3CH_2OH$ )
- Agua destilada ( $H_2O$ )
- Alcohol ( $C_2H_6O$ )
- Citrato de sodio ( $Na_3C_6H_5O_7$ )
- Destroza (glucosa) ( $C_6H_{12}O_6$ )
- Ácido cítrico ( $C_6H_8O_7$ )
- Cloruro de sodio ( $NaCl$ )
- Cloruro de potasio ( $KCl$ )
- Fosfato de sodio bibásico ( $Na_2HPO_4 \cdot 2H_2O$ )
- Fosfato de potasio monobásico ( $KH_2PO_4$ )

### 3.5. Métodos

#### 3.5.1. Factores en estudio

Se aplicó un diseño completamente aleatorizado A x B en arreglo factorial 4x2 con 3 repeticiones a nivel de laboratorio. De los resultados obtenidos se seleccionaron el tratamiento que presento los mejores valores de acuerdo al análisis de las variables experimentales.

Los factores considerados para la obtención de aceites esenciales son: factor A: Especie vegetales (Pino, Eucalipto, Menta y Caléndula), factor B: Métodos de extracción (Soxhlet, Hidrodestilacion) como se describe en la tabla 8.

**Tabla 8**

*Factores de estudio*

Factores de estudio	Código	Niveles
Especies vegetales	A	$a_1$ : Pino
		$a_2$ : Eucalipto
		$a_3$ : Menta
		$a_4$ : Caléndula
Método de extracción	B	$b_1$ : Soxhlet
		$b_2$ : Hidrodestilacion

*Nota.* Las variables respuestas son el pH, rendimiento en volumen, índice de refracción y densidad

#### 3.5.2 Tratamientos

Los tratamientos considerados para el estudio fueron:

**Tabla 9**

*Tratamientos*

Tratamientos	Código	Niveles
		A(especies vegetales) B(métodos de extracción)
T1	$a_1 b_1$	Pino Soxhlet
T2	$a_1 b_2$	Pino Hidrodestilacion
T3	$a_2 b_1$	Eucalipto Soxhlet
T4	$a_2 b_2$	Eucalipto Hidrodestilacion
T5	$a_3 b_1$	Menta Soxhlet

T6	$a_3 b_2$	Menta	Hidrodestilacion
T7	$a_4 b_1$	Caléndula	Soxhlet
T8	$a_4 b_2$	Caléndula	Hidrodestilacion

### 3.5.3. Características del experimento

En la Tabla 10 se presentó el experimento con: número de factores, número de niveles, número de repeticiones, número de unidades experimentales, tamaño unidad experimental, variable de respuesta y aleatorización.

**Tabla 10**

*Características del experimento*

Características del diseño factorial	Detalle
Factores de estudio	2
Nivel Factor A	4
Nivel Factor B	2
Tratamientos	8
Repeticiones	3
Unidades experimentales	24
Tamaño unidad experimental	20g
Variable respuesta	4

### 3.6. Diseño experimental

De acuerdo a las características del experimento se aplicó un diseño experimental en arreglo factorial A x B (4x2) con tres repeticiones, la expresión matemática es:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

**Donde:**

$Y_{ijk}$ : Variable sujeta de medición

$\mu$  : Media General

$A_i$ : Efecto del factor A

$B_j$ : Efecto del factor B

$AB_{ij}$ : Efecto de la Interacción (A x B)

$\varepsilon_{ijk}$ : Efecto del Error Experimental

### 3.7. Análisis estadístico

Para establecer las diferencias entre los tratamientos se aplicó un análisis de varianza (ANOVA). Para conocer las diferencias entre las medias de los tratamientos se aplicó la prueba de Diferencia Mínima Significativa (LSD), al 5% del nivel de significancia.

#### 3.7.1 Pruebas de rangos múltiples

Se aplicó un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, con un nivel de diferencia estadísticamente significativa del 95% de confianza. El modelo matemático es:

$$LSD = t_{\alpha/2, (k-1)(b-1)} \sqrt{\frac{2CM_E}{b}}$$

Donde:

$LSD$ : valor de la diferencia mínima significativa

$t_{\alpha/2}$ : valor de la tabla T student a una cierta significancia

$(k - 1)(b - 1)$ : grados de libertad del  $CM_E$

$b$ : número de bloques o réplicas

### 3.7.2 Análisis de Varianza (ANOVA)

El modelo de análisis de varianza (ANOVA), para el diseño experimental factorial AxB es:

**Tabla 11**

*Análisis de Varianza*

<i>Fuente de variabilidad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrado medio</i>	$F_0$	<i>Valor-p</i>
Efecto A	$SC_A$	a-1	$CM_A$	$CM_A/CM_E$	$P(F > F_0^A)$
Efecto B	$SC_B$	b- 1	$CM_B$	$CM_B/CM_E$	$P(F > F_0^B)$
Efecto AB	$SC_{AB}$	(a-1)b-1()	$CM_{AB}$	$CM_{AB}/CM_E$	$P(F > F_0^{AB})$
Error	$SC_E$	ab(n-1)	$CM_E$		
total	$SC_T$	abn-1			

*Nota.* Gutiérrez & Salazar (2008).

Una vez determinado el mejor tratamiento, se procedió con la aplicación de un diseño de mezclas.

### 3.8. Modelo del diseño de mezclas

**Tabla 12**

*Diseño de mezclas*

Factor de estudio	Código	Combinaciones
Especies vegetales	T	t <sub>1</sub> : eucalipto (25%) + Pino (25%) + menta (25%) + caléndula (25%)
		t <sub>2</sub> : eucalipto (16,6%) + Pino (50%) + menta (16,6%) + caléndula (16,6%)
		t <sub>3</sub> : eucalipto (8,33%) + Pino (75%) + menta (8,33%) + caléndula (25%)
		t <sub>4</sub> : eucalipto (3,33%) + Pino (90%) + menta (3,33%) + caléndula (3,33%)

### 3.9. Metodología experimental

Los análisis de las materias primas fueron:

### 3.9.1 Análisis físico químicos de las especies vegetales

**Tabla 13**

*Análisis físico*

Análisis	Unidad	Métodos
Humedad	%	UNE-EN ISO 18134-3
Cenizas	%	UNE-EN ISO 18122
Volátiles	%	UNE-EN ISO 18123
Análisis Elemental	%	UNE-EN ISO 15104

*Nota:* En la tabla 13 indica los análisis físicos que se realizó a las materias prima con su unidad y métodos.

### 3.10. Proceso de obtención de aceites esenciales por método de Soxhlet e Hidrodestilacion

#### 3.10.1 Pasos proceso para la obtención de aceites esenciales por método de Soxhlet

El proceso de obtención se detalla a continuación.

- a) Recepción de la materia prima y Preparación
- b) Pulverizado y Pesado
- c) Extracción
- d) Separación
- e) Envasado y Almacenado

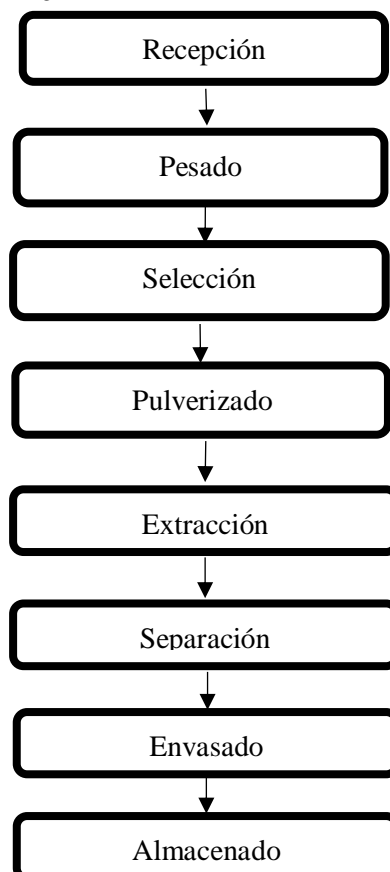
Se describe cada una de las etapas del proceso:

- a) **Recepción de la materia prima y Preparación:** la materia prima (Pino, Eucalipto, Menta, Caléndula), ingreso al laboratorio de investigación. Se recolecto en fundas siplot para mantener lo mejor posible la forma del cultivo. En esta etapa se pesó la materia prima en una balanza de capacidad de 20 kg. La cantidad que ingreso fue: de 60 kg. En esta etapa también se separó las impurezas que afecten la calidad de los aceites.



- b) **Pulverizado y Pesado:** se pulverizo las materias primas para una mejor manipulación e ingreso al dedal de celulosa. En esta etapa se pesó 5 g en una balanza analítica, en el balón de vidrio de 1000 ml se colocó 400 ml de éter de petróleo para la extracción de aceites.
- c) **Extracción:** se colocó las hojas pulverizadas dentro del dedal de celulosa, con una cantidad de 5 g, con cantidad 400 ml de éter de petróleo en balón de vidrio, en un equipo de extracción Soxhlet (Glassco), con una manta de calentamiento (Heating) a una temperatura 70°C menor a la temperatura de ebullición del solvente (Etanol 78,5°C- Éter de petróleo).
- d) **Separación:** La extracción obtenida por Soxhlet fue llevada a un rota evaporador (Pselecta) para separar el aceite del solvente a una temperatura de 60°C por 1h, para obtener 0,5 ml de aceite esencial con solvente.
- e) **Envasado y Almacenado:** los aceites esenciales se pusieron en frascos ámbar de 10ml con aluminio. En esta etapa se puso a refrigeración para evitar contaminación y que sus componentes no se volatilicen muy rápido. En esta etapa final mente se almaceno el producto en un lugar fresco y seco.

### 3.10.1.1 Diagrama de flujo extracción de aceites esenciales por método de Soxhlet



### 3.10.2 Pasos Proceso para la obtención de aceites esenciales por método de Hidrodestilación

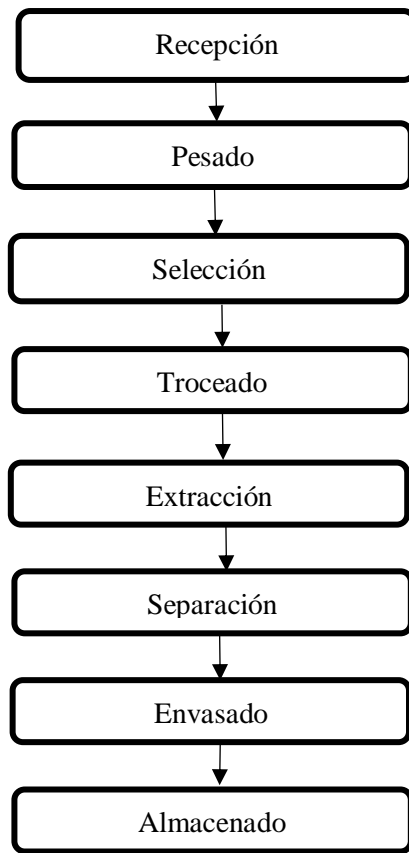
El proceso de obtención se detalla a continuación.

- a) Recepción de la materia prima y Preparación
- b) Troceado y Pesado
- c) Extracción y Separación
- d) Envasado y Almacenado

Se describe cada una de las etapas del proceso:

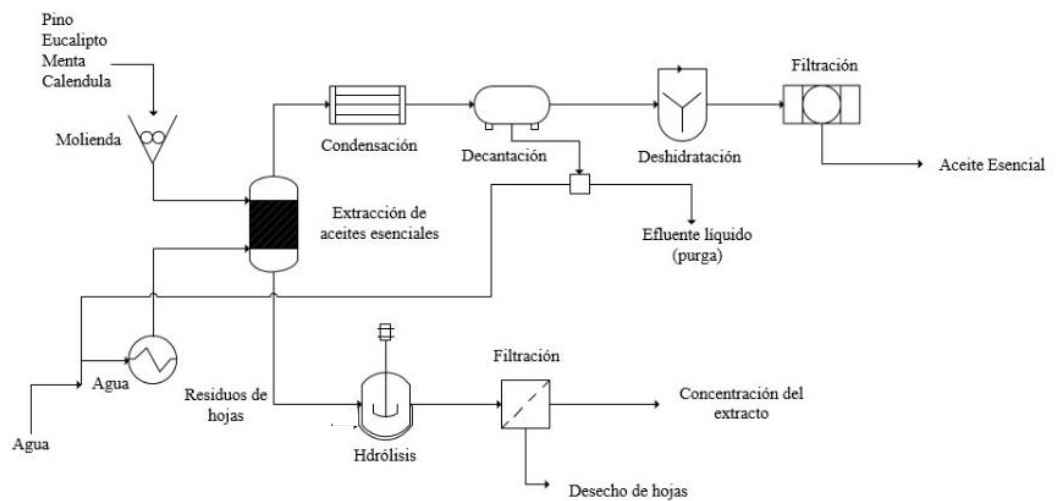
- a) **Recepción de la materia prima y Preparación:** las cuatro materias primas (Pino, Eucalipto, Menta, Caléndula) ingreso al laboratorio de investigación. Se recolecto en fundas siplot para mantener lo mejor posible la forma del cultivo. En esta etapa se pesó la materia prima en una balanza de capacidad de 20 kg. La cantidad que ingreso fue: de 60kg. En esta etapa también se separó las impurezas que afecten la calidad de los aceites.
- b) **Troceado y Pesado:** se cortó en trozos pequeños para una mejor manipulación e ingrese en el balón de vidrio de 1000 ml. En esta etapa se pesó 125g en una balanza analítica en cada balón de vidrio para la extracción de aceites.
- c) **Extracción y Separación:** se colocó las hojas dentro del balón, una cantidad de 125g con la misma cantidad de agua destilada. Se colocó en el hidrodestilador a una temperatura de 100 °C durante 30 min. Se obtuvo en vasos de precipitación agua y aceite. En esta etapa se procedió a separar el agua del aceite, que se coloca en los tres decantadores el agua y aceite. Se dejó en reposo durante una hora para obtener 0,05 ml de aceite esencial.
- d) **Envasado y Almacenado:** los aceites esenciales se pusieron en frascos ámbar de 10 ml con aluminio. En esta etapa se puso a refrigeración para evitar contaminación y que sus componentes no se volatilicen muy rápido. En esta etapa finalmente se almaceno el producto en un lugar fresco y seco.

### 3.10.2.1 Diagrama de flujo extracción de aceites esenciales



### 3.10.3. Diagrama de proceso de la extracción de aceite esencial

Figura 8 Diagrama de proceso de la extracción de aceite esencial



### 3.11. Análisis de aceites esenciales

Los parámetros y métodos utilizados en el análisis de los aceites esenciales de Pino (*Pinus*), Eucalipto (*Eucalyptus*), Menta (*Mentha*), Caléndula (*Caléndula officinalis*)

**Tabla 14**

*Propiedades químicas de los aceites esenciales*

Análisis	Unidad	Métodos
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	INEN 35;1973-08
Índice de refracción	nD	NMX-K-129-1976
Índice de acidez	mg, OH/g	NP-ISO 1242
pH		NOM-001-SEMARNAT-2021

*Nota:* En la tabla 14 indica los análisis químicos que se realizó a los aceites esenciales de Pino, Eucalipto, Menta y Caléndula con su unidad y métodos.

#### 3.11.1 Análisis por cromatografía de gases de los aceites esenciales

Se determinó los compuestos volátiles presentes en los aceites esenciales a partir de Pino, Eucalipto, Menta y Caléndula, se lo realizó mediante el análisis de cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (GC - MS).

##### 3.11.1.1 Análisis de cromatografía del aceite esencial de Pino, Eucalipto, Menta y Caléndula

Se procedió a ingresar en el cromatógrafo de marca AGILENT TECHNOLOGIES 7890 A, con un detector de marca AGILENT TECHNOLOGIES 5977A (MSD), y una columna DB-WAXetr (60m x 0.250mm x 0.25µm), a una temperatura del inyector: 220°C. Volumen de inyección: 1 µL en modo split 50:1. Programa térmico: temperatura del horno 50 °C durante 10 minutos, se incrementó de 50 °C a 100 °C a razón de 1 °C/min y finalmente se incrementó de 100 °C a 250 °C a razón de 5 °C/min durante 20 minutos. La temperatura del detector: 250 °C Tiempo total de corrida: 110 minutos

### 3.11.1.2. Análisis de cromatografía del aceite esencial de caléndula (HP-5MS)

Se procedió a ingresar en el cromatógrafo de marca AGILENT TECHNOLOGIES 7890 A, con un detector de marca AGILENT TECHNOLOGIES 5977A MSD, y una columna HP-5MS (30m x 0.250mm x 0.25 $\mu$ m), con una temperatura del inyector: 250°C. Volumen de inyección: 1  $\mu$ L en modo split 10:1. Programa térmico: La temperatura del horno 60 °C, se incrementó de 60 °C a 180 °C a razón de 10 °C/min y finalmente se incrementó de 180 °C a 300 °C a razón de 20 °C/min durante 1 minuto. La temperatura del detector: 260 °C, tiempo total de corrida: 19 minutos

### 3.12. Elaboración de crema terapéutica

Se llevó a cabo la utilización como aditivo los aceites obtenidos en la elaboración de un producto agroindustrial (crema), donde analiza espesor (ul), diámetro (mm), peso (g) y color, se considera la crema de grado cosmético el cual se aplica en cualquier parte de la piel. Fue realizado en el Laboratorio de Investigación de la Universidad Estatal de Bolívar.

Este proceso está compuesto por las siguientes etapas:

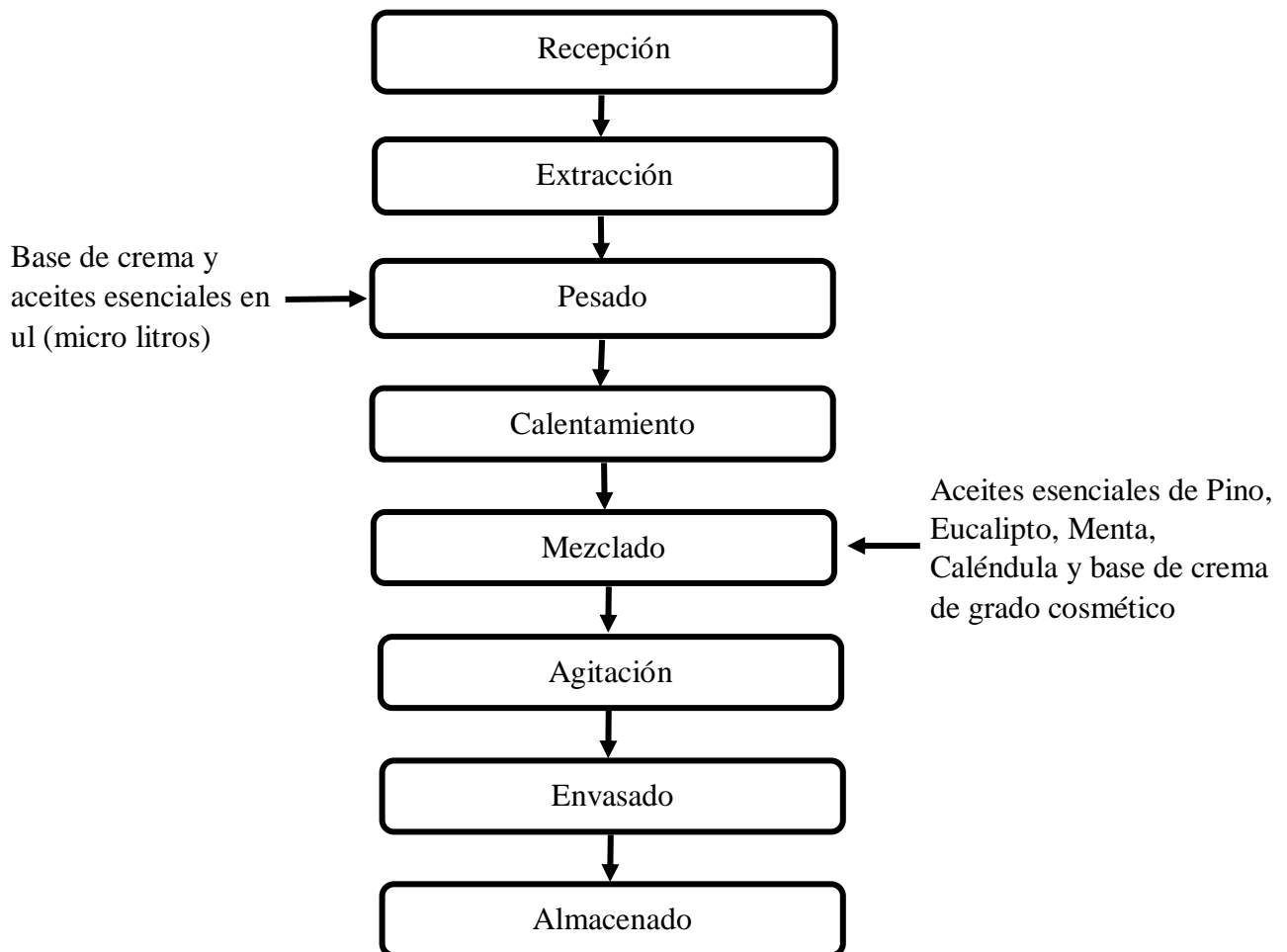
- a) Recepción de la materia prima y Pesado
- b) Calentamiento y Mezclado
- c) Agitación
- d) Envasado y Almacenado

A continuación, se describe cada una de las etapas del proceso:

- a) **Recepción de la materia prima y Pesado:** las materias primas es aceites esenciales (Eucalipto, Pino, Menta, Caléndula) ingreso al laboratorio de investigación. En esta etapa la materia prima una vez recibida se midió en  $\mu$ l (micro litros), con una pipeta para obtener la cantidad exacta de aceite esencial de 30 ml. En esta etapa se pesó 25 g de crema en diferentes vasos de precipitación

- b) **Calentamiento y mezclado:** en esta etapa se colocó a 40 °C en los vasos de precipitación con la base de la crema en el equipo durante 30 min. Pasado los 30 min se procedió a tomar las cantidades de 41,625  $\mu$ l de aceite esencial de Eucalipto, 1125  $\mu$ l de aceite esencial de Pino, 41,625  $\mu$ l de aceite esencial de Menta, 41,625  $\mu$ l de aceite esencial de Caléndula, tomados con la pipeta y se mezcló con la crema
- c) **Agitación:** después del mezclado se procedió a poner al baño maría durante 30 min, se agita la crema con los aceites esenciales para que se homogenicen.
- d) **Envasado y Almacenado:** Las cremas una vez bien mezclados y homogenizados se procede a poner en los envases de 25.250 g de crema. El producto final fue almacenado en un lugar fresco, seco y limpio, impidiendo la contaminación

### 3.12.1 Diagrama de flujo para la elaboración de crema con fines terapéuticos



### **3.13. Análisis de la crema con fines terapéuticos, prueba antiinflamatoria in-vitro**

El análisis antiinflamatorio fue utilizado el método Human Red Blood Cells Etabilization (HRBC)

#### **3.13.1 Preparación de las muestras**

La crema se pesó 0,040  $\mu$ l (microlitros), con agua destilada de un volumen de 10  $\mu$ l en diferentes tubos de ependor.

#### **3.13.2 Preparación de soluciones Alsever, Buffer, Hipo-salina e Iso-salina**

Se preparó 3 diferentes soluciones que son Alsever, Buffer, solución hipo-salina, solución iso-salina

#### **3.13.3 Alsever**

Se pesó diferentes químicos los cuales son los siguientes:

- Citrato de sodio (80 ml)
- Glucosa (200 ml)
- Ácido Cítrico (5 ml)
- cloruro de Sodio (42 ml)
- Se mezcla en un Erlenmeyer aforado con 100 ml de agua destilada

#### **3.13.4 Buffer**

Se pesó diferentes químicos los cuales son los siguientes:

- Cloruro de Sodio (800 ml)
- Cloruro de Potasio (20 ml)
- Fosfato de Sodio di básico (144 ml)
- Fosfato de Potasio monobásico (24 ml)
- Se mezcla en un Erlenmeyer aforado con 100 ml de agua destilada

### 3.13.5. Solución hipo-salina

- Cloruro de Sodio (360 ml), se mezcla en un Erlenmeyer aforado con 100 ml de agua destilada

### 3.13.5. Solución iso-salina

- Cloruro de Sodio (900 ml), se mezcla en un Erlenmeyer aforado con 100 ml de agua destilada
- Se pone en refrigeración para conservar las soluciones frescas.

### 3.13.6 Procedimiento del análisis de actividad antiinflamatoria in-vitro

La evaluación de la actividad antiinflamatoria in-vitro de la crema con fines terapéuticos se llevó a cabo con el siguiente proceso:

Se recogió sangre humana enteramente de voluntarios (que no habían tomado durante dos semanas anteriores del experimento y que se encuentren lo más sanas posibles). Se mezcló con un volumen de 5ml de glóbulos rojos más la solución Alsever. A continuación, la mezcla se centrifugó a 3000 rpm durante 10 min y se lavó con solución iso-salina. La sangre se reconstituyó con solución iso-salina y se hizo una suspensión al 10% v/v, la mezcla de reacción del ensayo que es de 4,5 ml, consta de 1 ml de tapón de fosfato (0,15 M, pH7,4), 2ml de solución hipo-salina (0,36%), la muestra con la crema (30 a 40 mg), y 0,5 ml de glóbulos rojos al 10% v/v, en iso-salina.

Las mezclas de ensayo se incubaron a 37 °C durante 30 minutos y se centrifugaron por 30 min, la solución sobrenadante se estimó mediante un análisis UV a 560 nm. Como fármaco de referencia se utilizó voltaren, tiene diclofenaco 100 y 200 ug, el control que se preparó omitiendo la crema representa el 100% de lisis de HRBC. El porcentaje de actividad de estabilización de la membrana se calculó mediante la fórmula

$$\text{Porcentaje de proteccion} = 100 \frac{Ab^1}{Ab^2} \times 100$$



**Donde:**

$A^1$ : es la absorbancia de la muestra

$A^2$ : es la absorbancia del control

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Análisis de las propiedades físicas y químicas de las materias primas

Se detallan los datos obtenidos del análisis físico y químico de las cuatro especies vegetales: Pino, Eucalipto, Menta y Caléndula; estos análisis fueron realizados en el Laboratorio de Investigación de la Universidad Estatal de Bolívar.

##### 4.1.1 Propiedades físicas

**Tabla 15**

*Propiedades físicas, Humedad, Cenizas y Volátiles totales*

Variables	Método	Especies Vegetales			
		Pino	Eucalipto	Menta	Caléndula
Humedad (%)	UNE-EN ISO 18134-3	8,57	12,00	12,17	10,36
Cenizas (%)	UNE-EN ISO 18122	8,79	7,23	12,96	9,44
Volátiles totales (%)	UNE-EN ISO 18123	75,76	73,20	71,88	80,47

En la tabla 15 se muestra los valores de humedad, cenizas y volátiles totales de las cuatro materias primas: Pino, Eucalipto, Menta y Caléndula. De acuerdo al estudio realizado por Juela, (2015), los valores de humedad están ligeramente diferente a los reportados en este estudio, 12% de Eucalipto, 12% del Pino, 70% de la Menta y 15% de la Caléndula. En lo relacionado a cenizas, López, (2017), menciona valores diferentes: 7% del Pino, 6,3% del Eucalipto, 1,7% de la Menta 5,92% de la Caléndula. Serret, (2022), da a conocer valores de volátiles: Pino 83,54%, Eucalipto 73%, Menta 71% y Caléndula 75%. Los valores mencionados por los diferentes autores difieren con los reportados en este estudio, probablemente por la metodología aplicada, estado de madures en el momento de recolectar la materia prima y por la conservación de las mismas.

#### 4.1.2 Propiedades químicas

**Tabla 16**

*Propiedades químicas: C, H, N, S*

Propiedades	Método		Especies vegetales			
			Pino	Eucalipto	Menta	Caléndula
Carbono (%)	UNE-EN 16966	ISO	44,93	46,33	40,48	45,37
Hidrogeno (%)	UNE-EN 16968	ISO	5,46	5,71	5,28	6,32
Nitrógeno (%)	UNE-EN 1696	ISO	1,98	1,37	4,25	2,76
Azufre (%)	UNE-EN 16969	ISO	0,06	0,02	0,33	0,07
Relación C/N (%)	UNE-EN 16970	ISO	22,88	33,8	9,52	16,07
Relación C/H (%)	UNE-EN 16971	ISO	8,17	8,11	7,67	7,18

En la tabla 16 se muestra el análisis elemental en porcentaje de las cuatro materias primas que son Pino, Eucalipto, Menta y Caléndula en estado seco, bajo el método UNE-EN ISO. González, (2005), obtuvo resultados superiores en carbono 49-50%, hidrógeno 6%, oxígeno 44-45%, y nitrógeno sólo 0.1-1%, en Pino.

#### 4.2 Propiedades físicas y químicas de los aceites esenciales

**Tabla 17**

*Propiedades químicas de los aceites esenciales*

Parámetro	Unidad	Especies Vegetales			
		Pino	Eucalipto	Menta	Caléndula
Densidad	$g/cm^3$	0,86	1,00	0,91	0,95
Índice de refracción	nD	1,48	1,46	1,46	1,45
Índice de acidez	mg	1,1	3,11	2,22	2,24
pH		4,52	6,62	5,1	6,13

La tabla 17 indica los valores de las propiedades químicas de los aceites esenciales. Los valores reportados se encuentran dentro de los rangos establecidos por la normativa. Otros

autores reportan valores ligeramente diferentes (Fernández, 2019., Escoto, 2017., Valenzuela,2020., Cristóbal,2020), en los parámetros analizados: densidad 0,89 a 0,92  $g/cm^3$ , índice de refracción 1,47  $nD$ , índice de acidez 1 a 2,8  $mg$ , pH 4,82. Es to se debe principal mente a la composición de las materias primas en el proceso de extracción.

### 4.3 Extracción de los aceites esenciales mediante Soxhlet e Hidrodestilación.

#### 4.3.1 Análisis de Varianza para la variable pH

**Tabla 18**

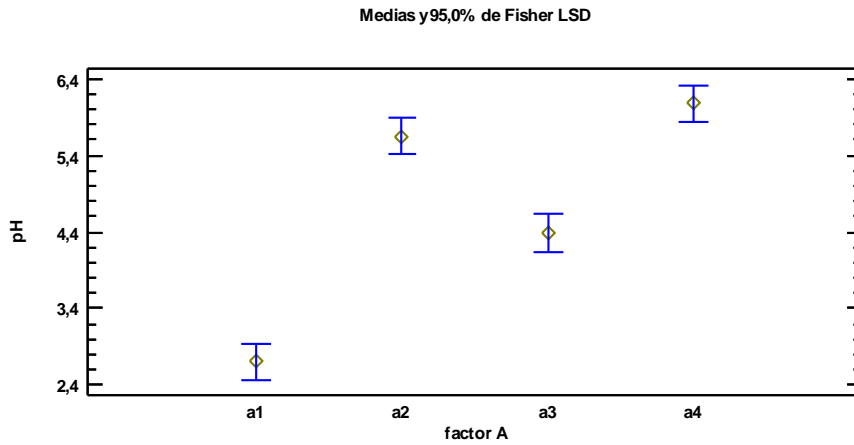
*Análisis de Varianza para la variable de respuesta pH*

<i>Fuente</i>	<i>Suma Cuadrados</i>	<i>de l</i>	<i>G Cuadrado Medio</i>	<i>Razón- F</i>	<i>Valor- P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:factor A	40,9086	3	13,6362	89,44	0,0000
B:factor B	17,7865	1	17,7865	116,66	0,0000
INTERACCIONES					
AB	7,97709	3	2,65903	17,44	0,0000
RESIDUOS	2,43938	1	0,152461		
TOTAL		6			
(CORREGIDO)	69,1116	2			
		3			

La tabla 18 indica el análisis de varianza, el cual descompone la variabilidad de la variable respuesta pH en contribuciones debidas al factor especies vegetales(A), y al factor métodos de extracción(B). Los valores de probabilidad, prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que 3 valores de probabilidad son menores que 0,05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre pH con un 95,0% de nivel de confianza.

### Figura 9

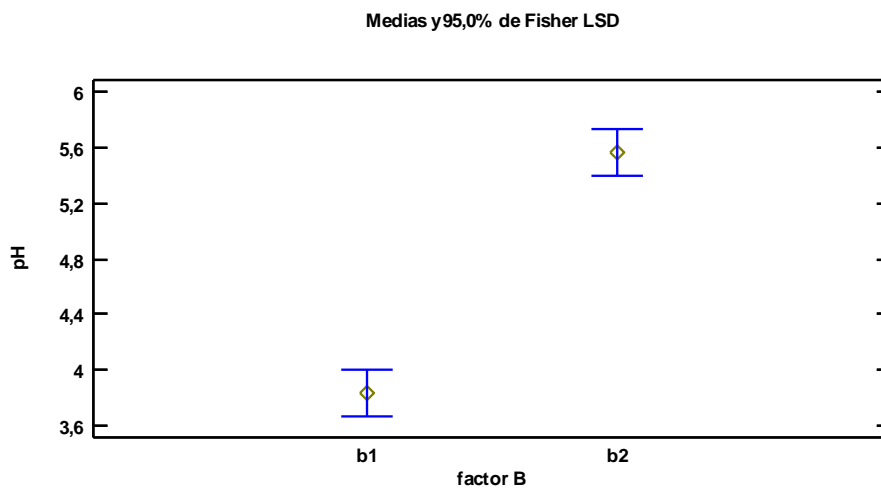
*Medias del Factor A en el pH*



En la figura 10. el tratamiento a1 es diferente de los tratamientos a2, a3, a4. El tratamiento a2 es diferente de los tratamientos a1 y a3, pero estadísticamente igual al tratamiento a4. El tratamiento a3 es diferente de los tratamientos a1, a2 y a4. El tratamiento a4 es diferente de los tratamientos a1 y a3, pero estadísticamente igual al tratamiento a2.

### Figura 10

*Medias del Factor B en el pH*



En la figura 10 se muestra la comparación de medias del factor métodos de extracción (B), en relación a la variable pH.

**Tabla 19***Pruebas de Múltiple Rangos para la variable pH*

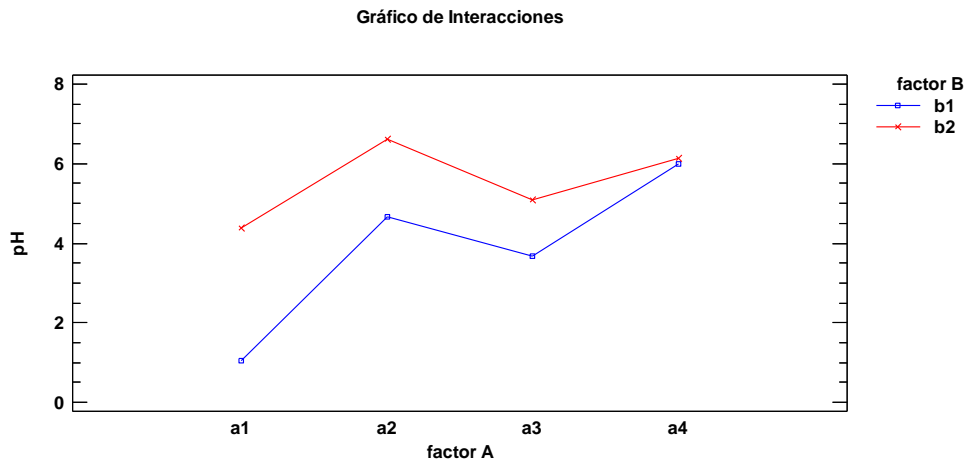
<i>factor A</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
a1	6	5,64433	0,159406	A
a3	6	2,71317	0,159406	B
a2	6	4,385	0,159406	C
a4	6	6,071	0,159406	D
<i>factor B</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
b1	12	3,8425	0,112717	A
b2	12	5,56425	0,112717	B

La tabla 19 indica los valores de medias de cada nivel y de cada factor: especies vegetales (A), y Métodos de extracción (B). En relación al factor A y B existen diferencias estadísticamente significativas. El mejor tratamiento en relación a la variable pH es el tratamiento a1b2 (aceite esencial de Pino extraído por Hidrodestilación)

Según Chevez, (2014), reporta valores de pH de 4,28 en el aceite esencial de Pino (*Pinus*), el valor reportado se asemeja al valor presentado en este estudio, pH de 4,52. Ticona, (2019), reporta un valor de pH del aceite esencial de Eucalipto (*Eucalyptus*) de 6,4., los valores presentes en este estudio es de 6,62. Según Ticona, O. & Quinato, D. (2010), reportan un valor de pH de 4,04 de aceite esencial de Menta (*Mentha*), el valor reportado de pH en la presente investigación es de 5,1 en el tratamiento a2b2. Según Sarmiento, O. (2010), nos menciona que el valor de pH del extracto acuoso de la Caléndula (*Caléndula officinalis L.*) fue de 6,4 y se relaciona con la determinación de ácido cítrico que se encuentra en gran proporción en la planta, con nuestro trabajo de investigación en función al pH podemos decir, que se encuentra en los valores de 6,13 en aceite esencial de Caléndula.

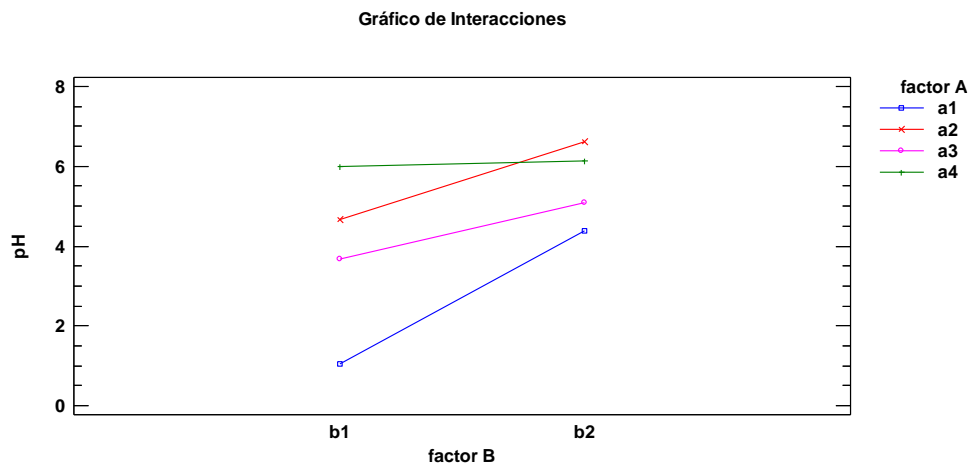
**Figura 11**

*Gráfico de interacciones para la variable de respuesta pH factor A*



**Figura 12**

*Gráfico de interacciones para la variable de respuesta pH factor B*



Las figuras 12 y 13 da a conocer la interacción entre los niveles del factor A y B en relación a la variable de respuesta pH. A medida que el valor del nivel a1 se incrementa, se incrementa de igual manera el valor del nivel b2, por lo que existe interacción.

### 4.3.3 Análisis de Varianza para Rendimiento de volumen

**Tabla 20**

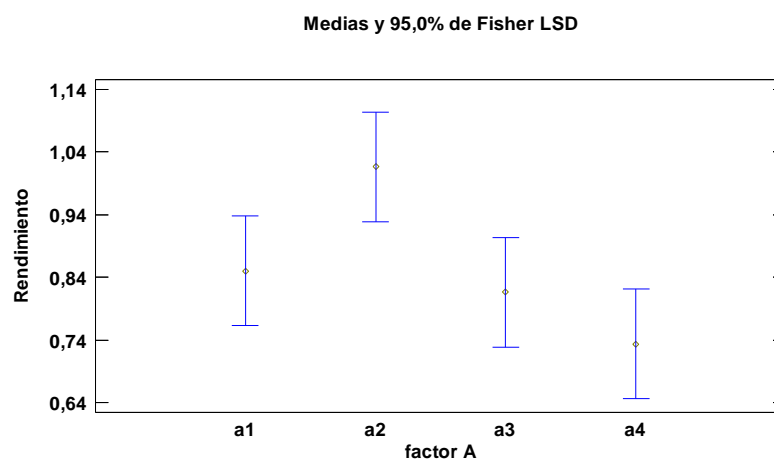
*Análisis de Varianza para la variable de respuesta Rendimiento de volumen*

<i>Fuente</i>	<i>Suma Cuadrados</i>	<i>de G l</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón- F</i>	<i>Valor- P</i>
<b>EFFECTOS</b>					
<b>PRINCIPALES</b>					
A:factor A	0,254583	3	0,0848611	4,16	0,0235
B:factor B	4,95042	1	4,95042	242,47	0,0000
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	0,467917	3	0,155972	7,64	0,0022
RESIDUOS	0,326667	1	0,0204167		
TOTAL		6			
(CORREGIDO)	5,99958	2			
		3			

La tabla 20 indica el análisis de varianza de la variable de respuesta del rendimiento de los aceites esenciales. En contribuciones debidas al factor especies vegetales(A), y al factor métodos de extracción(B). Los valores probabilidad prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que 3 valores probabilidad son menores que 0,05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre rendimiento con un 95,0% de nivel de confianza.

**Figura 13**

*Medias del Factor A de la variable rendimiento en volumen*

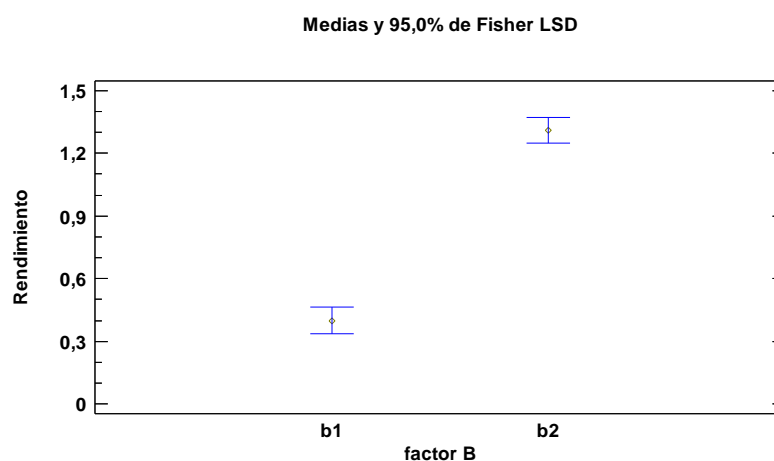




En la figura 13 se muestra la comparación de medias de los niveles del factor especies vegetales (A), y el factor métodos de extracción (B), en relación a la variable rendimiento en volumen.

**Figura 14**

*Medias del Factor B de la variable rendimiento en volumen*



En la figura 14 el tratamiento a1 es diferente del tratamiento a2, pero estadísticamente igual a los tratamientos a3 y a4. El tratamiento a2 es diferente de los tratamientos a1, a3 y a4. El tratamiento a3 es estadísticamente igual a los tratamientos a1 y a4, pero diferente del tratamiento a2. El tratamiento a4 es estadísticamente igual a los tratamientos a1 y a3, pero diferente del tratamiento a2

**Tabla 21**

*Pruebas de Múltiple Rangos para la variable de respuesta Rendimiento en volumen*

factor A	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
a4	6	0,733333	0,0583333	A
a3	6	0,816667	0,0583333	A
a1	6	1,01667	0,0583333	B
a2	6	0,85	0,0583333	C
factor B	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
b1	12	0,4	0,0412479	A
b2	12	1,30833	0,0412479	B

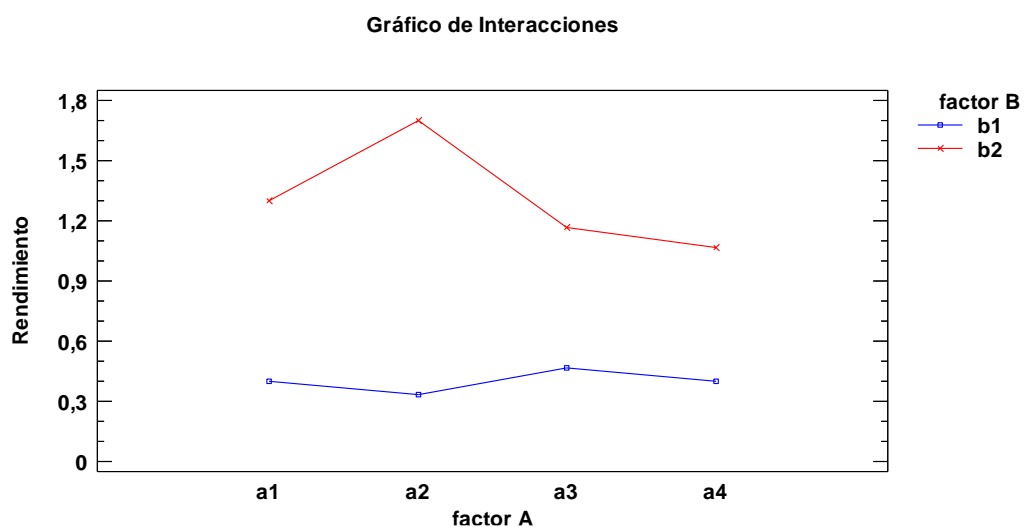
La tabla 21 indica los valores de medias de cada nivel y de cada factor. Factor especies vegetales (A), Y Factor Métodos de extracción (B). En relación al factor A y B, existen diferencias estadísticamente significativas. El mejor tratamiento en

relación a la variable rendimiento en volumen es el tratamiento a1b2(aceite esencial de Pino extraído por hidrodestilación)

Se presentan los valores de rendimiento direccionados al punto neutro. Según Chevez. (2014), menciona que el rendimiento es de 1,6 en aceite esencial de Pino (*Pinus*), el valor reportado difiere a los datos presentados en este estudio que es de un rendimiento de aceite esencial de pino es de 0,5 a 1,4 de aceite esencial. Lipa, (2014), reporta un rendimiento de aceite esencial de Eucalipto (*Eucalyptus*) de 0.5 a 0.4 ml/100 gr. hojas, los valores presentes en este estudio varía de 0,4 a 1,9 ml/125gr en rendimiento del aceite esencial de Eucalipto. Según Paredes, O. & Quinato, D. (2010) reportan un rendimiento de 0.5 a 0.6 de Menta (*Mentha*), en la presente investigación el rendimiento de aceite esencial de Menta es de 0,5 a 1.4 ml/g. Sarmiento, O. (2010), nos menciona que el rendimiento de la Caléndula (*caléndula officinalis L.*) fue de 0.8 en flores frescas, con nuestro trabajo de investigación en función al rendimiento, podemos decir que se encuentra en los valores de 0,5 a 1,2 en rendimiento del aceite esencial de Caléndula.

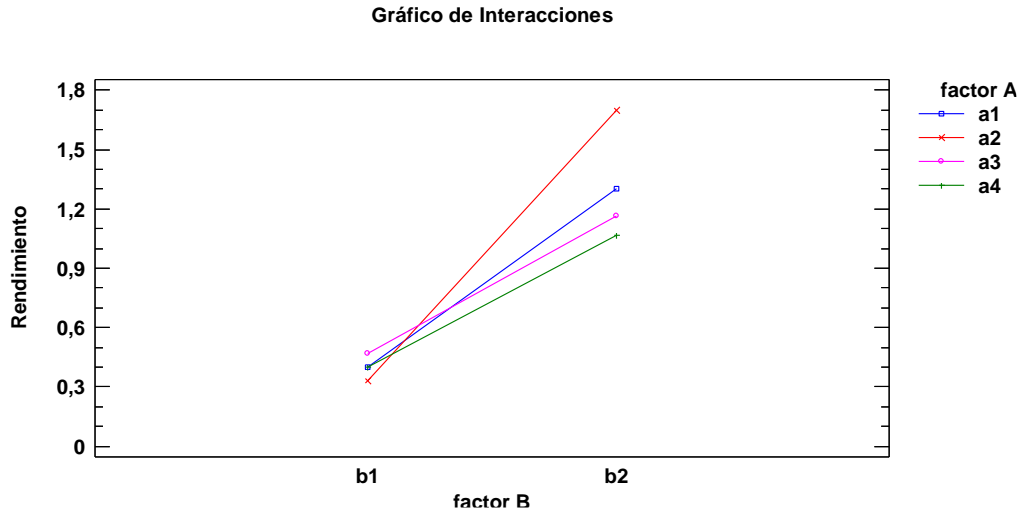
### Figura 15

Gráfico de interacciones la variable de respuesta Rendimiento en volumen Factor A



**Figura 16**

*Gráfico de interacciones la variable de respuesta Rendimiento en volumen Factor B*



En las figuras 16 y 17 se da a conocer la interacción entre los niveles del factor A y B en relación al rendimiento en volumen. A medida que el valor del nivel de un factor aumenta, aumenta el nivel de otro factor. Se puede notar que el nivel a2 del factor A que corresponde al valor de rendimiento más alto, interactúa con el nivel b2

#### 4.4.4 Análisis de Varianza para la variable de respuesta Índice de refracción

**Tabla 22**

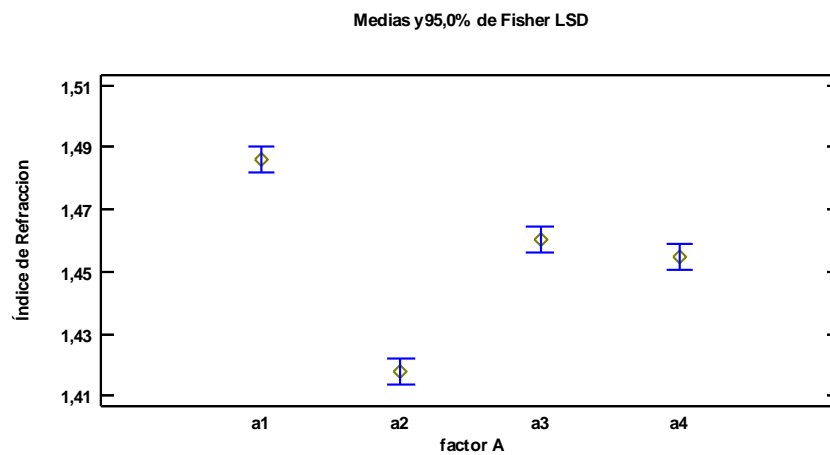
*Análisis de Varianza para la variable de respuesta Índice de refracción*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de G l</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A:factor A	0,0142128	3	0,00473761	96,77	0,0000
B:factor B	0,0002535	1	0,0002535	5,18	0,0370
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	0,0124308	3	0,00414361	84,64	0,0000
RESIDUOS	0,000783333	6	0,0000489583		
TOTAL (CORREGIDO)	0,0276805	3			

La tabla indica el análisis de varianza, el cual descompone la variabilidad de la variable respuesta del índice de refracción en contribuciones debidas al factor especies vegetales(A), y al factor métodos de extracción(B). Los valores de probabilidad prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que 3 valores de probabilidad son menores que 0,05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el índice de refracción con un 95,0% de nivel de confianza.

**Figura 17**

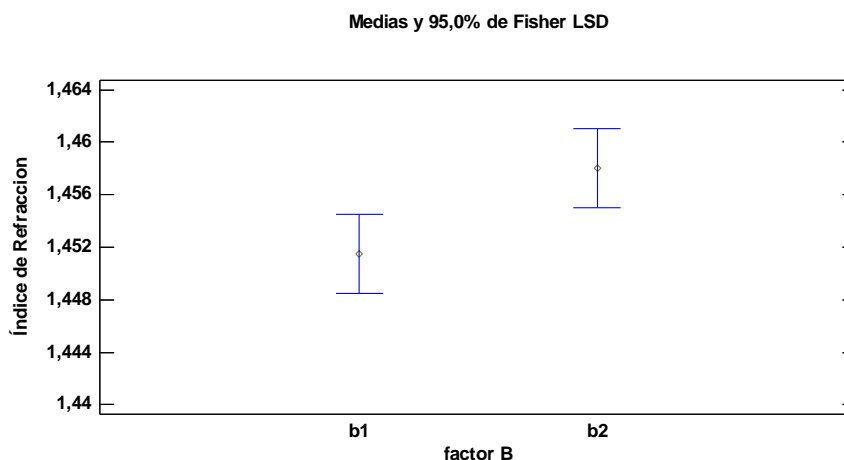
*Medias del Factor A de la variable Índice de refracción*



En la figura 17 el tratamiento a1 es diferente de los demás tratamientos a2, a3 y a4. El tratamiento a2 es diferente de los tratamientos a1, a3 y a4. El tratamiento a3 es estadísticamente igual al tratamiento a4, pero diferente de los tratamientos a1 y a2. El tratamiento a4 es diferente de los tratamientos a1 y a2, pero estadísticamente igual al tratamiento a3.

**Figura 18**

*Medias del Factor B de la variable Índice de refracción*



En la figura 18 se muestra la comparación de medias de los niveles del factor del factor métodos de extracción (B), en relación a la variable índice de refracción.

**Tabla 23**

*Pruebas de Múltiple Rangos para la variable de respuesta índice de refracción por factor A*

factor A	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
a2	6	1,41783	0,00285652	A
a4	6	1,455	0,00285652	B
a3	6	1,46017	0,00285652	CC
a1	6	1,486	0,00285652	D
factor B	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
b1	12	1,4515	0,00201987	A
b2	12	1,458	0,00201987	B

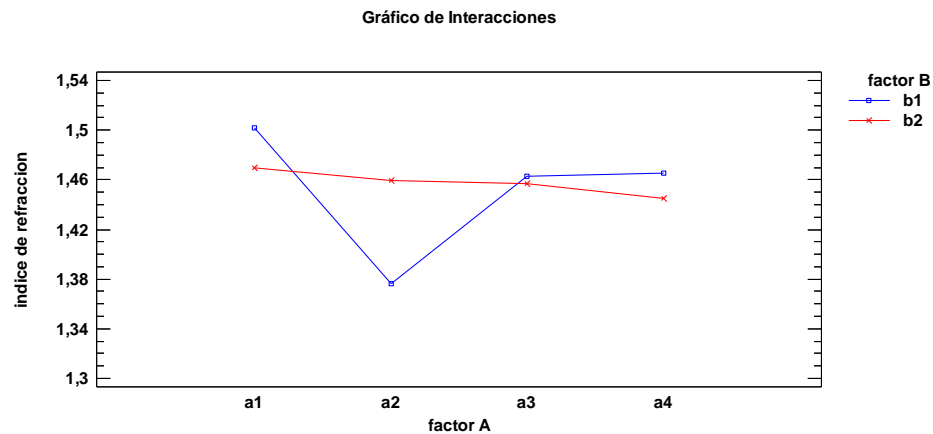
La tabla 23 indica los valores de medias de cada nivel y de cada factor. Factor especies vegetales (A), Y Factor Métodos de extracción (B). En relación al factor A y B, existen diferencias estadísticamente significativas. El mejor tratamiento en relación a la variable de respuesta índice de refracción es el tratamiento a1b2 (aceite esencial de Pino extraído por hidrodestilación)

Se presenta los valores de índice de refracción direccionados al punto neutro. Mientras tanto Sarria, (2021). Dice que el índice de refracción de 1.497 del aceite esencial de Pino(*Pinus*), se midió con una gota de AE en un refractómetro ABBE

MARK II a 25 °C, mediante la investigación realizada nuestros parámetros están dentro de un rango de 1,50 a 1,47. Según Corilla, (2022). Nos menciona que la determinación principal del índice de refracción del aceite esencial del Eucalipto (*Eucalyptus*) es de 1,4580 a 1,4700 el cual se determinó utilizando la NTP 319.075 correspondiente para los aceites esenciales, mediante lo investigado se pudo determinar que el aceite de Eucalipto tiene un índice de refracción entre 1,37 a 1,46. Se tuvo que emplear el refractómetro de Carl Zeiss 74078, según De la Cruz, (2019). El índice de refracción es de 1,4608 del aceite esencial de la Menta (*Mentha*), durante la investigación se pudo recabar datos que están en 1.47 a 1,46 de índice de fracción de la tabla realizada. Por consiguiente, Sarmiento, (2017). Tiene un índice de refracción de 1,450 a 1,480 del aceite esencial de la Caléndula (*Caléndula officinalis L.*) mientras tanto en la investigación realizada en el presente documento la Caléndula tiene un índice de refracción de 1,46 a 1.48.

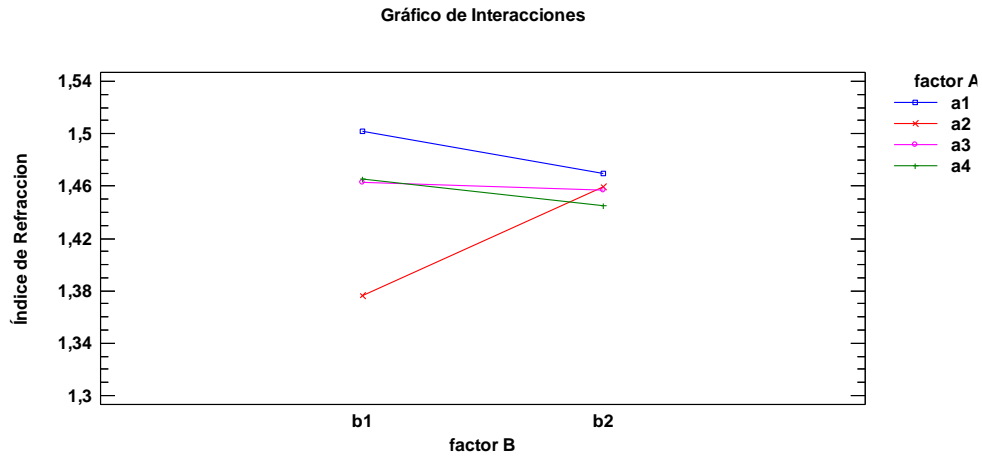
### Figura 19

Gráfico de interacciones la variable de respuesta índice de refracción Factor A



**Figura 20**

*Gráfico de interacciones la variable de respuesta índice de refracción Factor B*



En las figuras 19 y 20 se da a conocer la interacción entre los niveles del factor A y B en relación al rendimiento. A medida que el valor del nivel de un factor aumenta, aumenta el nivel de otro factor. Se puede denotar que el nivel a1 del factor A que corresponde al valor del índice de refracción es más alto, interactúa con el nivel b1 y b2

#### 4.4.5 Análisis de Varianza para la variable de respuesta Densidad

**Tabla 24**

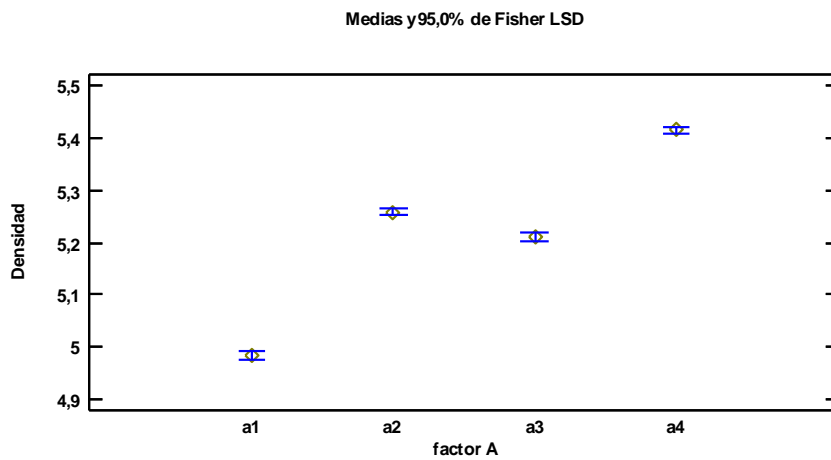
*Análisis de Varianza para la variable de respuesta Densidad*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de G l</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A:factor A	0,562176	3	0,187392	1272,97	0,0000
B:factor B	439,008	1	439,008	2982225,11	0,0000
<b>INTERACCIONE S</b>					
AB	0,673168	3	0,224389	1524,30	0,0000
RESIDUOS	0,00235533	6	0,000147208		
TOTAL (CORREGIDO)	440,246	2			
		3			

La tabla 24 indica el análisis de varianza, el cual descompone la variabilidad de la variable respuesta de densidad en contribuciones debidas al factor especies vegetales(A), y al factor métodos de extracción(B). Los valores probabilidad prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que 3 valores probabilidad son menores que 0,05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre densidad con un 95,0% de nivel de confianza.

### Figura 21

*Medias del Factor A de la variable Densidad*

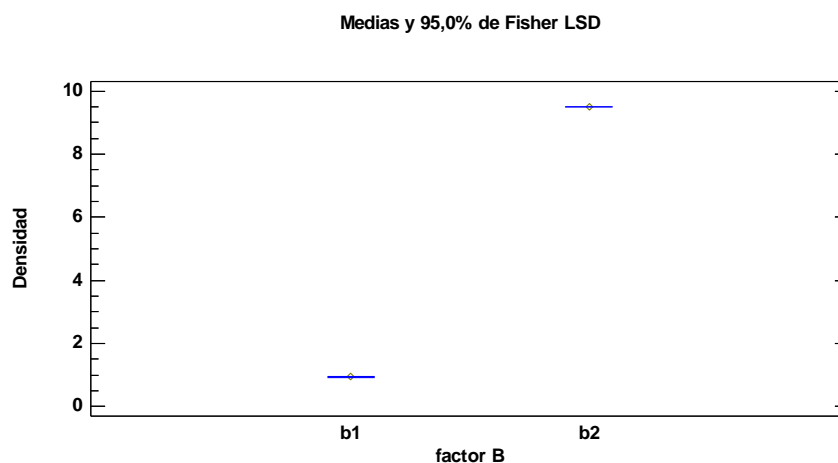


En la figura 22 el tratamiento a1 es diferente de los demás tratamientos a2, a3 y a4. El tratamiento a2 es diferente de los tratamientos a1, a3 y a4. El tratamiento a3 diferente de los tratamientos a1, a2 y a4. El tratamiento a4 es diferente de los tratamientos a1, a2 y a3.



**Figura 22**

*Medias del Factor B de la variable Densidad*



En la figura 23 se muestra la comparación de medias de los niveles del factor métodos de extracción (B), en relación a la variable densidad. Donde todos los tratamientos son diferentes entre sí.

**Tabla 25**

*Pruebas de Múltiple Rangos para la variable de respuesta densidad por factor A y B*

<i>factor A</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
a1	6	4,9855	0,00495325	A
a3	6	5,21117	0,00495325	B
a2	6	5,25767	0,00495325	C
a4	6	5,413	0,00495325	D
<i>factor B</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
b1	12	0,939917	0,00350248	A
b2	12	9,49375	0,00350248	B

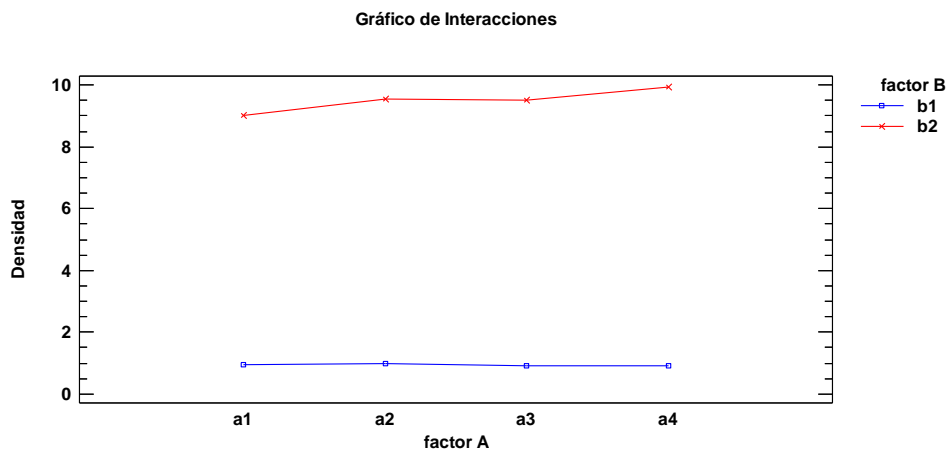
La tabla indica los valores de medias de cada nivel y de cada factor. Factor especies vegetales (A), Y Factor Métodos de extracción (B). En relación al factor A y B, existen diferencias estadísticamente significativas

Se presenta los valores de densidad direccionados al punto neutro. Según Chevez, (2014), nos menciona que la densidad es de 0,9500 g/ml, estos valores van acorde a 0,95 g/ml de aceite esencial de Pino (*Pinus*). Lipa, (2014), reporta una densidad del Eucalipto (*Eucalyptus*) de 1,00 g/ml, mediante lo investigado se pudo

determinar que la densidad de aceite de 0,905. según Paredes, O. & Quinato, D. (2010), reportan una densidad de 0,908 g/ml de Menta (*Mentha*) mediante lo investigado se pudo determinar que la densidad de aceite de 0,91 Sarmiento, O. (2010). La densidad de la Caléndula (*caléndula officinalis L.*) fue de 0,886 g/ml mediante lo investigado se pudo determinar que la densidad de aceite de 0.995 Según Fernández, A. (2018), la densidad de los aceites esenciales está en un rango de 0.56 a 1% cada uno, con nuestro trabajo de investigación en función la densidad podemos decir que se encuentra por debajo de lo mencionado.

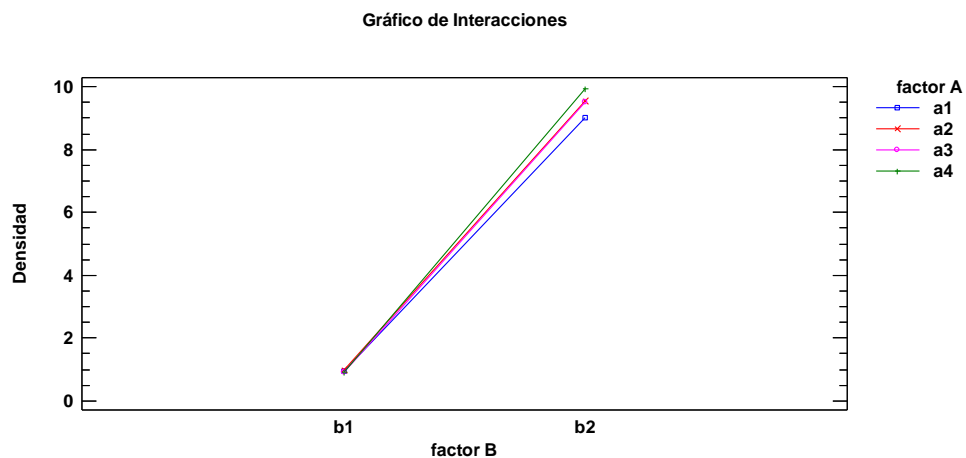
**Figura 23**

*Gráfico de interacciones la variable de respuesta Densidad Factor A*



**Figura 24**

*Gráfico de interacciones la variable de respuesta Densidad Factor B*



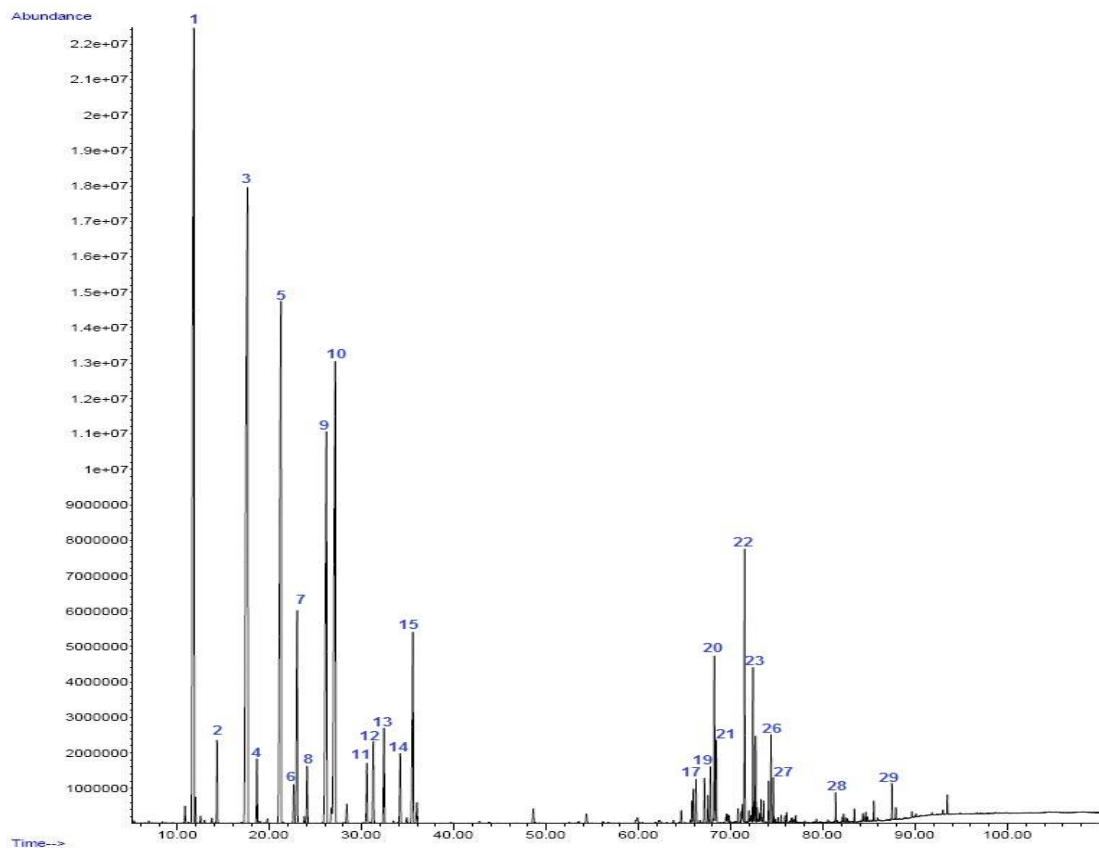
En las figuras 23 y 24 se da a conocer la interacción entre los niveles del factor A y B en relación al rendimiento. A medida que el valor del nivel de un factor aumenta, aumenta el nivel de otro factor. Se puede denotar que el nivel a4 del factor A que corresponde al valor de la densidad es más alto, interactúa con el nivel b2.

#### 4.5 Identificación de los compuestos volátiles por cromatografía de gases

Se presenta la composición química de los aceites esenciales de Pino (*Pinus*), Eucalipto (*Eucalyptus*), Menta (*Mentha*), Caléndula (*Calendula officinalis*) extraídos mediante Hidrodestilación.

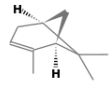
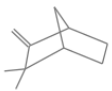

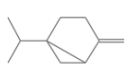
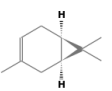
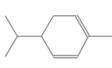
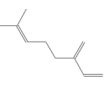
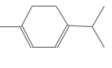
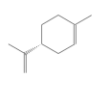
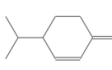
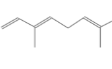
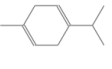
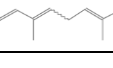
**Figura 25**

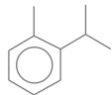
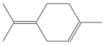

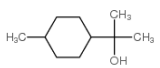
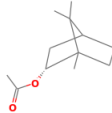
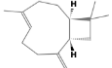
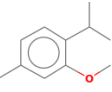
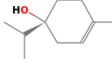
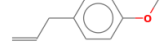
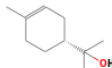
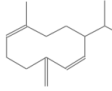
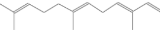
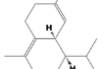
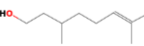

*Cromatograma Aceite esencial del tratamiento  $\alpha_1$  (Pino)*

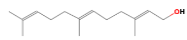


En la figura 25 se presenta los tiempos de retención y la abundancia de los diferentes compuestos volátiles a través de 29 picos.

**Tabla 26***Compuestos del Aceite esencial de pino*

N°	Compuesto	Tiempo de retención (min)	de Área (%)	Formula general	Formula estructural
1	$\alpha$ -Pinene, (D)-	11.805	20.61	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	
2	Camphene	14.367y 06	0.96	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	
3	L- $\beta$ -Pinene	17.629	21.07	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	
4	Sabineno	18.629	0.78	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	
5	3-Carene	21.242	13.32	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	
6	$\alpha$ -Phellandrene	22.625	0.53	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	
7	$\beta$ -Myricene	22.994	3.27	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	
8	$\alpha$ -Terpinene	24.073	0.79	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	
9	D-Limonene	26.176	9.24	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	
10	$\beta$ -Phellandrene	27.124	11.80	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	
11	Trans- $\beta$ -Ocimene	30.546	0.89	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	
12	$\gamma$ -Terpinene	31.239	1.23	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	
13	$\beta$ -Ocimene	32.404	1.45	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	

14	o-Cymene	34.153	1.07	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>	
15	Terpinolene	35.530	3.45	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	
16	Longifolene	65.951	0.36	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	
17	α-Dihydroterpineol	66.236	0.46	C <sub>18</sub> H <sub>13</sub> N <sub>4</sub> Na O <sub>7</sub> S	
18	Bornyl acetate	67.154	0.45	C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	
19	Caryophyllene	67.798	0.54	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	
20	Methyl thymyl ether	68.219	1.56	C <sub>11</sub> H <sub>16</sub> O	
21	L-terpinen-4-ol	68.434	0.69	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	
22	Estragole	71.506	2.04	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O	
23	α-Terpineol	72.403	1.07	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	
24	Germacrene D	72.697	0.64	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	
25	α-Farnesene	74.111	0.26	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	
26	δ-cadineno	74.370	0.82	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	
27	Citronellol	74.608	0.27	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O	
28	E-Nerolidol	81.375	0.16	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	

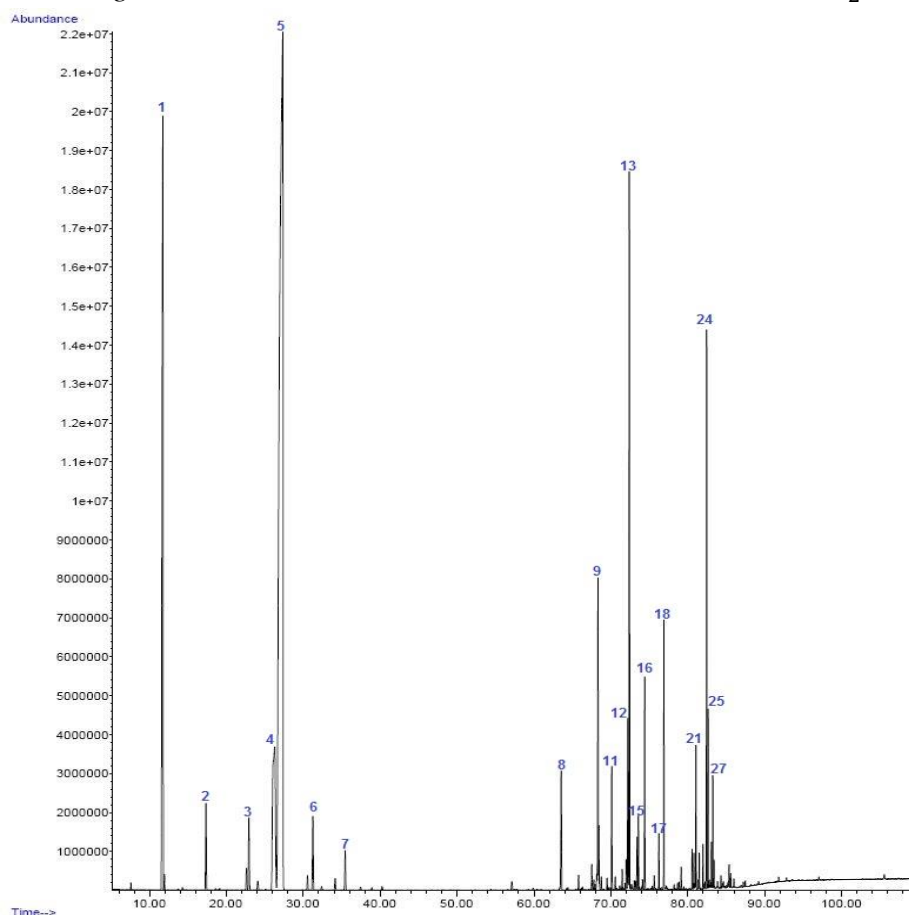
29	Farnesol	87.481	0.22	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	
----	----------	--------	------	-----------------------------------	---

La tabla 26 se muestra los 29 compuestos mayoritarios pertenecientes en el aceite esencial de Pino (*Pinus*), Se indica, el tiempo de retención (TR), porcentaje de composición (Area %), fórmula general y fórmula estructural de cada compuesto, mediante los resultados del análisis GC - MS. Dentro de los principales compuestos están:  $\alpha$ -Pinene, (D)-, L- $\beta$ -Pinene, 3-Carene y  $\beta$ -Phellandrene. Se resalta la presencia de  $\alpha$ -Pinene, (D)- con el tiempo de retención de 11.805 min y la abundancia de 20.61%; L- $\beta$ -Pinene con el tiempo de retención de 17.629 min y la abundancia de 21.07%; 3-Carene con el tiempo de retención de 21.242 min y la abundancia de 13.32%;  $\beta$ -Phellandrene con el tiempo de retención de 27.124 min y la abundancia de 11.80%.

Son hidrocarburos monoterpénicos el  $\alpha$ -Pinene, (D)- con 37,9% y L- $\beta$ -Pinene con 15.0% dice que Iñíguez, (2014), son componentes principales del aceite esencial del pino. Mientras en la investigación realizada se obtuvo el  $\alpha$ -Pinene, (D)- con un 43.0% y L- $\beta$ -Pinene con un 35.5% del aceite esencial de pino. Por lo tanto, según Lozano, (2021), el 3-Carene tiene un 12,47%. Mientras tanto en esta investigación se recopiló el 3-Carene con 13,32% como uno de los componentes del aceite esencial. Según Guan (2019), el  $\beta$ -Phellandrene tiene un 10.80% son compuestos fenólicos que ejercen su efecto antimicrobiano, Pupiales y Torres (2023), durante la investigación de cromatografía obtuvimos un resultado que el  $\beta$ -Phellandrene 11.80% en el aceite esencial. Macwan (2018), dice que el D-Limonene tiene un 9,00% de componentes fenólicos, Pupiales y Torres (2023) durante la investigación se obtuvo que el D-Limonene tiene 9.24%.

**Figura 26**

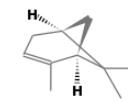
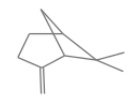
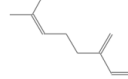
**Cromatograma Aceite esencial del tratamiento a<sub>2</sub> (Eucalipto)**

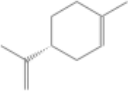
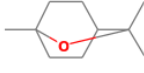
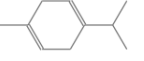
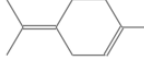

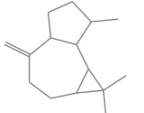

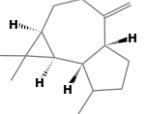
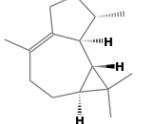
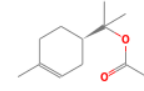
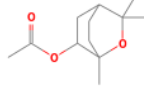
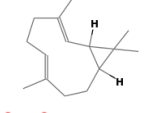

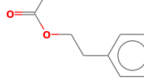
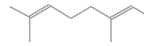
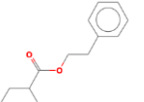


En la figura 26 se presenta los tiempos de retención y la abundancia de los diferentes compuestos volátiles a través de 27 picos.

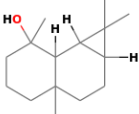
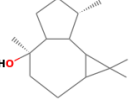
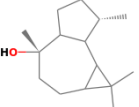
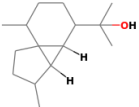
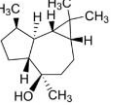
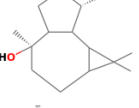
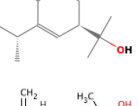
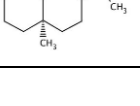
**Tabla 27**

*Compuestos del Aceite esencial de eucalipto*

N°	Compuesto	Tiempo de retención (min)	de Área (%)	Formula general	Formula estructural
1	$\alpha$ -Pinene, (D)-	11.732	13.26	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	
2	L- $\beta$ -Pinene	17.338	0.97	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	
3	$\beta$ -Myricene	22.922	0.98	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	

4	D-Limonene	26.276	6.96	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	
5	Eucalyptol	27.328	52.43	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	
6	γ-Terpinene	31.245	0.97	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	
7	Terpinolene	35.449	0.54	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	
8	α-Gurjunene	63.539	1.32	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	
9	Aromandendrene	68.320	2.90	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	
10	L-terpinen-4-ol	68.426	0.51	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	
11	Alloaromadendrene	70.110	0.92	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	
12	Ledene	72.212	1.15	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	
13	α-Terpinyl acetate	72.396	6.33	C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	
14	exo-2-Hydroxycineole acetato	73.407	0.34	C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>3</sub>	
15	Bicyclogermacrane	73.576	0.53	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	
16	Geranyl acetate	74.396	1.30	C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	
17	β-Phenethyl acetate	76.244	0.32	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	
18	Geraniol	76.891	1.49	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	
19	2-Phenylethyl 2-methylbutanoate	80.553	0.21	C <sub>13</sub> H <sub>18</sub> O <sub>2</sub>	



20	(+)-Maaliol	80.792	0.26	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	
21	Epiglobulol	81.063	0.79	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	
22	Ledol	81.499	0.20	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	
23	Cubeban-11-ol	82.202	0.23	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	
24	(-)-Globulol	82.456	3.28	<u>C<sub>15</sub>H<sub>26</sub>O</u>	
25	(+)-Viridiflorol	82.646	0.95	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	
26	(+)-Rosifoliol	83.078	0.29	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	
27	β-Eudesmol	83.256	0.59	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	

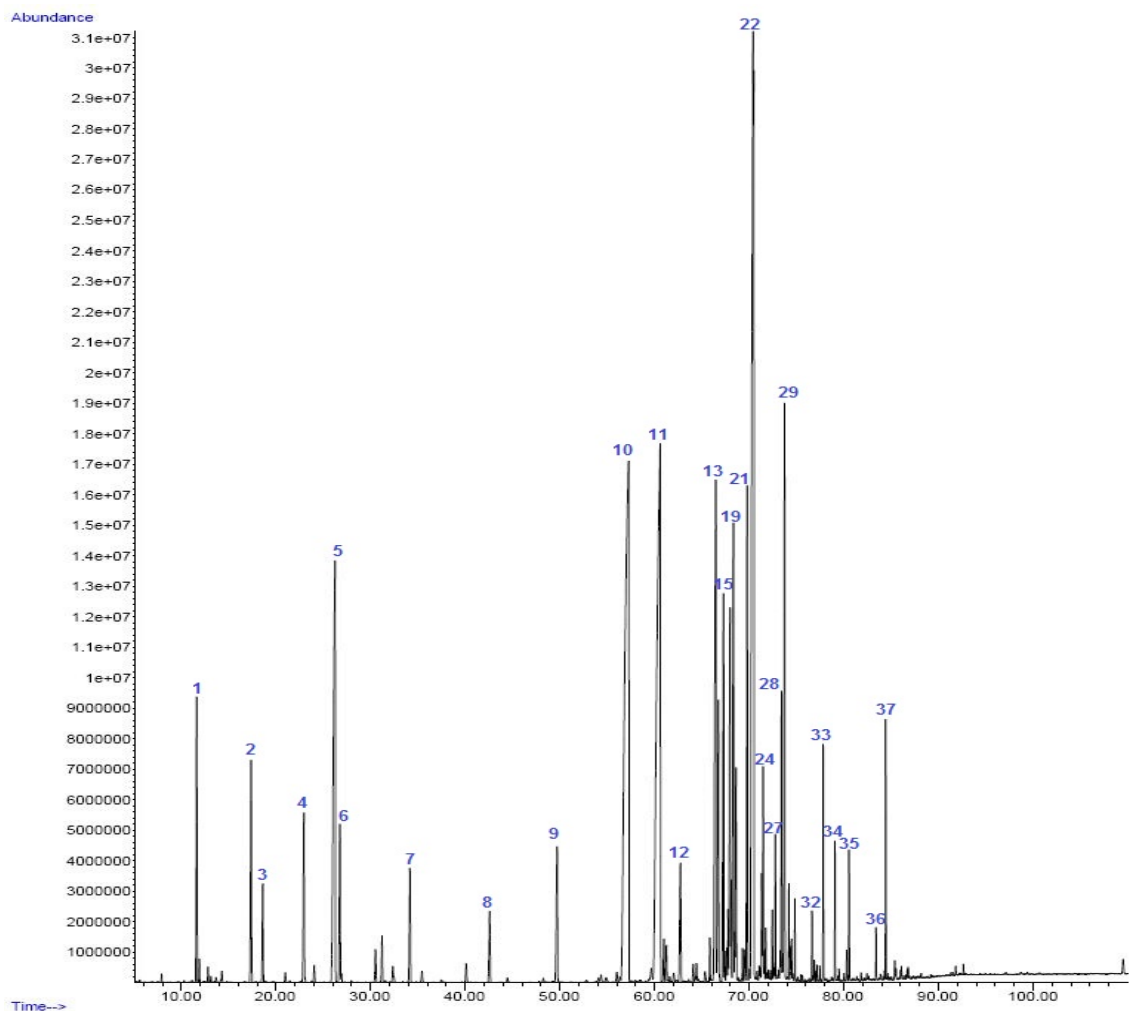
La tabla 27 se muestra los 27 compuestos mayoritarios pertenecientes en el aceite esencial de Eucalipto (*Eucalyptus*). Se indica, el tiempo de retención (TR), porcentaje de composición (Area %), fórmula general y fórmula estructural de cada compuesto, mediante los resultados del análisis GC - MS. Dentro de los principales compuestos se resalta aquellos que tienen mejor mas área como: α-Pinene, (D)-, con un tiempo de retención de 11.732 y abundancia de una Área de 13,26%, Eucalyptol con un tiempo de retención de 27.328 y abundancia de una Área de 52.43%, α -Terpinyl acetate con un tiempo de retención de 72.396 y abundancia de una Área de 6.33%

Son hidrocarburos monoterpénicos el α-Pinene, (D)- tiene 15.55% según Palomino (2022), son componentes principales del aceite esencial del eucalipto. Mientras en la investigación realizada por, Pupiales y Torres (2023), se obtuvo el α-Pinene, (D)- 13.26% del aceite esencial de eucalipto. Por lo tanto, según Quispe (2021), el

Eucalyptol 59,19%. Mientras tanto Pupiales y Torres (2023), recopilaron en la investigación que el Eucalyptol 52.43% como uno de los componentes del aceite esencial. Según Rojano (2018), el  $\alpha$ -Terpinyl acetate 5,23% son compuestos fenólicos que ejercen su efecto antiinflamatorio, Pupiales y Torres (2023), durante la investigación de cromatografía obtuvimos un resultado que el  $\alpha$ -Terpinyl acetate 6.33% en el aceite esencial. Macwan (2018), dice que el D-Limonene 6.29% de componentes fenólicos, Pupiales y Torres (2023), durante la investigación se obtuvo que D-Limonene 6.96 %.

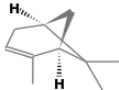

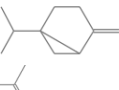
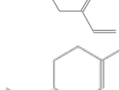
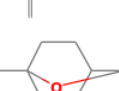
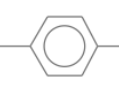

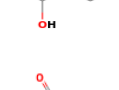
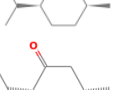

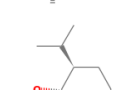
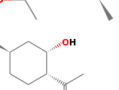
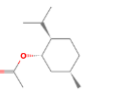


### Figura 27

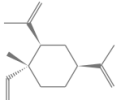
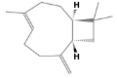
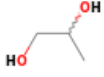
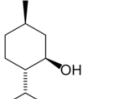
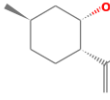
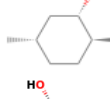

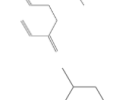
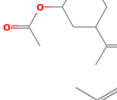
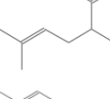
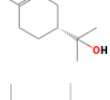
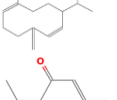

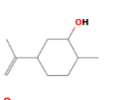
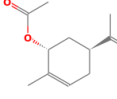
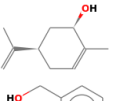
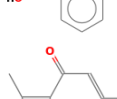


*Cromatograma Aceite esencial del tratamiento  $\alpha_3$  (Menta)*

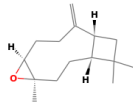
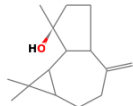
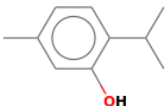


En la figura 27 se presenta los tiempos de retención y la abundancia de los diferentes compuestos volátiles a través de 37 picos.

**Tabla 28***Compuestos del Aceite esencial de menta*

N°	Compuesto	Tiempo de retención(min)	de Área (%)	Formula general	Formula estructural
1	$\alpha$ -Pinene, (D)-	11.624	1.55	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	
2	L- $\beta$ -Pinene	17.381	1.61	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	
3	Sabineno	18.607	0.63	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	
4	$\beta$ -Myricene	22.957	1.32	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	
5	D-Limonene	26.248	6.88	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	
6	Eucalyptol	26.755	1.20	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	
7	p-Cymene	34.158	0.92	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>	
8	3-Octanol, acetate	42.585	0.61	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	
9	3-Octanol	49.711	1.33	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> O	
10	Isomenthone	57.257	17.24	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	
11	(+)-Isomenthone	60.590	15.85	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	
12	$\beta$ -Bourbonene	62.740	1.17	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	
13	Menthol, acetate, iso-	66.479	5.62	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>2</sub>	
14	Neo-isopulegol	66.751	2.00	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	
15	Isomenthol acetate	67.286	2.88	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>2</sub>	

16	(-)- $\beta$ -Elemene	67.770	0.33	$C_{15}H_{24}$	
17	Caryophyllene	67.979	2.59	$C_{15}H_{24}$	
18	Propylene Glycol	68.107	0.54	$C_3H_8O_2$	
19	( $\pm$ )-Menthol	68.345	3.37	$C_{10}H_{20}O$	
20	neo-iso-Pulegol	68.613	1.17	$C_{10}H_{18}O$	
21	dl-Menthol	69.793	3.01	$C_{10}H_{20}O$	
22	Levomenthol	70.451	17.40	$C_{10}H_{20}O$	
23	cis- $\beta$ -Farnesene	71.326	0.40	$C_{15}H_{24}$	
24	(-)-Dihydrocarvyl acetate	71.481	0.99	$C_{12}H_{20}O_2$	
25	(+/-)-Lavandulol	71.755	0.19	$C_{10}H_{18}O$	
26	$\alpha$ -Terpineol	72.445	0.25	$C_{10}H_{18}O$	
27	Germacrene D	72.762	0.54	$C_{15}H_{24}$	
28	Piperitone	73.415	1.20	$C_{10}H_{16}O$	
29	(-)-Carvone	73.744	3.74	$C_{10}H_{14}O$	
30	1,6-Dihydrocarveol	74.191	0.33	$C_{10}H_{18}O$	
31	trans-Carveyl acetate	74.833	0.28	$C_{12}H_{18}O_2$	
32	cis-Carveol	76.653	0.23	$C_{10}H_{16}O$	
33	Benzyl alcohol	77.825	0.82	$C_7H_8O$	
34	Piperitenone	79.074	0.48	$C_{10}H_{14}O$	

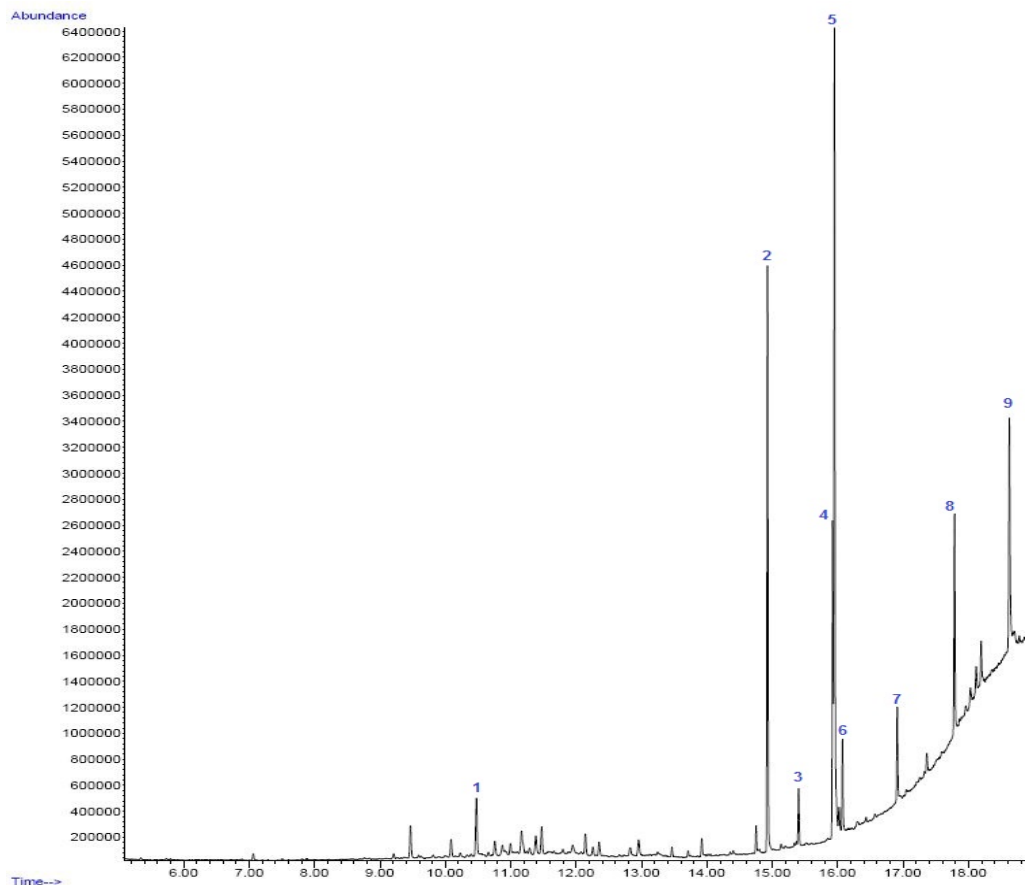
35	Caryophyllene oxide	80.553	0.46	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	
36	Spathulenol	83.415	0.16	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	
37	Thymol	84.422	0.80	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O	

La tabla 28 muestra los 37 compuestos mayoritarios en el aceite esencial de Menta (*Mentha*). Se indica, el tiempo de retención (TR), el índice de retención (IR), porcentaje de composición (%), fórmula general y fórmula estructural de cada compuesto, mediante los resultados del análisis GC - MS. Dentro de los principales compuestos se resalta aquellos que tienen mejor mas área como: Isomenthone con un tiempo de retención de 57.257 y un área de 17.24% Levomenthol con un tiempo de retención de 70.451 y un área de 17.40%

Son monoterpenos oxigenados que contiene Isomenthone 8,25%| según Solis (2017), es uno de los componentes más altos encontrados en el aceite esencial de la menta. Mientras en la investigación realizada por, Pupiales y Torres (2023), se obtuvo que el Isomenthone tiene un 17.24% en el aceite esencial de la menta. Por lo tanto, según Rodeiro (2018), el (+)-Isomenthone tiene un 15.48% un componente esencial del aceite. Mientras tanto Pupiales y Torres (2023), reconocieron que mediante la investigación el (+) -Isomenthone 15.85% como uno de los componentes característicos principales. Según Tapia (2021), el Levomenthol 16,20% son compuestos fenólicos, Pupiales y Torres (2023), durante la investigación de cromatografía obtuvimos un resultado que el Levomenthol 17.40 % en el aceite esencial de la menta. Mientras tanto Nolasco (2020), dice que el D-Limonene 6.48%, de componentes fenólicos, Pupiales y Torres (2023), durante la investigación se obtuvo que D-Limonene 6.88%.

**Figura 28**

*Cromatograma Aceite esencial del tratamiento  $\alpha_4$  Caléndula(HP-5MS)*

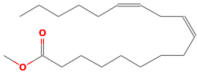

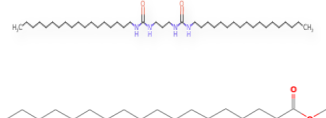




En la figura 28 se presenta los tiempos de retención y la abundancia de los diferentes compuestos volátiles a través de 9 picos.

**Tabla 29**

*Compuestos del Aceite esencial de caléndula (HP-5MS)*

N°	Compuesto	Tiempo de retención(min)	Área(%)	Formula general	Formula estructural
1	Aromandendrene	10.476	3.49	$C_{15}H_{24}$	
2	Palmitic acid, methyl ester	14.927	24.26	$C_{17}H_{34}O_2$	
3	Verticicol	15.403	2.92	$C_{20}H_{34}O$	

4	Linoleic acid, methyl ester	15.925	11.68	$C_{19}H_{34}O_2$	
5	Oleic acid, methyl ester	15.952	35.40	$C_{19}H_{36}O_2$	
6	Stearic acid, methyl ester	16.075	3.83	$C_{19}H_{38}O_2$	
7	Heptacosane	16.912	4.39	$C_{27}H_{56}$	
8	Pentacosane	17.787	6.86	$C_{25}H_{52}$	
9	Promane, 1,3-bis(octadecyloxy)-	18.627	7.17	$C_{39}H_{80}O_2$	

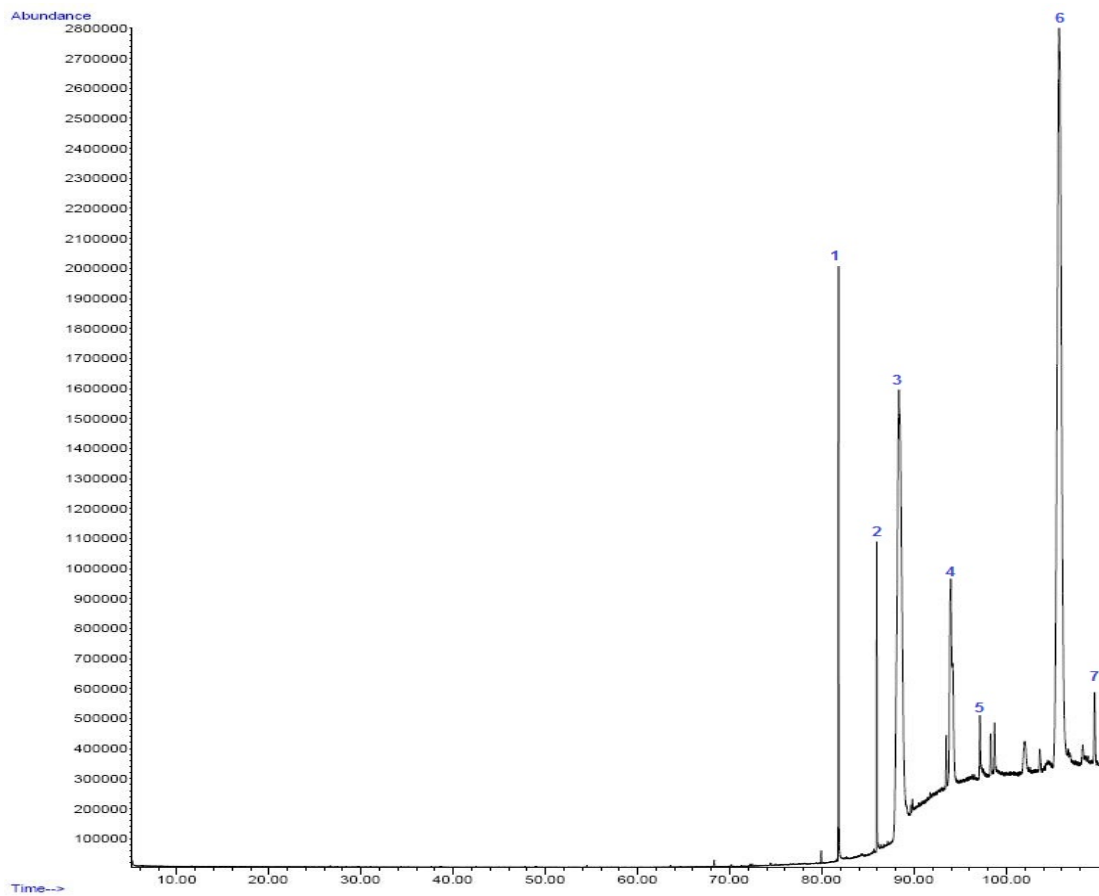
La tabla 29 muestra los 9 compuestos mayoritarios pertenecientes en el aceite esencial de Caléndula (*Calendula officinalis*), Se indica, el tiempo de retención (TR), el índice de retención (IR), porcentaje de composición (%), fórmula general y fórmula estructural de cada compuesto, mediante los resultados del análisis GC - MS. Dentro de los principales compuestos se resalta aquellos que tienen mejor mas área como: Palmitic acid, methyl ester con un tiempo de retención de 14.927 y una Area de 24.26%, Linoleic acid, methyl ester con un tiempo de retención de 15.925 y una Area de 11.68%, Oleic acid, methyl ester con un tiempo de retención de 15.952 y un área de 35.40%.

Los monoterpenos que contiene Palmitic acid, methyl ester 24,00% según Tacuri (2019), es un componente principal más altos encontrado en el aceite esencial de la caléndula. Mientras en la investigación realizada por, Pupiales y Torres (2023), se encontró que el Palmitic acid, methyl ester tiene un 24.26% está en gran cantidad en el aceite esencial de la calendula. Por lo tanto, según Ramirez (2019), el Oleic acid, methyl ester tiene un 30,00% un óptimo para los resultados finales. Por lo consiguiente Pupiales y Torres (2023), dicen que mediante la investigación el leic acid, methyl ester tiene un 35,40% como uno de los componentes característicos principales. Según Gordo(2017), el Linoleic acid, methyl ester tiene un 9,28% son compuestos volátiles, Pupiales y Torres (2023), durante la investigación obtuvimos

un resultado que el Linoleic acid, methyl ester tiene un 11,18% en el aceite esencial de la caléndula. Por lo tanto Torres, (2018), se dice que el Promane, 1,3-bis(octadecyloxy)- tiene un 7,00% de componentes fenólicos, Pupiales y Torres (2023), durante la investigación se obtuvo que Promane, 1,3-bis(octadecyloxy)- 7,17% al ser analizado cromatográficamente.

### Figura 29

*Cromatograma Aceite esencial del tratamiento  $\alpha_4$  Caléndula(DB-WAXetr)*



En la figura 29 se presenta los tiempos de retención y la abundancia de los diferentes compuestos volátiles a través de 7 picos.



**Tabla 30***Compuestos del Aceite esencial de caléndula (DB-WAXetr)*

N°	Compuesto	Tiempo de retención(min)	de Área(%)	Formula general	Formula estructural
1	n-Caprylic acid	81.790	3.33	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O <sub>2</sub>	
2	n-Capric acid	85.940	1.65	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	
3	1,3-Dioctanoin	88.350	33.33	C <sub>19</sub> H <sub>36</sub> O <sub>5</sub>	
4	Caprylin	93.966	9.13	C <sub>27</sub> H <sub>50</sub> O <sub>6</sub>	
5	1-Triethylsilyloxyd ecane	97.129	0.51	C <sub>16</sub> H <sub>36</sub> OSi	
6	Decanoic acid, 2- hydroxy-3-[(1- oxo octyl)oxy]propyl ester	105.734	50.86	C <sub>21</sub> H <sub>40</sub> O <sub>5</sub>	
7	Bis(2-ethylhexyl) phthalate	109.571	1.20	C <sub>24</sub> H <sub>38</sub> O <sub>4</sub>	

La tabla 30 muestra los 7 compuestos mayoritarios pertenecientes de los aceites esencial de Caléndula (*Calendula officinalis*), se indica, el tiempo de retención (TR), porcentaje de composición (Área %), fórmula general y fórmula estructural de cada compuesto, mediante los resultados del análisis GC – MS. Dentro de los principales compuestos se resalta aquellos que tienen mejor mas área como: 1,3-Dioctanoin con un tiempo de retención de 88.350 y una Area de 33.33%, Decanoic acid, 2-hydroxy-3-[(1-oxo octyl)oxy]propyl ester con un tiempo de retención de 105.734 y una Área de 50.86%.

#### 4.6 Análisis de la Elaboración de la crema con fines terapéuticos

**Tabla 31**

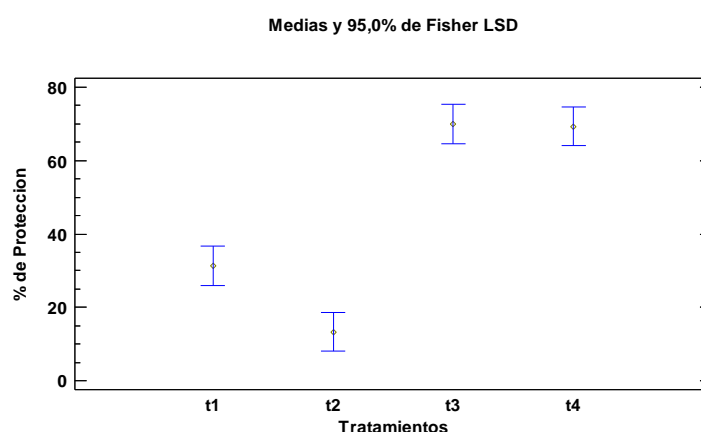
*ANOVA para % de Protección por Tratamiento*

<i>Fuente</i>	<i>Suma Cuadrados</i>	<i>de</i>	<i>G l</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	7208,0		3	2402,67	75,08	0,0000
Intra grupos	256,0		8	32,0		
Total (Corr.)	7464,0		11			

La tabla 31 indica el análisis de varianza de la variable de los valores del porcentaje de protección, el cual descompone la varianza de % de Protección en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro de grupos. La razón-F, que es igual a 75,0833, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro de grupos. Existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de % de Protección, entre un nivel de Tratamientos y otro, con un nivel del 95,0% de confianza

**Figura 30**

*Gráfico de medias del % de Protección en relación a los Tratamientos*



En la figura 30 indica los valores de medias de cada uno de los valores de medias de los tratamientos t1, t2, t3 y t4. Determinando que el mejor tratamiento con una concentración del 5% de aceites esenciales es el tratamiento t4 que contiene un

porcentaje de 3,33% Eucalipto, 90% de Pino, 3,33% de Menta y 3,33% de Caléndula.

**Tabla 32**

*Tabla de Medias para % de Protección por Tratamientos*

<i>Tratamientos</i>	<i>Caso</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>		
			<i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
t1	3	31,3333	3,26599	26,0078	36,6588
t2	3	13,3333	3,26599	8,00783	18,6588
t3	3	70,0	3,26599	64,6745	75,3255
t4	3	69,3333	3,26599	64,0078	74,6588
Total	12	46,0			

La tabla 32 muestra la media de % de Protección para cada nivel de Tratamientos. También muestra el error estándar de cada media, el cual es una medida de la variabilidad de su muestreo. Los intervalos mostrados actualmente están basados en el procedimiento de la diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Están contruidos de tal manera que, si dos medias son iguales, sus intervalos se traslaparán un 95,0% de las veces

**Tabla 33**

*Pruebas de Múltiple Rangos para % de Protección por Tratamientos*

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
t2	3	13,3333	A
t1	3	31,3333	B
t4	3	69,3333	C
t3	3	70,0	D
<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
t1 - t2	*	18,0	10,651
t1 - t3	*	-38,6667	10,651
t1 - t4	*	-38,0	10,651
t2 - t3	*	-56,6667	10,651
t2 - t4	*	-56,0	10,651
t3 - t4		0,666667	10,651

La tabla 33 aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. El asterisco que se encuentra al lado de los 5 pares indica que estos pares muestran diferencias

estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 3 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

#### 4.7 Análisis de las propiedades físicas presentes en la crema con fines terapéuticos

##### 4.7.1 Análisis de varianza para la variable Olor

**Tabla 34**

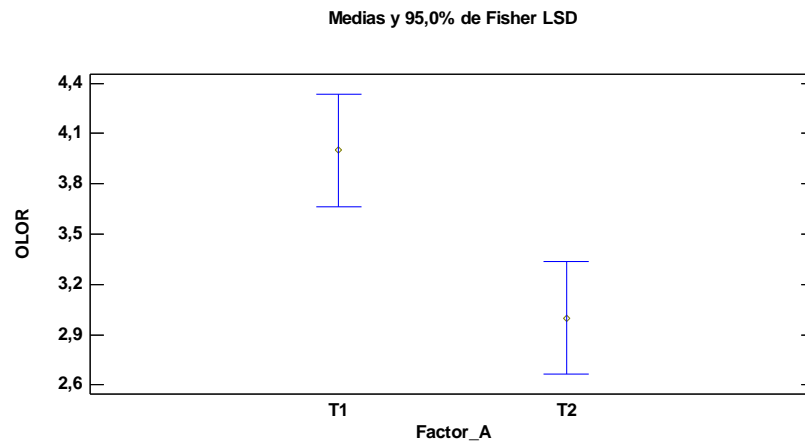
*Análisis de Varianza para variable Olor*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de G l</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Factor_A	5,0	1	5,0	11,25	0,0085
B:BLOQUE	12,0	9	1,33333	3,00	0,0587
RESIDUOS	4,0	9	0,444444		
TOTAL (CORREGIDO)	21,0	19			

La tabla 34 muestra la descomposición de la variable Olor en contribuciones debida al factor tratamiento. Puesto que valor de probabilidad es menor que 0,05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la variable Olor; con un 95,0% de nivel de confianza; por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

**Tabla 35**

*Medias del Factor A de la variable Olor*



En la figura 35 muestra las medias de cada tratamiento. La media del tratamiento uno1 es diferente a la media del tratamiento 2.

**Tabla 36**

*Pruebas de Múltiple Rangos para variable Olor por Factor A*

Factor_A	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T2	10	3,0	0,210819	A
T1	10	4,0	0,210819	B

La tabla indica la diferencia de medias de los dos tratamientos. Existe diferencia estadística debido a que las medias son diferentes. El tratamiento T1 presenta el valor más alto relacionado a la variable olor.

#### 4.7.2 Análisis de varianza para la variable Color

**Tabla 37**

*Análisis de Varianza para la variable Color*

Fuente	Suma de Cuadrados	de G l	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Tratamientos	0,05	1	0,05	0,04	0,8402
B:BLOQUE	7,25	9	0,805556	0,69	0,7026
RESIDUOS	10,45	9	1,16111		

TOTAL (CORREGIDO)	17,75	1 9
----------------------	-------	--------

La tabla 37 del análisis de varianza color muestra el desglosamiento de la variabilidad color en contribuciones debida al factor tratamientos. Por lo tanto, el valor de probabilidad es menor que 0,05, el tratamiento no tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la variable color con un 95,0% de nivel de confianza, por lo que no existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula.

#### 4.7.3 Análisis de varianza para la variable Textura

**Tabla 38**

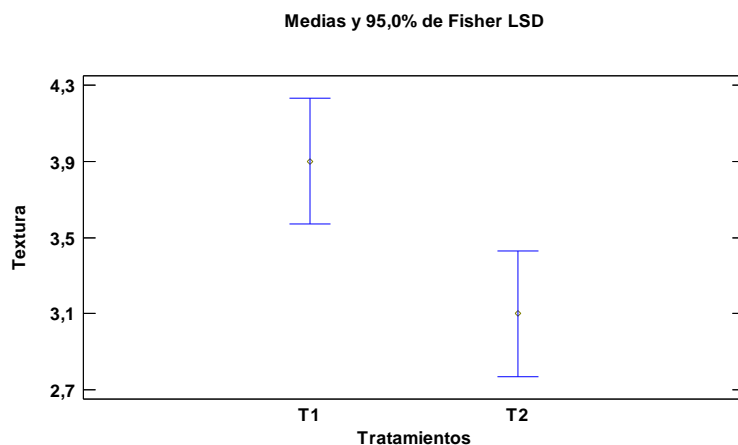
*Análisis de Varianza para la variable Textura*

<i>Fuente</i>	<i>Suma Cuadrados</i>	<i>de l</i>	<i>G Medio</i>	<i>Razón- F</i>	<i>Valor- P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Tratamientos	3,2	1	3,2	7,58	0,0224
B:BLOQUE	4,0	9	0,444444	1,05	0,4702
RESIDUOS	3,8	9	0,422222		
TOTAL (CORREGIDO)	11,0	1 9			

La tabla 38 muestra la variabilidad de la variable Textura en contribuciones debida al factor tratamiento. Puesto que un valor de probabilidad es menor que 0,05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre Textura con un 95,0% de nivel de confianza.

**Figura 31**

*Medias del Factor A de la variable Textura*



La figura muestra la media de los dos tratamientos. La media del primer tratamiento T1 es diferente del tratamiento T2.

**Figura 32**

*Pruebas de Múltiple Rangos para la variable Textura por Tratamientos*

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T2	10	3,1	0,20548	A
T1	10	3,9	0,20548	B

La tabla 33 indica la diferencia de medias de los dos tratamientos. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

#### 4.7.4 Análisis de varianza para la variable Aceptabilidad

**Tabla 39**

*Análisis de Varianza para la variable Aceptabilidad*

Fuente	Suma de Cuadrados	de G l	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Tratamientos	0,45	1	0,45	0,80	0,3938
B:BLOQUE	5,45	9	0,605556	1,08	0,4557

RESIDUOS	5,05	9	0,561111
TOTAL (CORREGIDO)	10,95	1	9

La tabla 39 muestra la descomposición de la variable Aceptabilidad en las contribuciones debida al factor tratamiento. Puesto que ningún valor de probabilidad es menor que 0,05, ninguno de los factores tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la variable Aceptabilidad con un 95,0% de nivel de confianza.

#### 4.8 COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

Se presenta la comprobación de la hipótesis

Una vez realizado el estudio se determinó que la crema elaborada con la adición de aceite esencial de Pino (*Pinus*), Eucalipto (*Eucalyptus*), Menta (*Mentha*), Caléndula (*Caléndula officinalis*), presenta propiedades terapéuticas. Debido a que los valores de pH, índice de refracción, índice de acidez, densidad y cromatografía se encuentran dentro de los rangos establecidos por los autores consultado y presentados en el estudio.



## CAPITULO V

### 5.1 Conclusiones

Del presente trabajo de investigación se pueden expresar las siguientes conclusiones:

- Los valores de la caracterización física y química, evidencian que las materias primas: Pino (*Pinus*), presentan características idóneas para ser utilizadas en la extracción de aceites esenciales; se resalta el valor de volátiles totales de las materias primas, que denotan su alto contenido de compuestos aromáticos.
- Las tecnologías aplicadas: Soxhlet e Hidrodestilacion permitió obtener aceites esenciales de diferentes calidades acorde a las características específicas del estudio realizado.
- El mejor tratamiento en lo relacionado a la variable de respuesta pH, fue el T2 (a1b2), que constituye la especie vegetal Pino, extraído por el método de Hidrodestilacion. El valor de pH fue de 4,6 (ligeramente ácido), aspecto que es ventajoso cuando se trabaja con cremas de aplicación en piel humana, debido a que a menor acidez mejor actividad tiene la crema. El valor del índice de refracción fue de 1,48 nD, en el aceite esencial de Pino, determina la pureza que tiene el aceite esencial y su alto contenido de compuestos específicos beneficiosos en la crema terapéutica. El valor de la variable Densidad fue de 0,86  $g/cm^3$ , (menor densidad), el cual contribuye al mejor uso posterior del aceite esencial, debido a que evitan la irritación de la piel. La variable de respuesta Rendimiento en volumen, fue el tratamiento T4(a2b2). que conforma la especie vegetal Eucalipto, extraído por el método de Hidrodestilación. El valor del rendimiento en volumen fue de 1,9 ml. Los valores de la variable de respuesta Densidad fue de 0,86  $g/cm^3$ , que constituye la especie vegetal Pino, extraído por el método de Hidrodestilacion, lo cual contribuye al mejor uso posterior del aceite esencial, evitan la irritación en la piel. La variable de respuesta rendimiento en volumen, fue el tratamiento T4(a2b2). que conforma la especie vegetal

Eucalipto, extraído por el método de Hidrodestilación. El valor del rendimiento en volumen fue de 1,9 ml

- El aceite resultado del mejor tratamiento con base de las variables de respuesta: pH, rendimiento en volumen y densidad constituyo Eucalipto 3,33%, Pino 90%, Menta 3.33% y Caléndula 3.33% que es el tratamiento T4(Pino, Eucalipto, Menta y Caléndula). La crema elaborada presento las mejores propiedades terapéuticas por su alto contenido de  $\alpha$  pinene y  $\beta$  pinene
- La crema elaborada que presento las mejores propiedades terapéuticas por su alto contenido de  $\alpha$  pinene y  $\beta$  pinene fue el T4(Eucalipto 3,33%, Pino 90%, Menta 3.33% y Caléndula 3.33%). Debido a que se toma en consideración la protección de la membrana de los glóbulos rojos, contra la lisis producida por hipotonicidad y calor.

## 5.2 Recomendaciones

- Realizar estudios de las materias mediante técnicas termo gravimétricas, donde se pueda determinar la presencia de volátiles específicos a determinadas rampas de temperatura, aspecto que brindaría más información acerca de los compuestos volátiles de cada materia prima.
- Se recomienda adquirir una tecnología de prensado en frio, para poder realizar la extracción y realizar comparación con otras tecnologías
- Se recomienda realizar es estudio de otras variables de respuesta, para ampliar la información científica de los procesos de extracción y estudios terapéuticos de las materias primas de esta investigación y de futuras investigaciones.
- Se recomienda realizar estudios orientados a la extracción de  $\alpha$  pinene y  $\beta$  pinene así como su aplicación agroindustrial en otros productos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ashwlayan, V. (2018). Therapeutic Potential of *Calendula officinalis*. *Pharmacy & Pharmacology International Journal*, 6(2), 149–154. [https://www.researchgate.net/publication/324744282\\_Therapeutic\\_Potential\\_of\\_Calendula\\_officinalis](https://www.researchgate.net/publication/324744282_Therapeutic_Potential_of_Calendula_officinalis)
- Aur, D. (2022). *Aceite esencial de pino: beneficios para tu cuerpo y mente*. Ecoportal. <https://www.ecoportat.net/econciencia/aceite-esencial-de-pino/>
- Bayer. (2023). *Emulsión, pomada, ungüento, crema o gel ¿Qué es mejor para la piel?* Bepantol. <https://www.bepanthol.es/blog/emulsion-pomada-unguento-crema-o-gel-que-es-mejor-para-la-piel#:~:text=Seg%C3%BAAn%20su%20textura%2C%20su%20composici%C3%B3n,%20pomada%2C%20crema%20o%20gel>.
- Blanco, L. (2023). *Pinus patula*. Lifeder. <https://www.lifeder.com/pinus-patula/>
- Bobadilla, L. (2018). *Aplicación De Tecnología De Producción En Vivero Para Dos Variedades De Pino En El Distrito De Santo Tomás Provincia De Chumbivilcas Región Cusco* [Universidad José Carlos Mariátegui]. [https://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12819/331/Bobadilla%20Trivelo%20Lenin\\_tesis\\_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12819/331/Bobadilla%20Trivelo%20Lenin_tesis_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Bonilla, L. (2021). *Modelos in vivo e in vitro empleados para la determinación de la actividad antiinflamatoria de flavonoides y la tendencia para su aplicación en Sistemas Terapéuticos Transdérmicos (STTs)* [Universidad Autónoma del Estado de Morelos]. <http://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/2921/BOALVS07.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Camacho, L. (2020). *Determinación de la capacidad antioxidante de plantas aromáticas. Calendula officinalis* [Universidad de Jaén]. <https://crea.ujaen.es/bitstream/10953.1/12347/1/TFG%20Quimica%20LUISAMARIACAMACHOPEREZ.pdf>
- Cañada, A., Antúnez, J., & Escalona, J. (2018). Estandarización De Parámetros Para El Control De La Calidad Del Extracto Blando De Caléndula Officinalis L. *Revista Cubana de Tecnología de La Salud*, 9(2), 65–76. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubtecsal/cts-2018/cts182h.pdf>
- Cañarte, C., & Ponce, K. (2021). Viabilidad técnica en la extracción de aceites esenciales en la hoja de palo santo (*Bursera Graveolens*). *Dom. Cien*, 7(1), 124–137. <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i1.1632>

- Canipec. (2018). *¿En qué consisten las pruebas in-vitro que se realizan en los productos cosméticos?* Belleza y Bienestar. <https://bellezabienestar.org/pruebas-in-vitro-productos-cosmeticos/>
- Casado, I. (2018). *Optimización de la extracción de aceites esenciales por destilación en corriente de vapor* [Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales]. [https://oa.upm.es/49669/1/TFG\\_IRENE\\_CASADO\\_VILLAVERDE.pdf](https://oa.upm.es/49669/1/TFG_IRENE_CASADO_VILLAVERDE.pdf)
- Chévez Chévez, H. d. (2014). *Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua*. Obtenido de Determinación y comparación de propiedades físicoquímicas de dos aceites de pino (*Pinus Oocarpa Schide*): <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/retrieve/5849>
- Choquehuanca, M., & Llantoy, S. (2023). *Nivel De Conocimiento Y Grado De Aceptación De Los Aceites Esenciales Como Alternativa Terapéutica En Tratamientos De Estrés Y Ansiedad En El Personal Del Centro De Salud Parroquial Hermano Andrés, Lima – Perú, Marzo – Mayo 2022* [Universidad María Auxiliadora]. <https://repositorio.uma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12970/1444/TESIS%20-%20CHOQUEHUANCA%20-%20LLANTOY.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cientec. (2023). *¿Qué es Cromatografía?* Cientec Instrumentos Científicos. <https://cientecinstrumentos.cl/que-es-cromatografia/#:~:text=La%20cromatograf%C3%ADa%20es%20un%20procedimiento,compuestos%20de%20una%20manera%20muy>
- Cristobal. (11 de Noviembre de 2020). *Intituto de dermocosmetica*. Obtenido de Diferencia entre hidrolato y el aceite esencial: <https://www.institutodermocosmetica.com/diferencia-entre-el-hidrolato-y-el-aceite-esencial/>
- Cruceriu, D., Balacescu, O., & Rakosy, E. (2018). *Calendula officinalis: Potential Roles in Cancer Treatment and Palliative Care. Integrative Cancer Therapies, 17(4), 1068–1078.* <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/1534735418803766>
- Cueva, J. (2019). *Obtención de aceite esencial de pinus patula schl.et chan en la comunidad de Zuleta, parroquia Angochagua, provincia de Imbabura* [Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8914/1/03%20FOR%20281%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- De la Fuente, J. (2018). *¿A qué llamamos pruebas in vivo y pruebas in vitro?* Alergia y Asma Andalucía. <https://alergiayasma.es/a-que-llamamos-pruebas-in-vivo-y-pruebas-in-vitro/>

- Díaz, D. (2021). *Cremas emolientes*. Unidad Editorial Revistas. Cúidate Plus. <https://cuidateplus.marca.com/belleza-y-piel/diccionario/cremas-emolientes.html>
- Druni. (2019). *Aceite de caléndula: Usos, propiedad y beneficios*. Druni Blog. <https://www.druni.es/blog/aceites-esenciales/>
- Druni. (2022). *Aceite de menta, Usos, beneficios y propiedades*. Druni Blog. <https://www.druni.es/blog/aceites-esenciales/menta/>
- Duarte, J. (2021). *¿Cómo hacer una crema base estable?* Cosmética Natural. <https://cosmeticanaturaljoanaduarte.com/como-hacer-una-crema-base/>
- EcuRed. (2023). *Menta*. EcuRed. <https://www.ecured.cu/Menta>
- Essential Oils Peru. (2023). *Cuántos tipos de aceites esenciales existen?* Blog Con Ciencia. <https://eopperu.com/blog/blog-conciencia-1/cuantos-tipos-de-aceites-esenciales-existen-4#:~:text=Seg%C3%BAAn%20su%20origen%3A,o%20varios%20de%20sus%20componentes.>
- Escoto García , T. (2015). Caracterización química de aceites esenciales y extractos de madera de dos especies de pinos del bosque La Primavera. *SciELO*.
- European Chemical Agency. (2021). *Métodos in vitro*. ECHA. <https://echa.europa.eu/es/support/registration/how-to-avoid-unnecessary-testing-on-animals/in-vitro-methods>
- Freire, F. (2022). *Beneficios de la cosmética natural*. VGH. <https://www.vagheggi.es/blog/beneficios-cosmetica-natural#:~:text=La%20cosm%C3%A9tica%20natural%20protege%20y,indicada%20para%20las%20pieles%20sensibles.>
- Fundación Charles Darwin. (2023). *Pinus radiata D. Don*. <https://www.darwinfoundation.org/es/datazone/checklist?species=122>
- Garnier. (2017). *¿Qué son las cremas nutritivas para la piel?* Garnier LLC. <https://www.garnier.es/consejos-belleza/cuidado-piel/seca/cremas-nutritivas-piel>
- Garzón, D. (2019). *Revisión De Las Características Y Propiedades Antioxidantes De Extractos Del Género Mentha* [Universidad Nacional Abierta y a Distancia Cead José Acevedo y Gómez]. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/35619/dcgarzonmo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Gayosso, S., Borges, L., Villanueva, E., Estrada, M., & Garruña, E. (2018). Caracterización Física Y Química De Materiales Orgánicos Para Sustratos Agrícolas. *Agrociencia*, 52(1), 639–652. <https://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v52n4/2521-9766-agro-52-04-639.pdf>
- Golberg, H. (2023). *Aceites esenciales: importancia en la salud*. Agroconsultora Plus. <https://www.agroconsultoraplus.com/aceites-esenciales-salud/#:~:text=Los%20aceites%20se%20clasifican%20en,l%C3%ADquidos%20v ol%C3%A1tiles%20a%20temperatura%20ambiente.>
- Hernández, A. (2018). *Prototipo De Un Extractor De Aceites Esenciales Con Sistema De Control Tolerante A Fallos*. <https://red.uaol.edu.co/bitstream/handle/10614/10550/T08218.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Huaraca, R., Tapia, F., Delgado, M., & Nolasco, G. (2021). Perfil químico y actividad antioxidante de aceites esenciales de hierbas aromáticas altoandinas del Perú. *ALFA Revista de Investigación En Ciencias Agronómicas y Veterinarias*, 5(14), 153–165. <http://www.scielo.org.bo/pdf/arca/v5n14/2664-0902-arca-5-14-153.pdf>
- Iñíguez, R., Esqueda, H., Escoto, T., Ochoa, G., & Rodríguez, A. (2017). Caracterización química de aceites esenciales y extractos de madera de dos especies de pinos del bosque La Primavera . *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 1(1), 6–28. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-11322015000200004#:~:text=El%20componente%20mayoritario%20es%20el,del%20aceite%20esencial%20de%20pino.](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322015000200004#:~:text=El%20componente%20mayoritario%20es%20el,del%20aceite%20esencial%20de%20pino.)
- Jami, G., & Jaramillo, L. (2019). *Biodiversidad De Aceites Esenciales Producidos De Variedades Híbridas Provenientes De Diferentes Tipos De Rosas*. Universidad Politécnica Salesiana [Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17575>
- Jover, A. (2023). *Aceite esencial de eucalipto, tu aliado frente al resfriado*. Cuerpo Mente. [https://www.cuerpomente.com/salud-natural/terapias-naturales/aceite-esencial-eucalipto-propiedades-usos-contraindicaciones\\_9422](https://www.cuerpomente.com/salud-natural/terapias-naturales/aceite-esencial-eucalipto-propiedades-usos-contraindicaciones_9422)
- Juela Quizhpe, T. C. (19 de Octubre de 2015). *Universidad Nacional de Loja*. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/10310/1/Tesis%20Tatiana%20Cibiel%20Juela%20Quizhpe.pdf>
- Laboratorios BOR. (2023). *Crema Nutritiva, Humectante, Hidratante ¿sabés Qué Significa Cada Uno De Estos Términos?* BOR. <https://www.bor.com.ar/blog/5-cremas-nutritivas-humectantes-hidratantes.html>

- La Roche-Posay. (2023). *Cremas reparadoras ¿Cuál elegir?* La Roche-Posay. <https://www.laroche-posay.es/articulo/cremas-reparadoras-cual-elegir>
- Lipa Huamaní, F. G. (2014). *Renati*. Obtenido de Estudio comparativo en el proceso de extracción de aceite esencial de eucalipto (Eucalipto Glóbulus Labill) mediante el método de destilación por arrastre de vapor y el método de hidrodestilación: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3205319>
- López, A. (2020). *100 Usos de los aceites esenciales*. dōTERRA de México S. <https://media.doterra.com/mx/es/brochures/ebook-100-uses-for-essential-oils.pdf>
- López, B., Ortonobes, S., & García, C. (2017). *Ungüentos, pomadas, cremas, geles y pastas: ¿es todo lo mismo?* Formación Activa En Pediatría de Atención Primaria. <https://fapap.es/articulo/366/ungentos-pomadas-cremas-geles-y-pastas-es-todo-lo-mismo-#:~:text=Cremas%20o%20emulsiones,en%20cremas%20lip%C3%B3filas%20e%20hidr%C3%B3filas>.
- López, L. (2022). *Funcionalidades y ventajas del extractor Soxhlet automático*. Tecnilab. <https://www.tecnilab.es/soxhlet-automatico/>
- Luna, R. (2023). *Aceites esenciales*. EcuRed. [https://www.ecured.cu/Aceites\\_esenciales](https://www.ecured.cu/Aceites_esenciales)
- Madrid, E. (2019). *14 Beneficios para la salud del extracto de corteza de pino*. IHerb. <https://mx.iherb.com/blog/14-health-benefits-of-pine-bark-extract/273>
- Medina, L. (2023). *Características Importantes de los aceites esenciales*. Mylottush. Mylottush
- Mena, C., Silva, B., & Medina, A. (2020). Composición Química Y Actividad Biológica De Los Aceites Esenciales De Lamiaceas, Asteraceas, Vervenaceas: Una Revisión. *InfoANALÍTICA*, 30(2), 15–25. <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/157/1572063001/html/>
- Nolazco, D., Villanueva, E., Hatta, B., & Tellez, L. (2020). Extraction and chemical characterization of essential oil from Eucalyptus obtained by microwave and ultrasound. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 22(3), 3–14. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2313-29572020000300274](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2313-29572020000300274)
- Núñez, T. (2022). *Guía práctica de plantas medicinales: Una ayuda natural para combatir los síntomas de enfermedades típicas del invierno*. Ladera Sur. <https://laderasur.com/articulo/guia-practica-de-plantas-medicinales-una-ayuda-natural-para-combatir-los-sintomas-de-enfermedades-tipicas-del-invierno/>

- Ochoa, A. (2022). *Eucalipto: conoce sus propiedades y por qué no puede faltar en casa*. Planeta AD. <https://www.admagazine.com/articulos/eucalipto-propiedades-y-cuidados>
- Ortíz, H. (2022). *Clasificación Taxonómica Y Características Físicoquímicas De La Menta Silvestre (Mentha sp.)* [Universidad Nacional del Centro de Peú]. [https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/9113/T010\\_46488747\\_T%20%20%20%20OORTIZ%20BALDEON.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/9113/T010_46488747_T%20%20%20%20OORTIZ%20BALDEON.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Pazmiño, J. (2018). *Análisis De Los Métodos De Extracción De La Flor De Caléndula (Calendula Officinalis) Para Productos Agroindustriales*. [UDLA]. <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/10289/1/UDLA-EC-TIAG-2018-49.pdf>
- Ramírez, R. (2020). *Actividad Antimicrobiana In Vitro De La Crema Elaborada De La Combinación Del Aceite Esencial De Syzygium Aromaticum (Clavo De Olor) Y Extracto Etanólico De Thymus Vulgaris L. (Tomillo) Frente A Cepas De Escherichia Coli Y Staphylococcus Aureus Y Candida Albicans* [Universidad Inca Garcilaso de la Vega]. [http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/5814/TESIS\\_%20RAMOS%20HEREDIA%20ROSA.pdf?sequence=9](http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/5814/TESIS_%20RAMOS%20HEREDIA%20ROSA.pdf?sequence=9)
- Raypa. (2019). *Extractor SOXHLET Y RANDAL*. <https://www.raypa.com/prod/sistema-de-extraccion-de-grasas-sx-6-mp/#:~:text=El%20m%C3%A9todo%20soxhlet%20inventado%20por,una%20cantidad%20importante%20de%20disolvente.>
- Rojas, V., & Cuerllar, L. (2023). *Revisión sistemática del efecto de los aceites esenciales utilizados como sustancias químicas activas extraídas de plantas medicinales destinados para el tratamiento complementario de la enfermedad de la migraña* [Universidad El Bosque]. <https://repositorio.unbosque.edu.co/handle/20.500.12495/10619>
- Ruiz. (2019). *Hidrodestilación*. Química Fácil. <https://quimicafacil.net/tecnicas-de-laboratorio/hidrodestilacion/>
- Ruiz, C., Díaz, C., & Rojas, R. (2017). Composición química de aceites esenciales de 10 plantas aromáticas peruanas. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 82(1), 10–20. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1810-634X2015000200002#:~:text=Dependiendo%20de%20la%20especie%20se,fen%C3%B3licos%20fenilpropanoides%20entre%20otros.](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2015000200002#:~:text=Dependiendo%20de%20la%20especie%20se,fen%C3%B3licos%20fenilpropanoides%20entre%20otros.)
- Ruiz, M. (2020). *Cromatografía Líquida De Alto Rendimiento (Hplc) Y Cromatografía De Gases (CG)*.



<https://bonga.unisimon.edu.co/bitstream/handle/20.500.12442/7985/Gu%c3%ada%20de%20Cromatograf%c3%ada%20liquida%20de%20alto%20rendimiento%28HPLC%29%20y%20Cromatograf%c3%ada%20de%20gases%20%28CG%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sevillano, R., Castillo, W., & Silva, E. (2019). Optimización de la extracción por arrastre de vapor de aceite esencial de romero (*Rosmarinus officinalis*) utilizando diseños secuenciales. *Manglar*, 16(1), 1–15. <https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/117/217>

Sevillano, R., Siche, R., Castillo, W., & Silva, E. (2019). Optimización de la extracción por arrastre de vapor de aceite esencial de romero (*Rosmarinus officinalis*) utilizando diseños secuenciales. *Manglar: Revista de Investigación Científica*, 16(1), 5361. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8104340>

Sharma, A. (2020). El eucaliptol (1,8 cineol) del aceite esencial de eucalipto es un inhibidor potencial de la infección por el virus corona COVID 19 según los estudios de acoplamiento molecular. *Preprints*, 1(10). 20944/preprints202003.0455.v1

Torres, G., Sarmiento, O., Ramírez, R., & Guevara, O. (2018). Evaluación del rendimiento del aceite esencial de caléndula (*Calendula officinalis* L) obtenido por OAH. *Revista ION*, 31(1), 10–20. <https://doi.org/10.18273/revion.v31n1-2018002>

Vallejo, A., & Zapata, F. (2018). *Pino pátula*. <https://www.forestmaderero.com/articulos/item/pino-patula.html>

Vega, R., Jiménez, J., & Ortíz, M. (2022). Ensayos in vitro para cuantificar la actividad biológica de citocinas. *Revista Tecnología En Marcha*, 35(2), 20–30. <http://dx.doi.org/10.18845/tm.v35i2.5638>

Veliz, M., González, Y., & Martínez, Y. (2019). Evaluación técnica y económica del proyecto de obtención de aceites esenciales. *Tecnología Química*, 39(1), 1–10. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-61852019000100207&script=sci\\_arttext&lng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-61852019000100207&script=sci_arttext&lng=en)

Villareal, H., Cruz, D., & Legua, J. (2022). El eucalipto utilizado como alternativa de tratamiento para afecciones respiratorias en la población de Barranca. *Vive Revista de Salud*, 5(13), 1–10. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2664-32432022000100098](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2664-32432022000100098)

Vinueza, M. (2023). *Ficha Técnica No. 14 Pino (Pinus Patula)*. Ecuador Forestal.  
<https://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-14-pino-pinus-patula/>

Voguel, A. (2023). *Eucalyptus globulus* . Sociedad Española de Fitoterapia.  
<https://www.avogel.es/enciclopedia-plantas/eucalyptus-globulus.html>

Zarza, L. (2023). *¿Qué es la destilación y para qué sirve?* IAguá.  
<https://www.iagua.es/respuestas/que-es-destilacion-y-que-sirve#:~:text=Destilaci%C3%B3n%20por%20arrastre%20de%20vapor,siempre%20inferior%20a%20100%20%C2%BA>

## ANEXOS

### Anexo 1.

*Mapa de ubicación de la investigación*



Elaborado por: (Baños S, 2017)

## Anexo 2

### *Análisis físico químicos de las materias primas*



Recolección de Pino



Recolección de eucalipto



Recolección de menta



Recolección de caléndula



Pesado de pino



Pesado de eucalipto



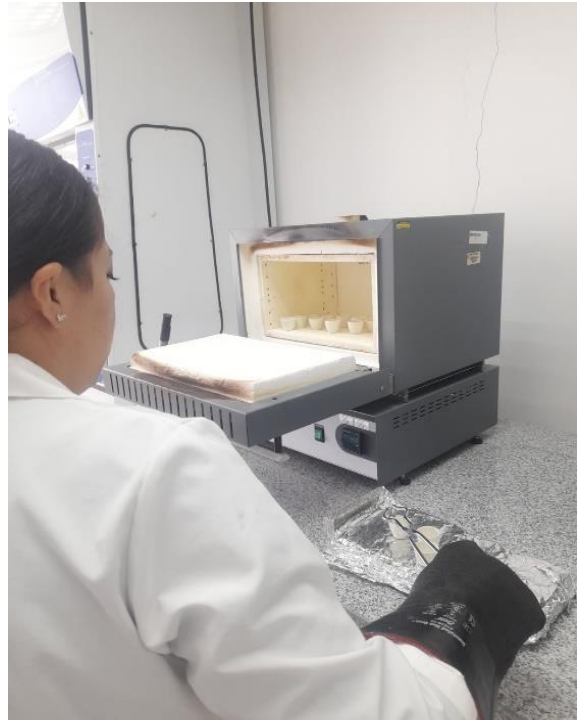
Pesado de menta



Pesado de la caléndula



Pesamos la materia prima en los crisoles



Colocamos los crisoles en la mufla por 30min



Las muestras hechas cenizas



Pesamos las muestras en los crisoles



Colocamos las muestras en el desecador



Muestra final de los volátiles en los crisoles



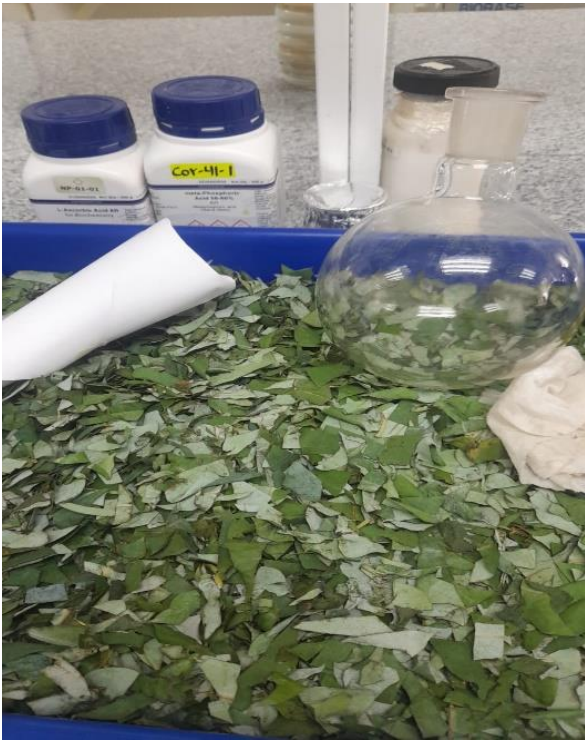
Pesamos la muestra fresca en los crisoles



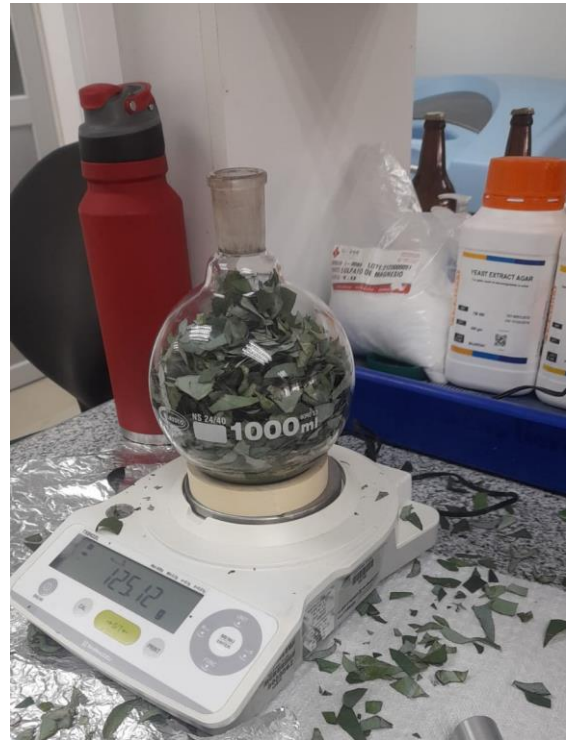
Dejamos por 24 horas en la estufa

### Anexo 3

#### *Extracción de los aceites esenciales del pino, menta, eucalipto y caléndula*



Troceado de la materia prima



Pesado de la materia prima



Destilador hisdrodestilación



Agregación en el decantador





Separación el agua del aceite en el decantador



Aceite esencial de pino, eucalipto, menta y caléndula

#### **Anexo 4**

#### *Análisis físico químicos de los aceites esenciales*



Picnómetro con las muestras de aceite esencial



Baño maría con agua destilada, picnómetro para la densidad



pH de los aceites esenciales de las 4 muestras



Usamos los solventes para saber cuál es el rango del pH de los aceites.



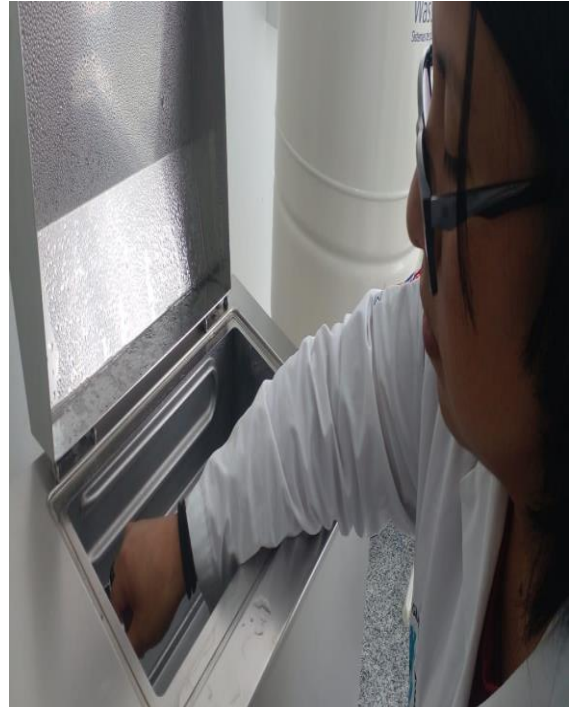
Realizamos el índice de refracción de los aceites esenciales



Colocamos las cuatro muestras en el refractómetro.



Pesado de la base de la crema



Disolución a baño maría



Mesclas de aceites por muestras en porcentajes



Crema final

## Anexo 6

### Análisis in-vitro de la crema terapéutica



Colocamos la crema en los tubos de endopor



Pipeteamos las soluciones en la crema



Etiquetado de los tubos de endopor



Pipeteado de solventes



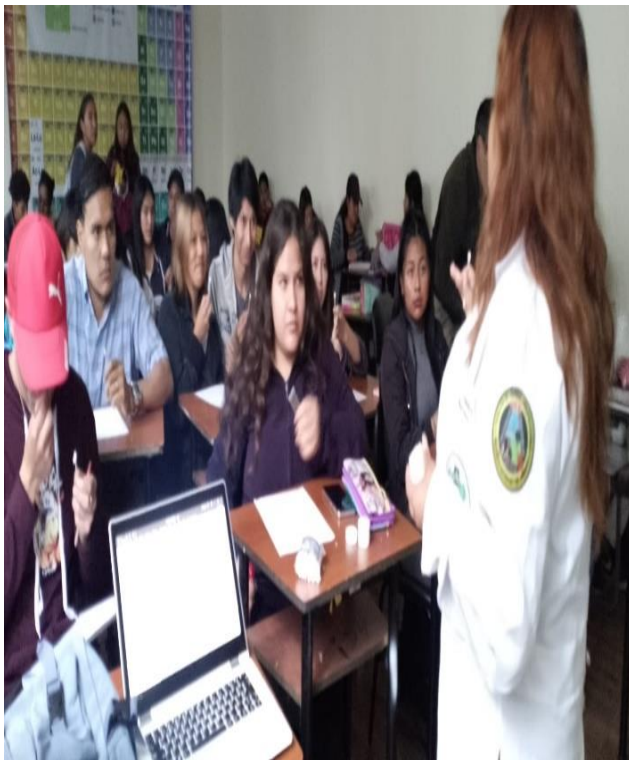
Tubos de ensayo con sangre para el análisis



Prueba antiinflamatoria

## **Anexo 7**

### *Evaluación sensorial de la crema terapéutica*



Explicación a los estudiantes para el análisis estadístico



Explicación a los estudiantes sobre la crema terapéutica

**Anexo 8**

*Ficha de evaluación sensorial*



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR FACULTAD DE CIENCIAS  
AGROPECUARIAS, RECURSOS

**NATURALES Y DEL AMBIENTE CARRERA DE INGENIERIA  
AGROINDUSTRIAL**



**EVALUACIÓN SENSORIAL**

**Fecha:** ..... **Nombre:** .....

**Instrucciones:** Evaluar cada una de las características de calidad y aceptabilidad. Marque con una **X** la casilla que mejor indique su sentido a cerca de la muestra.

CARACTERÍSTICAS	ALTERNATIVAS	MUESTRAS	
		a5	a6
<b>COLOR</b>	1. Malo		
	2. Regular		
	3. Bueno		
	4. Muy Bueno		
	5. Excelente		
<b>OLOR</b>	1. Muy Desagradable		
	2. Desagradable		
	3. Agradable		
	4. Muy Agradable		
	5. Excelente		
<b>TEXTURA</b>	1. Muy Duro		
	2. Duro		
	3. Semi Blando		
	4. Blando		
	5. Muy Blando		
<b>ACEPTABILIDAD</b>	1. Malo		
	2. Regular		
	3. Bueno		
	4. Muy Bueno		
	5. Excelente		

Observaciones.....

## Anexo 9

*Etiqueta del producto final*

**Etiqueta vista posterior**



**Etiqueta vista lateral**



## **Anexo 10**

### *Glosario de términos*

**Aceites esenciales.** - Son una mezcla compleja de sustancias aromáticas responsable de las fragancias.

**Antioxidante.** - Son compuestos sintetizados por las plantas en sus diferentes partes (frutos, hojas, ramas, raíces, etc.) caracterizados por poseer grupos hidroxilos (OH) unidos entre sí por anillos bencénicos.

**pH.** - Es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución acuosa.

**Cosméticos.** - Son preparaciones constituidas por sustancias naturales o sintéticas o sus mezclas, de uso externo para la piel, uñas, cavidad bucal, ojos, genitales externos, pie, rostro, cabello que se utilizan para la higiene personal, perfumar, mejorar la apariencia.

**Núcleo de ebullición.** - Los núcleos de ebullición son partículas físicas que se adicionan para que cuando comience la ebullición este fomente la homogeneidad (mezcla que hierve).

**Barómetro.** - El barómetro es un instrumento que mide la presión atmosférica.

**Secado.** - Es un método de conservación de alimentos, consistente en extraer el agua de estos, lo que inhibe la proliferación de microorganismos y dificulta la putrefacción.

**Crema.** - Es un preparado semisólido para el tratamiento tópico. Las cremas son a base de agua (a diferencia de un ungüento o pomada) contienen de un 60 a 80 % de agua, para poder formar un líquido espeso y homogéneo.


**Pulverizado.** - Es el procedimiento de pulverizar y el resultado del mismo.

**Antioxidante:** Molécula capaz de prevenir o retardar la oxidación de otras moléculas.



## Anexo 11

### Informes de los resultados del laboratorio general

 <b>UNIVERSIDAD BOLÍVAR</b> <b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador	<b>Código</b>	<b>FPG12-01</b>
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Versión</b>	<b>1</b>
		<b>Año</b>	<b>2023</b>
		<b>Página</b>	<b>Página 1 de 1</b>

### INFORME DE ENSAYOS N°146-2023


Descripción de la muestra					
<b>Solicitantes</b>	Sara Aurora Pupiales Martinez - Tahina Elizabeth Torres Cando				
<b>Muestra</b>	Pino				
<b>Código asignado UEB</b>	INV 057				
<b>Estado de la muestra</b>	Solido				
<b>Envase de recepción</b>	Funda plastica con 1 Kg aprox de muestra				
<b>Análisis requerido(s)</b>	Humedad - Cenizas - Volátiles				
<b>Fecha de recepción</b>	27 de febrero de 2023				
<b>Fecha de análisis</b>	27 de febrero al 10 de marzo de 2023				
<b>Fecha de informe</b>	01 de junio de 2023				
<b>Técnico asignado</b>	ECCR				
RESULTADOS OBTENIDOS					
Matriz de ensayo	Parámetro	Unidad	Método	Resultado Base Seca	Resultado Base Fresca / Recibida
Pino INV-57	Humedad	%	UNE-EN-ISO 18134-3	8.57	50.18
	Cenizas	%	UNE-EN-ISO 18122	8.79	—
	Volátiles	%	UNE-EN-ISO 18123	75.76	—

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por muestra



ESIDRO FAVIAN BAYAS  
MOREJÓN

Ing. Favian Bayas Morejón PhD.  
Director DIVIUEB  
Teléf. (+593) 99 031 6224

 <b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Lagunacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador</small>	<b>Código</b>	FPG12-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Versión</b>	1
		<b>Año</b>	2023
		<b>Página</b>	Página 1 de 1

**INFORME DE ENSAYOS N°147-2023**

Descripción de la muestra					
<b>Solicitantes</b>	Sara Aurora Pupiales Martinez - Tahina Elizabeth Torres Cando				
<b>Muestra</b>	Eucalipto				
<b>Código asignado UEB</b>	INV 058				
<b>Estado de la muestra</b>	Solido				
<b>Envase de recepción</b>	Funda plastica con 1 Kg aprox de muestra				
<b>Análisis requerido(s)</b>	Humedad - Cenizas - Volátiles				
<b>Fecha de recepción</b>	27 de febrero de 2023				
<b>Fecha de análisis</b>	27 de febrero al 10 de marzo de 2023				
<b>Fecha de informe</b>	01 de junio de 2023				
<b>Técnico asignado</b>	ECCR				
RESULTADOS OBTENIDOS					
Matriz de ensayo	Parámetro	Unidad	Método	Resultado Base Seca	Resultado Base Fresca / Recibida
Eucalipto INV 058	Humedad	%	UNE-EN-ISO 18134-3	12.00	63.94
	Cenizas	%	UNE-EN-ISO 18122	7.23	—
	Volátiles	%	UNE-EN-ISO 18123	73.20	—

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por muestra.




ISIDRO FAVIAN BAYAS  
MOREJON

Ing. Favian Bayas Morejón PhD.

**Director DIVIUEB**

Teléf. (+593) 99 031 6224

 <b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Lagunacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	<b>Código</b>	FPG12-01
		<b>Versión</b>	1
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Año</b>	2023
		<b>Página</b>	Página 1 de 1

### INFORME DE ENSAYOS N°148-2023

Descripción de la muestra					
<b>Solicitantes</b>	Sara Aurora Pupiales Martinez - Tahina Elizabeth Torres Cando				
<b>Muestra</b>	Menta				
<b>Código asignado UEB</b>	INV 059				
<b>Estado de la muestra</b>	Sólido				
<b>Envase de recepción</b>	Funda plastica con 1 Kg aprox de muestra				
<b>Análisis requerido(s)</b>	Humedad - Cenizas - Volátiles				
<b>Fecha de recepción</b>	27 de febrero de 2023				
<b>Fecha de análisis</b>	27 de febrero al 10 de marzo de 2023				
<b>Fecha de informe</b>	01 de junio de 2023				
<b>Técnico asignado</b>	ECCR				
RESULTADOS OBTENIDOS					
Matriz de ensayo	Parámetro	Unidad	Método	Resultado Base Seca	Resultado Base Fresca / Recibida
Menta INV 059	Humedad	%	UNE-EN-ISO 18134-3	12.17	81.91
	Cenizas	%	UNE-EN-ISO 18122	12.96	—
	Volátiles	%	UNE-EN-ISO 18123	71.88	—

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por muestra



ISIDRO FAVIAN BAYAS  
MOREJÓN

Ing. Favian Bayas Morejón PhD.  
**Director DIVIUEB**  
**Teléf. (+593) 99 031 6224**

<b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>Código</b>	FIG12-01
	Lagoa de San Carlos, Km 1,102, vía a San Sebastián, Cantón Guano, Provincia Bolívar, Ecuador	<b>Versión</b>	1
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Año</b>	2023
		<b>Página</b>	Página 1 de 2

**INFORME N° 184-2023**

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA						
<b>Solicitante</b>	Sara Aurora Pujales Martínez y Tahina Elizabeth Torres Cando					
<b>Muestra</b>	Hojas de pino					
<b>Código asignado UEB</b>	INV-058					
<b>Estado de la muestra</b>	Sólido pulverizado					
<b>Envase de recepción</b>	Frascos de plástico					
<b>Análisis requerido(s)</b>	Porcentaje de Carbono, nitrógeno, hidrógeno, azufre, relación C/N y C/H					
<b>Fecha de recepción</b>	27/02/2023					
<b>Fecha de análisis</b>	09/03/2023					
<b>Fecha de informe</b>	17/07/2023					
<b>Técnico (s) asignado</b>	MIPV					
RESULTADOS OBTENIDOS						
Código de laboratorio	Muestra	Parámetros	Unidad	Método	Resultado	Promedio
<b>INV-058</b>	Hojas de pino-R1	<b>Carbono</b>	%	UNE-EN ISO 16948	44,88	44,93
	Hojas de pino-R2				45,41	
	Hojas de pino-R3				44,50	
	Hojas de pino-R1	<b>Nitrógeno</b>	%	UNE-EN ISO 16948	2,02	1,98
	Hojas de pino-R2				1,93	
	Hojas de pino-R3				1,99	
	Hojas de pino-R1	<b>Hidrógeno</b>	%	UNE-EN ISO 16948	5,52	5,46
	Hojas de pino-R2				5,41	
	Hojas de pino-R3				5,45	
	Hojas de pino-R1	<b>Azufre</b>	%	UNE-EN ISO 16948	0,06	0,06
	Hojas de pino-R2				0,05	
	Hojas de pino-R3				0,06	
	Hojas de pino-R1	<b>Relación C/N</b>	%	UNE-EN ISO 16948	22,25	22,88
	Hojas de pino-R2				23,05	
	Hojas de pino-R3				23,35	
	Hojas de pino-R1	<b>Relación C/H</b>			8,13	

<b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>Código</b>	FPG12-01
	Leguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador	<b>Versión</b>	1
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Año</b>	2023
		<b>Página</b>	Página 2 de 2

	Hojas de pino-R2		%	UNE-EN ISO 16948	8,21	8,17
	Hojas de pino-R3				8,16	

Las muestras son realizadas con tres réplicas

  
 Dr. Favian Bayas Morejón  
 Director DIVIUEB

<b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Leguazoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador</small>	<b>Código</b>	FPG12-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Versión</b>	1
		<b>Año</b>	2023
		<b>Página</b>	Página 1 de 2

**INFORME N° 105-2023**

<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA</b>						
<b>Solicitante</b>	Sara Aurora Pupiales Martínez y Tahina Elizabeth Torres Cando					
<b>Muestra</b>	Hojas de eucalipto					
<b>Código asignado UEB</b>	INV- 057					
<b>Estado de la muestra</b>	Sólido pulverizado					
<b>Envase de recepción</b>	Frascos de plástico					
<b>Análisis requerido(s)</b>	Porcentaje de Carbono, nitrógeno, hidrógeno, azufre, relación C/N y C/H					
<b>Fecha de recepción</b>	27/02/2023					
<b>Fecha de análisis</b>	09/03/2023					
<b>Fecha de informe</b>	17/07/2023					
<b>Técnico (s) asignado</b>	MIPV					
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>						
<b>Código de laboratorio</b>	<b>Muestra</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Método</b>	<b>Resultado</b>	<b>Promedio</b>
INV- 057	Hojas de eucalipto - R1	Carbono	%	UNE-EN ISO 16948	46,30	46,33
	Hojas de eucalipto - R2				46,33	
	Hojas de eucalipto - R3				46,35	
	Hojas de eucalipto - R1	Nitrógeno	%	UNE-EN ISO 16948	1,40	1,37
	Hojas de eucalipto - R2				1,35	
	Hojas de eucalipto - R3				1,37	
	Hojas de eucalipto - R1	Hidrógeno	%	UNE-EN ISO 16948	5,69	5,71
	Hojas de eucalipto - R2				5,72	
	Hojas de eucalipto - R3				5,72	
	Hojas de eucalipto - R1	Azufre	%	UNE-EN ISO 16948	0,01	0,02
	Hojas de eucalipto - R2				0,02	
	Hojas de eucalipto - R3				0,01	
	Hojas de eucalipto - R1	Relación C/N	%	UNE-EN ISO 16948	33,18	33,80
	Hojas de eucalipto - R2				34,32	
	Hojas de eucalipto - R3				33,90	
	Hojas de eucalipto - R1	Relación C/H				8,13

<b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>Código</b>	<b>FPG12-01</b>
	Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador	<b>Versión</b>	<b>1</b>
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Año</b>	<b>2023</b>
		<b>Página</b>	<b>Página 2 de 2</b>

	Hojas de eucalipto - R2		%	UNE-EN ISO 16948	8,10	8,11
	Hojas de eucalipto - R3				8,11	

Las muestras son realizadas con tres réplicas



**Dr. Favian Bayas Morejón**  
Director DIVIUEB

<b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Leguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador</small>	<b>Código</b>	<b>FPG12-01</b>
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Versión</b>	<b>1</b>
		<b>Año</b>	<b>2023</b>
		<b>Página</b>	<b>Página 1 de 2</b>

**INFORME N° 186-2023**

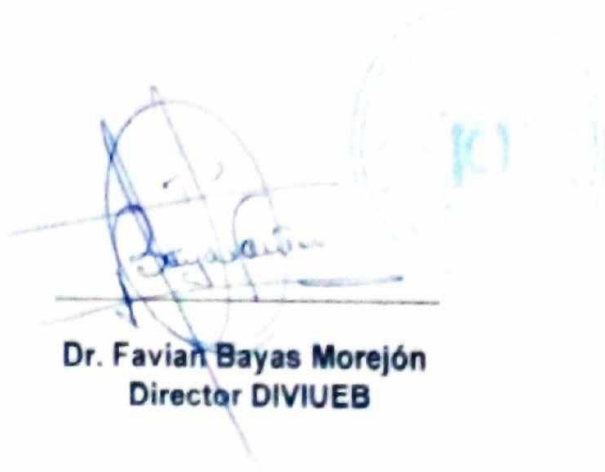
<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA</b>						
<b>Solicitante</b>	Sara Aurora Pupiales Martínez y Tahina Elizabeth Torres Cando					
<b>Muestra</b>	Hojas de menta					
<b>Código asignado UEB</b>	INV- 059					
<b>Estado de la muestra</b>	Sólido pulverizado					
<b>Envase de recepción</b>	Frascos de plástico					
<b>Análisis requerido(s)</b>	Porcentaje de Carbono, nitrógeno, hidrógeno, azufre, relación C/N y C/H					
<b>Fecha de recepción</b>	27/02/2023					
<b>Fecha de análisis</b>	09/03/2023					
<b>Fecha de informe</b>	17/07/2023					
<b>Técnico (s) asignado</b>	MIPV					
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>						
<b>Código de laboratorio</b>	<b>Muestra</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Método</b>	<b>Resultado</b>	<b>Promedio</b>
<b>INV- 059</b>	Hojas de menta - R1	<b>Carbono</b>	<b>%</b>	<b>UNE-EN ISO 16948</b>	40,50	<b>40,48</b>
	Hojas de menta - R2				40,43	
	Hojas de menta - R3				40,52	
	Hojas de menta - R1	<b>Nitrógeno</b>	<b>%</b>	<b>UNE-EN ISO 16948</b>	4,26	<b>4,25</b>
	Hojas de menta - R2				4,22	
	Hojas de menta - R3				4,27	
	Hojas de menta - R1	<b>Hidrógeno</b>	<b>%</b>	<b>UNE-EN ISO 16948</b>	5,31	<b>5,28</b>
	Hojas de menta - R2				5,20	
	Hojas de menta - R3				5,33	
	Hojas de menta - R1	<b>Azufre</b>	<b>%</b>	<b>UNE-EN ISO 16948</b>	0,32	<b>0,33</b>
	Hojas de menta - R2				0,33	
	Hojas de menta - R3				0,33	
	Hojas de menta - R1	<b>Relación C/N</b>	<b>%</b>	<b>UNE-EN ISO 16948</b>	9,51	<b>9,52</b>
	Hojas de menta - R2				9,57	
	Hojas de menta - R3				9,48	
Hojas de menta - R1	<b>Relación C/H</b>				<b>7,62</b>	



<b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>Código</b>	<b>FPG12-01</b>
	Laguacoto II Km 1 1/2 vía a San Simón Cantón Guaranda Provincia Bolívar Ecuador	<b>Versión</b>	<b>1</b>
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Año</b>	<b>2023</b>
		<b>Página</b>	<b>Página 2 de 2</b>

	Hojas de menta - R2		%	UNE-EN ISO 16948	7,78	7,67
	Hojas de menta - R3				7,61	

Las muestras son realizadas con tres réplicas



**Dr. Favian Bayas Morejón**  
**Director DIVIUEB**

<b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> Laguacoto II Km 1 1/2 vía a San Simón, Cantón Guaranda Provincia Bolívar, Ecuador	<b>Código</b>	<b>FPG12-01</b>
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Versión</b>	<b>1</b>
		<b>Año</b>	<b>2023</b>
		<b>Página</b>	<b>Página 1 de 2</b>

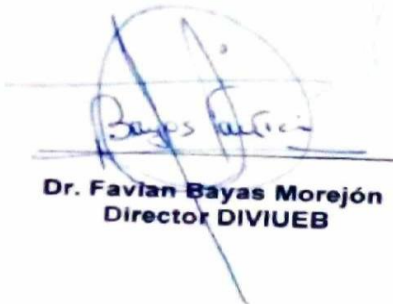
**INFORME N° 183-2023**

<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA</b>						
<b>Solicitante</b>	Sara Aurora Pupiales Martinez y Tahina Elizabeth Torres Cando					
<b>Muestra</b>	Flor de caléndula					
<b>Código asignado UEB</b>	INV- 056					
<b>Estado de la muestra</b>	Sólido pulverizado					
<b>Envase de recepción</b>	Frascos de plástico					
<b>Análisis requerido(s)</b>	Porcentaje de Carbono, nitrógeno, hidrógeno, azufre, relación C/N y C/H					
<b>Fecha de recepción</b>	27/02/2023					
<b>Fecha de análisis</b>	09/03/2023					
<b>Fecha de informe</b>	17/07/2023					
<b>Técnico (s) asignado</b>	MIPV					
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>						
<b>Código de laboratorio</b>	<b>Muestra</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Método</b>	<b>Resultado</b>	<b>Promedio</b>
<b>INV- 056</b>	Flor de caléndula - R1	<b>Carbono</b>	<b>%</b>	UNE-EN ISO 16948	45,40	45,37
	Flor de caléndula - R2				45,17	
	Flor de caléndula - R3				45,55	
	Flor de caléndula - R1	<b>Nitrógeno</b>	<b>%</b>	UNE-EN ISO 16948	2,78	2,76
	Flor de caléndula - R2				2,76	
	Flor de caléndula - R3				2,73	
	Flor de caléndula - R1	<b>Hidrógeno</b>	<b>%</b>	UNE-EN ISO 16948	6,31	6,32
	Flor de caléndula - R2				6,35	
	Flor de caléndula - R3				6,31	
	Flor de caléndula - R1	<b>Azufre</b>	<b>%</b>	UNE-EN ISO 16948	0,08	0,07
	Flor de caléndula - R2				0,07	
	Flor de caléndula - R3				0,07	
	Flor de caléndula - R1	<b>Relación C/N</b>	<b>%</b>	UNE-EN ISO 16948	16,32	16,07
	Flor de caléndula - R2				16,66	
	Flor de caléndula - R3				15,24	

<b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Leguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador</small>		<b>Código</b>	<b>FPG12-01</b>
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>		<b>Versión</b>	<b>1</b>
			<b>Año</b>	<b>2023</b>
			<b>Página</b>	<b>Página 2 de 2</b>

Flor de caléndula - R1	<b>Relación C/H</b>	<b>%</b>	<b>UNE-EN ISO 16948</b>	7,20	<b>7,18</b>
				7,11	
				7,22	

Las muestras son realizadas con tres réplicas

  
**Dr. Favlan Bayas Morejón**  
**Director DIVIUEB**

 <b>DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Laguarote II Km 1 1/2 vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador</small>	<b>Versión</b> 1
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Año</b> 2023
		<b>Página</b> Página 1 de 2

**INFORME DE ENSAYOS N°0123**

<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA</b>					
<b>Solicitante</b>	Sara Pupiales – Tahina Torres				
<b>Muestra</b>	Aceite esencial de eucalipto, aceite esencial de pino, aceite esencial de menta y aceite de flores de caléndula.				
<b>Código asignado UEB</b>	INV229-INV230- INV231- INV232				
<b>Estado de la muestras</b>	Viscosos				
<b>Envase de recepción</b>	Frasco de plástico ámbar				
<b>Análisis requerido(s)</b>	Índice de acidez, densidad, pH				
<b>Fecha de recepción</b>	02 de Mayo de 2023				
<b>Fecha de análisis</b>	02-23 de Mayo de 2023				
<b>Fecha de informe</b>	24 de Mayo de 2023				
<b>Técnico (s) asignado</b>	MPWF				
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>					
<b>PARAMETROS FISICOQUÍMICOS</b>					
<b>Código laboratorio</b>	<b>Muestra</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Método</b>	<b>Resultado</b>
INV229	Aceite esencial de eucalipto	Índice de acidez	mg KOH/g	INEN 38	3,06
					3,13
					3,13
		Densidad	g/cm <sup>3</sup>	INEN 35	1,00
					1,00
					1,00
		pH	-----	Potenciómetro	6,62
					6,61
					6,62
INV230	Aceite esencial de pino	Índice de acidez	mg KOH/g	INEN 38	1,09
					1,11
					1,11
		Densidad	g/cm <sup>3</sup>	INEN 35	0,86
					0,86
					0,86
		pH	-----	Potenciómetro	4,67
					4,44

 <b>UEB</b> UNIVERSIDAD <small>DEL ESTADO DEL BOLÍVAR</small>	<b>DIRECCIÓN DE          INVESTIGACIÓN          Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE          INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Laguecoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda,          Provincia Bolívar, Ecuador</small>		<b>Versión</b>	<b>1</b>
		<b>INFORME DE RESULTADOS</b>		<b>Año</b>	<b>2023</b>
				<b>Página</b>	<b>Página 2 de 2</b>

INV231	Aceite esencial de menta	Índice de acidez	mg KOH/g	INEN 38	4,44
					2,22
					2,22
		Densidad	g/cm <sup>3</sup>	INEN 35	0,91
					0,91
					0,91
		pH	-----	Potenciómetro	5,47
					5,18
					4,64
INV232	Aceite esencial de flores de caléndula	Índice de acidez	mg KOH/g	INEN 38	2,23
					2,24
					2,24
		Densidad	g/cm <sup>3</sup>	INEN 35	0,95
					0,95
					0,95
		pH	-----	Potenciómetro	6,48
					6,00
					5,92

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por análisis y a tres diluciones.

Ing. Favián Bayas, PhD.  
 Director DIVIUEB



VICERRECTORADO DE  
INVESTIGACIÓN  
Y VINCULACIÓN

LABORATORIOS DE  
INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN  
Lagunillas II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda,  
Provincia Bolívar, Ecuador

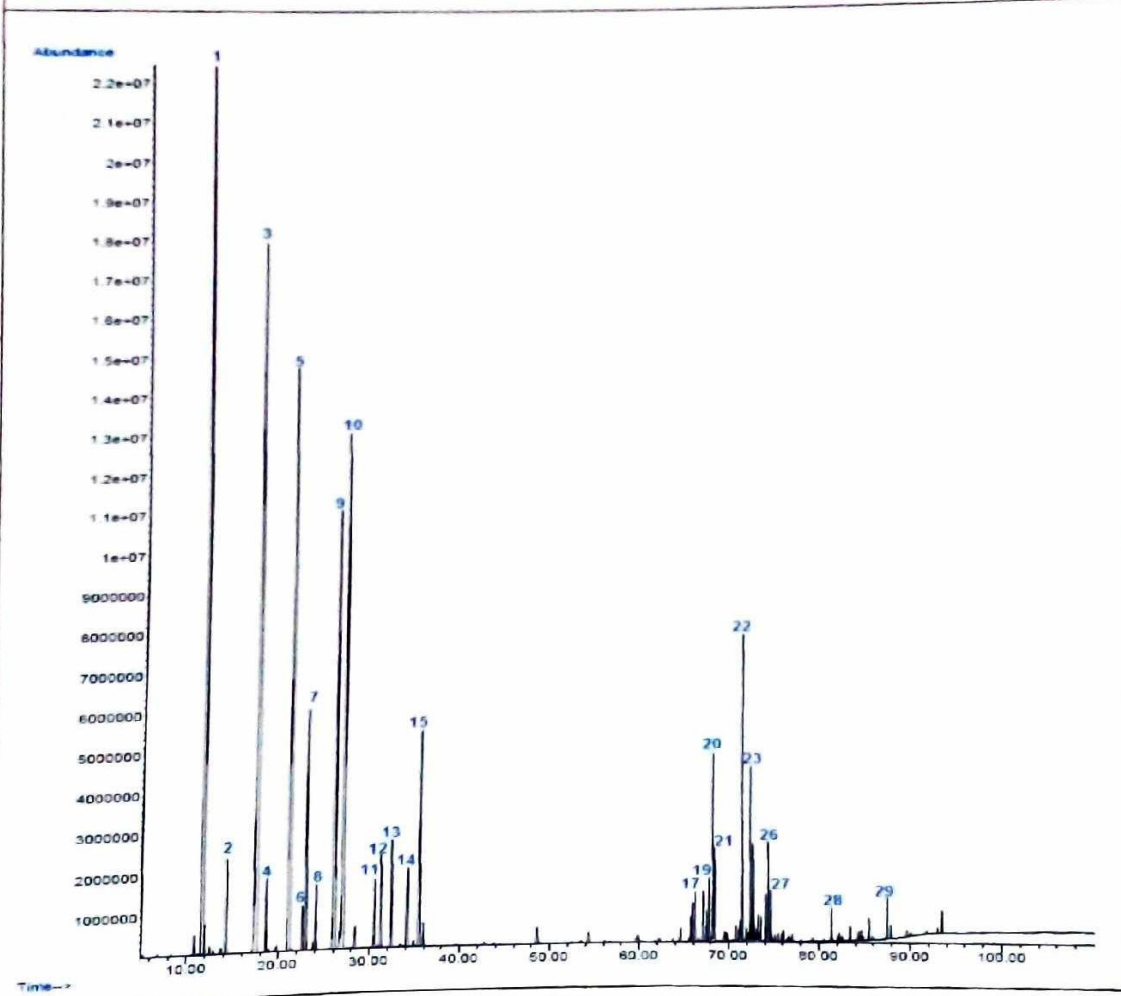
INFORME DE RESULTADOS


Código	FPG12-01
Versión	1
Año	2023
Página	Página 1 de 3

INFORME DE ENSAYOS N°136-2023

Descripción de la muestra	
Solicitantes	Sara Aurora Pupiales Martinez - Tahina Elizabeth Torres Cando
Muestra	Aceite de pino
Código asignado UEB	INV 230
Estado de la muestra	Viscoso
Envase de recepción	Frasco de vidrio color ámbar con 30mL aprox de muestra
Análisis requerido(s)	Identificación de compuestos volátiles por GC-MSD
Fecha de recepción	19 de mayo de 2023
Fecha de análisis	19 al 31 de mayo de 2023
Fecha de informe	31 de mayo de 2023
Técnico asignado	ECCR

RESULTADOS OBTENIDOS



 <b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Lagunacoto II Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador</small>		Código	FPG12-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>		Versión	1
			Año	2023
			Página	Página 2 de 3

<b>EQUIPO</b>		GC AGILENT TECHNOLOGIES 7890 A	
<b>DETECTOR</b>		AGILENT TECHNOLOGIES 5977A MSD	
<b>COLUMNA</b>		Columna DB-WAXetr (60m x 0.250mm x 0.25µm)	
<b>MÉTODO CROMATOGRÁFICO</b>		<b>Temperatura del inyector:</b> 220 °C; <b>Volumen de inyección:</b> 1 µL en modo split 50:1; <b>Programa térmico:</b> Temperatura del horno 50 °C durante 10 minutos, se incremento de 50 °C a 100 °C a razón de 1 °C/min y finalmente se incremento de 100 °C a 250 °C a razón de 5 °C/min durante 20 minutos. <b>Temperatura del detector:</b> 250 °C <b>Tiempo total de corrida:</b> 110 minutos	
Nº	Compuesto	Tiempo de retención (min)	Área (%)
1	α-Pinene. (D)-	11.805	20.61
2	Camphene	14.306	0.96
3	L-β-Pinene	17.629	21.07
4	Sabineno	18.629	0.78
5	3-Carene	21.242	13.32
6	α-Phellandrene	22.625	0.53
7	β-Myricene	22.994	3.27
8	α-Terpinene	24.073	0.79
9	D-Limonene	26.176	9.24
10	β-Phellandrene	27.124	11.80
11	Trans-β-Ocimene	30.546	0.89
12	γ-Terpinene	31.239	1.23
13	β-Ocimene	32.404	1.45
14	o-Cymene	34.153	1.07
15	Terpinolene	35.530	3.45
16	Longifolene	65.951	0.36
17	α-Dihidroterpineol	66.236	0.46
18	Bornyl acetate	67.154	0.45

<b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Laiguacote II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador</small>	<b>Código</b>	<b>FPG12-01</b>
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Versión</b>	<b>1</b>
		<b>Año</b>	<b>2023</b>
		<b>Página</b>	<b>Página 3 de 3</b>

19	Caryophyllene	67.798	0.54
20	Methyl thymyl ether	68.219	1.56
21	L-terpinen-4-ol	68.434	0.69
22	Estragole	71.506	2.04
23	$\alpha$ -Terpineol	72.403	1.07
24	Germacrene D	72.697	0.64
25	$\alpha$ -Farnesene	74.111	0.26
26	$\delta$ -cadineno	74.370	0.82
27	Citronellol	74.608	0.27
28	E-Nerolidol	81.375	0.16
29	Farnesol	87.481	0.22

Los compuestos fueron identificados con la Librería NIST14 L



ISIDRO FAVIAN BAYAS  
MOREJÓN

Ing. Favian Bayas Morejón PhD.  
**Director DIVIUEB**  
**Teléf. (+593) 99 031 6224**





VICERRECTORADO DE  
INVESTIGACIÓN  
Y VINCULACIÓN

**LABORATORIOS DE  
INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN**  
Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda,  
Provincia Bolívar, Ecuador

Código	FPG12-01
Versión	1
Año	2023
Página	Página 1 de 3

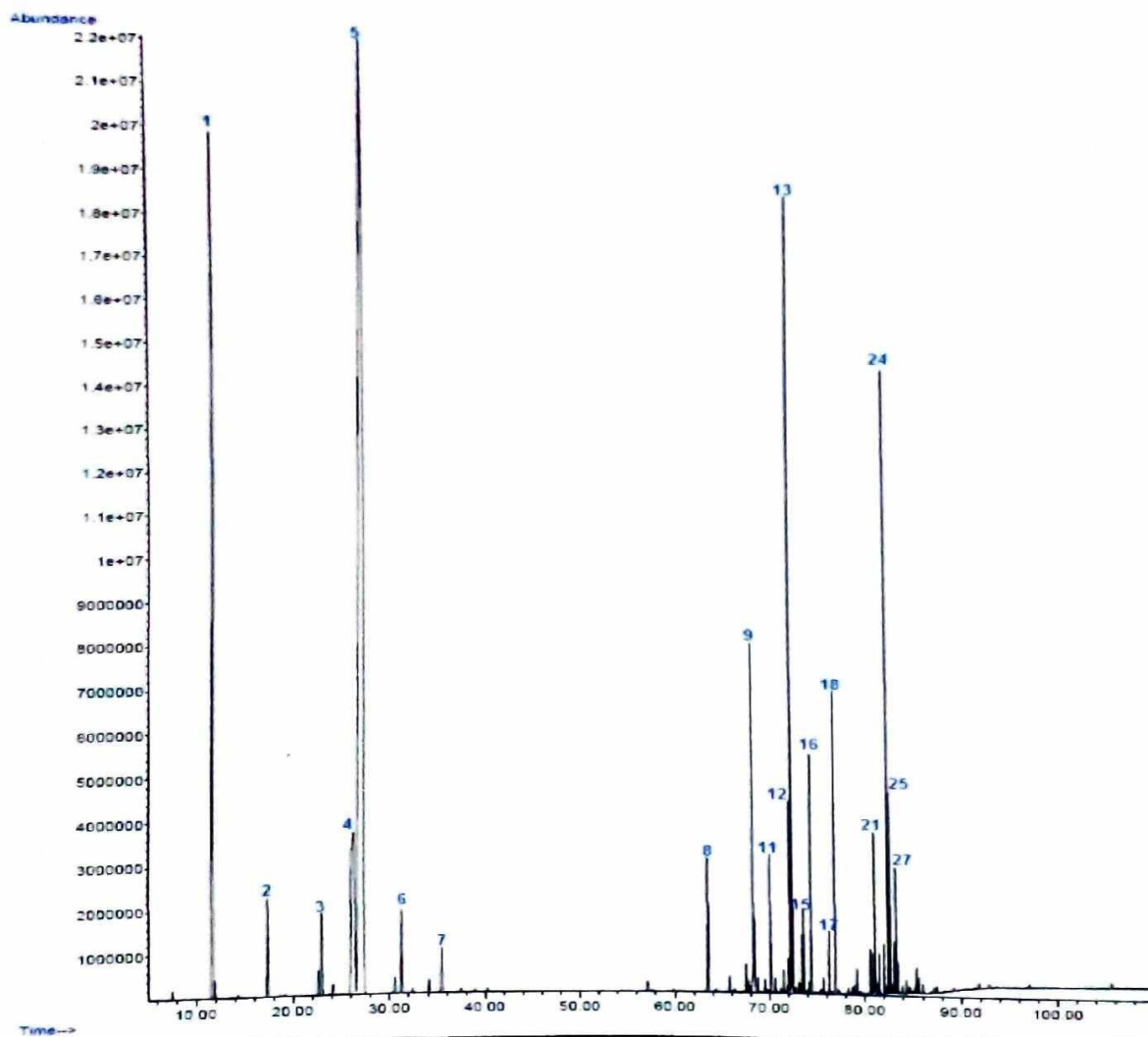
### INFORME DE RESULTADOS


### INFORME DE ENSAYOS N°135-2023

#### Descripción de la muestra

Solicitantes	Sara Aurora Pupiales Martinez - Tahina Elizabeth Torres Cando
Muestra	Aceite de eucalipto
Código asignado UEB	INV 229
Estado de la muestra	Viscoso
Envase de recepción	Frasco de vidrio color ámbar con 30mL aprox de muestra
Análisis requerido(s)	Identificación de compuestos volátiles por GC-MSD
Fecha de recepción	19 de mayo de 2023
Fecha de análisis	19 al 31 de mayo de 2023
Fecha de informe	31 de mayo de 2023
Técnico asignado	ECCR

#### RESULTADOS OBTENIDOS



 <b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Lagunillas 4 Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador</small>	Código	FPG12-01
		Versión	1
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	Año	2023
		Página	Página 2 de 3

<b>EQUIPO</b>		GC AGILENT TECHNOLOGIES 7890 A	
<b>DETECTOR</b>		AGILENT TECHNOLOGIES 5977A MSD	
<b>COLUMNA</b>		Columna DB-WAXetr (60m x 0.250mm x 0.25µm)	
<b>MÉTODO CROMATOGRÁFICO</b>		<b>Temperatura del inyector:</b> 220 °C, <b>Volumen de inyección:</b> 1 µL en modo split 50:1, <b>Programa térmico:</b> Temperatura del horno 50 °C durante 10 minutos, se incremento de 50 °C a 100 °C a razón de 1 °C/min y finalmente se incremento de 100 °C a 250 °C a razón de 5 °C/min durante 20 minutos. <b>Temperatura del detector:</b> 250 °C <b>Tiempo total de corrida:</b> 110 minutos	
Nº	Compuesto	Tiempo de retención (min)	Área (%)
1	α-Pinene, (D)-	11.732	13.26
2	L-β-Pinene	17.338	0.97
3	β-Myricene	22.922	0.98
4	D-Limonene	26.276	6.96
5	Eucalyptol	27.328	52.43
6	γ-Terpinene	31.245	0.97
7	Terpinolene	35.449	0.54
8	α-Gurjunene	63.539	1.32
9	Aromandendrene	68.320	2.90
10	L-terpinen-4-ol	68.426	0.51
11	Alloaromadendrene	70.110	0.92
12	Ledene	72.212	1.15
13	α-Terpinyl acetate	72.396	6.33
14	exo-2-Hydroxycineole acetato	73.407	0.34
15	Bicyclogermacrane	73.576	0.53
16	Geranyl acetate	74.396	1.30
17	β-Phenethyl acetate	76.244	0.32
18	Geraniol	76.891	1.49

 <b>UNIVERSIDAD BOLÍVER</b> <b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Laguacoto II, Km 1 1/2. vía a San Simón. Cantón Guaranda          Provincia Bolívar. Ecuador.</small>	<b>Código</b>	<b>FPG12-01</b>
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Versión</b>	<b>1</b>
		<b>Año</b>	<b>2023</b>
		<b>Página</b>	<b>Página 3 de 3</b>


19	2-Phenylethyl 2-methylbutanoate	80 553	0.21
20	(+)-Maaliol	80.792	0.26
21	Epiglobulol	81.063	0.79
22	Ledol	81.499	0.20
23	Cubeban-11-ol	82.202	0.23
24	(-)-Globulol	82.456	3.28
25	(+)-Viridiflorol	82.646	0.95
26	(+)-Rosifoliol	83.078	0.29
27	$\beta$ -Eudesmol	83.256	0.59

Los compuestos fueron identificados con la Librería NIST14 L



ISIDRO FAVIAN BAYAS  
MOREJÓN

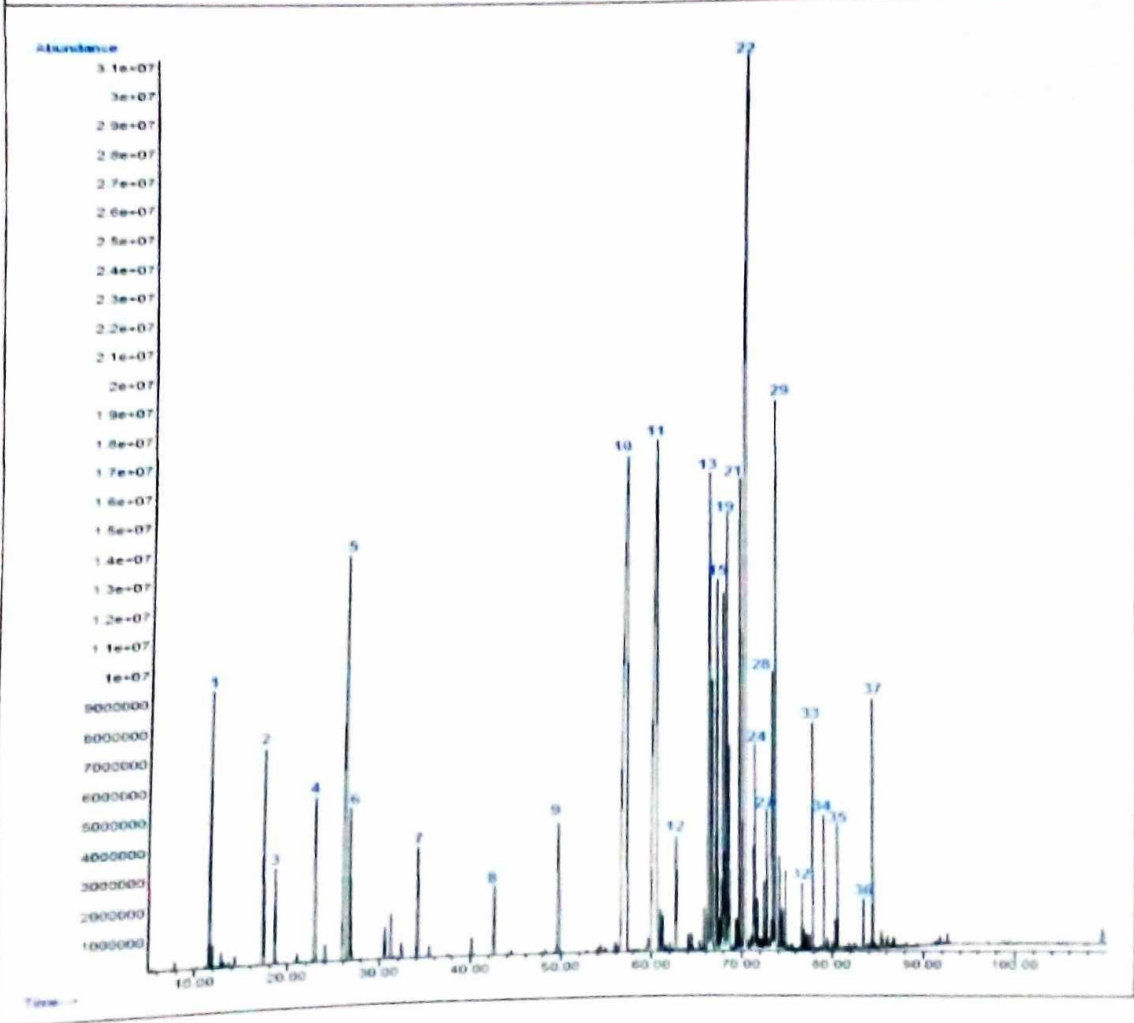
Ing. Favian Bayas Morejón PhD.  
**Director DIVIUEB**  
**Teléf. (+593) 99 031 6224**

 <b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Laguacoto II, Km 1.1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador</small>	<b>Código</b>	FPG12-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Versión</b>	1
		<b>Año</b>	2023
		<b>Página</b>	Página 1 de 3

**INFORME DE ENSAYOS N°137-2023**


Descripción de la muestra	
<b>Solicitantes</b>	Sara Aurora Pupiales Martínez - Tahina Elizabeth Torres Cando
<b>Muestra</b>	Aceite de menta
<b>Código asignado UEB</b>	INV 231
<b>Estado de la muestra</b>	Viscoso
<b>Envase de recepción</b>	Frasco de vidrio color ámbar con 30mL aprox de muestra
<b>Análisis requerido(s)</b>	Identificación de compuestos volátiles por GC-MSD
<b>Fecha de recepción</b>	19 de mayo de 2023
<b>Fecha de análisis</b>	19 al 31 de mayo de 2023
<b>Fecha de informe</b>	31 de mayo de 2023
<b>Técnico asignado</b>	ECCR

**RESULTADOS OBTENIDOS**



 <b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Laguacoto II Km 1 1/2, vía a San Simón Cantón Guaranda, Provincia Bolívar Ecuador</small>	<b>Código</b>	FPG12-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Versión</b>	1
		<b>Año</b>	2023
		<b>Página</b>	Página 2 de 3

<b>EQUIPO</b>		GC AGILENT TECHNOLOGIES 7890 A	
<b>DETECTOR</b>		AGILENT TECHNOLOGIES 5977A MSD	
<b>COLUMNA</b>		Columna DB-WAXetr (60m x 0.250mm x 0.25µm)	
<b>MÉTODO CROMATOGRÁFICO</b>		<b>Temperatura del inyector:</b> 220 °C; <b>Volumen de inyección:</b> 1 µL en modo split 50:1; <b>Programa térmico:</b> Temperatura del horno 50 °C durante 10 minutos, se incremento de 50 °C a 100 °C a razón de 1 °C/min y finalmente se incremento de 100 °C a 250 °C a razón de 5 °C/min durante 20 minutos. <b>Temperatura del detector:</b> 250 °C <b>Tiempo total de corrida:</b> 110 minutos	
Nº	Compuesto	Tiempo de retención (min)	Área (%)
1	α-Pinene, (D)-	11.624	1.55
2	L-β-Pinene	17.381	1.61
3	Sabineno	18.607	0.63
4	β-Myricene	22.957	1.32
5	D-Limonene	26.248	6.88
6	Eucalyptol	26.755	1.20
7	p-Cymene	34.158	0.92
8	3-Octanol, acetate	42.585	0.61
9	3-Octanol	49.711	1.33
10	Isomenthone	57.257	17.24
11	(+)-Isomenthone	60.590	15.85
12	β-Bourbonene	62.740	1.17
13	Menthol, acetate, iso-	66.479	5.62
14	Neoisopulegol	66.751	2.00
15	Isomenthol acetate	67.286	2.88
16	(-)-β-Elemene	67.770	0.33
17	Caryophyllene	67.979	2.59
18	Propylene Glycol	68.107	0.54

 <b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Laguacoto II Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	<b>Código</b>	FPG12-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Versión</b>	1
		<b>Año</b>	2023
		<b>Página</b>	Página 3 de 3


19	(±)-Menthol	68.345	3.37
20	neo-iso-Pulegol	68.613	1.17
21	dl-Menthol	69.793	3.01
22	Levomenthol	70.451	17.40
23	cis- $\beta$ -Farnesene	71.326	0.40
24	(-)-Dihydrocarvyl acetate	71.481	0.99
25	(.+/-)-Lavandulol	71.755	0.19
26	$\alpha$ -Terpineol	72.445	0.25
27	Germacrene D	72.762	0.54
28	Piperitone	73.415	1.20
29	(-)-Carvone	73.744	3.74
30	1,6-Dihydrocarveol	74.191	0.33
31	trans-Carveyl acetate	74.833	0.28
32	cis-Carveol	76.653	0.23
33	Benzyl alcohol	77.825	0.82
34	Piperitenone	79.074	0.48
35	Caryophyllene oxide	80.553	0.46
36	Spathulenol	83.415	0.16
37	Thymol	84.422	0.80

Los compuestos fueron identificados con la Librería NIST14 L.



ISIDRO FAVIAN BAYAS  
MOREJÓN

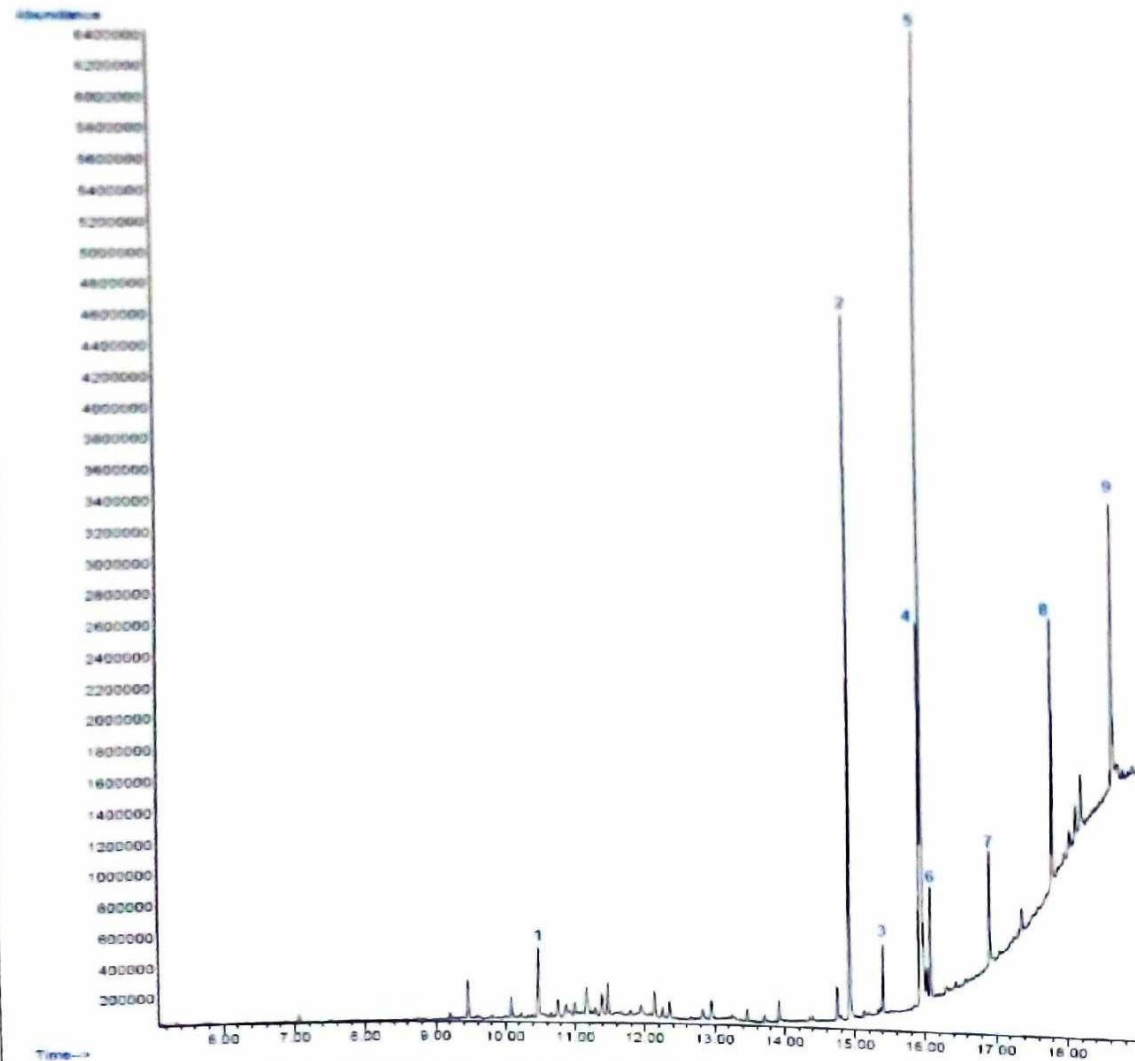
Ing. Favian Bayas Morejón PhD.  
**Director DIVIUEB**  
 Teléf. (+593) 99 031 6224


 <b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Edificio 1, Box 1-112, vía a San Simón, Cando, Guaymas, Provincia Bolívar, Ecuador</small>	Código	FPQ12-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	Versión	1
		Año	2023
		Página	Página 1 de 2

**INFORME DE ENSAYOS N°139-2023**

Descripción de la muestra	
<b>Solicitantes</b>	Sara Aurora Pupiales Martinez - Tahina Elizabeth Torres Cando
<b>Muestra</b>	Aceite de caléndula
<b>Código asignado UEB</b>	INV 232
<b>Estado de la muestra</b>	Viscoso
<b>Envase de recepción</b>	Frasco de vidrio color ámbar con 30mL aprox de muestra
<b>Análisis requerido(s)</b>	Identificación de compuestos volátiles por GC-MSD
<b>Fecha de recepción</b>	19 de mayo de 2023
<b>Fecha de análisis</b>	19 al 31 de mayo de 2023
<b>Fecha de informe</b>	31 de mayo de 2023
<b>Técnico asignado</b>	ECCR

**RESULTADOS OBTENIDOS**



 <b>UNIVERSIDAD</b> <b>VECTIVAR</b>	<b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Lagunacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador</small>		<b>Código</b> FPG12-01
		<b>Informe de Resultados</b>	<b>Versión</b> 1	
			<b>Año</b> 2023	
			<b>Página</b> Página 2 de 2	

<b>EQUIPO</b>		GC AGILENT TECHNOLOGIES 7890 A	
<b>DETECTOR</b>		AGILENT TECHNOLOGIES 5977A MSD	
<b>COLUMNA</b>		Columna HP-5MS (30m x 0.250mm x 0.25µm)	
<b>MÉTODO CROMATOGRÁFICO</b>		<b>Temperatura del inyector:</b> 250°C; <b>Volumen de inyección:</b> 1 µL en modo split 10:1; <b>Programa térmico:</b> Temperatura del horno 60 °C, se incremento de 60 °C a 180 °C a razón de 10 °C/min y finalmente se incremento de 180 °C a 300 °C a razón de 20 °C/min durante 1 minuto. <b>Temperatura del detector:</b> 260 °C <b>Tiempo total de corrida:</b> 19 minutos	
Nº	Compuesto	Tiempo de retención (min)	Área (%)
1	Aromandendrene	10.476	3.49
2	Palmitic acid, methyl ester	14.927	24.26
3	Verticiol	15.403	2.92
4	Linoleic acid, methyl ester	15.925	11.68
5	Oleic acid, methyl ester	15.952	35.40
6	Stearic acid, methyl ester	16.075	3.83
7	Heptacosane	16.912	4.39
8	Pentacosane	17.787	6.86
9	Promane, 1,3-bis(octadecyloxy)-	18.627	7.17


Los compuestos fueron identificados con la Librería NIST14 L.



ISIDRO FAVIAN BAYAS  
MOREJÓN


Ing. Favian Bayas Morejón PhD.  
**Director DIVIUEB**  
**Teléf. (+593) 99 031 6224**



 <b>UNIVERSIDAD ESTADAL DE BOLIVAR</b> <b>DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>		<b>Código</b>	<b>IR-PMA</b>
	<small>Laguacoto II Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador</small>		<b>Versión</b>	<b>1</b>
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>		<b>Año</b>	<b>2023</b>
			<b>Página</b>	<b>Página 1 de 2</b>

**INFORME N° 159 RCMR**

<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA</b>					
<b>Solicitante</b>	Sara Pupiales - Tahina Torres				
<b>Muestra</b>	Cremas con aceites esenciales				
<b>Código asignado UEB</b>	INV 311 a INV 328				
<b>Estado de la muestra</b>	Crema				
<b>Envase de recepción</b>	Plástico				
<b>Análisis requerido(s)</b>	Actividad antiinflamatoria in vitro				
<b>Fecha de recepción</b>	7 de junio de 2023				
<b>Fecha de análisis</b>	12 - 16 de junio de 2023				
<b>Fecha de informe</b>	19 de junio de 2023				
<b>Técnico (s) asignado</b>	MFQM - RCMR				
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>					
<b>Código de laboratorio</b>	<b>Muestra</b>	<b>Análisis</b>	<b>Método de análisis</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>
INV 311	Crema	Actividad antiinflamatoria in vitro	Método de estabilización de la membrana del glóbulo rojo Bouhlali <i>et al.</i> , 2016	% de protección	30,00 ± 0,00
INV 312	Crema	Actividad antiinflamatoria in vitro	Bouhlali <i>et al.</i> , 2016	% de protección	65,00 ± 4,24
INV 313	Crema	Actividad antiinflamatoria in vitro	Bouhlali <i>et al.</i> , 2016	% de protección	25,56 ± 5,09
INV 314	Crema	Actividad antiinflamatoria in vitro	Bouhlali <i>et al.</i> , 2016	% de protección	10,44 ± 3,15
INV 315	Crema	Actividad antiinflamatoria in vitro	Bouhlali <i>et al.</i> , 2016	% de protección	43,33 ± 1,15
INV 316	Crema	Actividad antiinflamatoria in vitro	Bouhlali <i>et al.</i> , 2016	% de protección	58,89 ± 7,73
INV 317	Crema	Actividad antiinflamatoria in vitro	Bouhlali <i>et al.</i> , 2016	% de protección	64,00 ± 4,00
INV 318	Crema	Actividad antiinflamatoria in vitro	Bouhlali <i>et al.</i> , 2016	% de protección	46,44 ± 7,43
INV 319	Crema	Actividad antiinflamatoria in vitro	Bouhlali <i>et al.</i> , 2016	% de protección	54,00 ± 5,66
INV 320	Crema	Actividad antiinflamatoria in vitro	Bouhlali <i>et al.</i> , 2016	% de protección	59,33 ± 1,15

 <b>DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> Lagunecito II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador		<b>Código</b>	IR-PMA
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>		<b>Versión</b>	1
			<b>Año</b>	2023
			<b>Página</b>	Página 2 de 2

INV 321	Crema	Actividad antiinflamatoria in vitro	Bouhlali <i>et al.</i> , 2016	% de protección	39,33 ± 3,77
INV 322	Crema	Actividad antiinflamatoria in vitro	Bouhlali <i>et al.</i> , 2016	% de protección	73,11 ± 9,00
INV 323	Crema	Actividad antiinflamatoria in vitro	Bouhlali <i>et al.</i> , 2016	% de protección	44,89 ± 3,42
INV 324	Crema	Actividad antiinflamatoria in vitro	Bouhlali <i>et al.</i> , 2016	% de protección	44,44 ± 4,07
INV 325	Crema	Actividad antiinflamatoria in vitro	Bouhlali <i>et al.</i> , 2016	% de protección	29,78 ± 5,18
INV 326	Crema	Actividad antiinflamatoria in vitro	Bouhlali <i>et al.</i> , 2016	% de protección	13,78 ± 2,04
INV 327	Crema	Actividad antiinflamatoria in vitro	Bouhlali <i>et al.</i> , 2016	% de protección	72,67 ± 2,31
INV 328	Crema	Actividad antiinflamatoria in vitro	Bouhlali <i>et al.</i> , 2016	% de protección	67,11 ± 1,92

Los resultados son expresados como media de tres replicas ± DE.



ISIDRO FAVIAN BAYAS  
MOREJON

Ing. Favian Bayas, Ph.D  
**Director de Investigación y Vinculación**