

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

## DEPARTAMENTO DE SUELOS

### MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

#### VALOR AGREGADO AL COPAL (*Bursera spp*) CON IMPORTANCIA MEDICINAL

#### TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:  
MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA PARA EL DESARROLLO  
SOSTENIBLE

PRESENTA:

**RAYMUNDO RODRÍGUEZ JORGE**

BAJO LA SUPERVISIÓN DE:

Dra. ROSA MARÍA GARCÍA NÚÑEZ



**APROBADA**



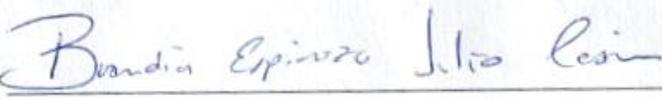
Chapingo, Estado de México. febrero de 2024.

**VALOR AGREGADO AL COPAL (*Bursera spp*) CON IMPORTANCIA MEDICINAL**

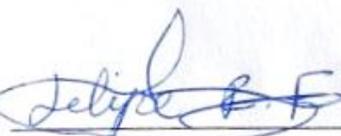
Tesis realizada por **RAYMUNDO RODRÍGUEZ JORGE** bajo la supervisión del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE.**

DIRECTOR:   
DRA. ROSA MARÍA GARCÍA NÚÑEZ

ASESOR:   
DR. JULIO CÉSAR BUENDÍA ESPINOZA

ASESOR:   
DRA. ELISA DEL CARMEN MARTÍNEZ OCHOA

ASESOR:   
DR. FELIPE REYES FUENTES

# CONTENIDO

|   |      |
|---|------|
| ÍNDICE DE CUADROS .....                           | vi   |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....                           | vii  |
| ABREVIATURAS.....                                 | viii |
| DEDICATORIA.....                                  | ix   |
| AGRADECIMIENTOS .....                             | x    |
| DATOS BIOGRÁFICOS .....                           | xi   |
| RESUMEN GENERAL .....                             | xii  |
| GENERAL ABSTRACT .....                            | xiii |
| 1. INTRODUCCIÓN GENERAL.....                      | 1    |
| 2. OBJETIVO E HIPÓTESIS.....                      | 3    |
| 2.1 Objetivo General .....                        | 3    |
| 2.1.1 Objetivos específicos.....                  | 3    |
| 2.2 hipótesis.....                                | 3    |
| 3. MARCO TEÓRICO .....                            | 4    |
| 3.1 Sistemas agroforestales.....                  | 4    |
| 3.2 Plantas medicinales. ....                     | 4    |
| 3.2.1 Obtención de plantas medicinales.....       | 5    |
| 3.2.2 Usos múltiples de plantas medicinales. .... | 6    |
| 3.3 El copal. Árbol de usos múltiples. ....       | 7    |
| 3.3.1 Importancia del copal.....                  | 9    |
| 3.3.2 Composición del copal.....                  | 10   |
| 3.4 Visión actual de la industria cosmética.....  | 11   |
| 3.4.1 Cosmética natural.....                      | 12   |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 3.4.2 | Uso de plantas en la cosmética natural .....  | 13 |
| 3.4.3 | Uso de la resina del copal en la cosmética natural.....   | 14 |
| 3.5   | Regulación de cosméticos en México. ....  | 15 |
| 3.5.1 | Evaluación de cosméticos .....  | 16 |
| 4.    | LITERATURA CITADA.....  | 17 |
| 5.    | EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL ACEITE ESENCIAL EXTRAÍDO DE RESINA DE COPAL OBTENIDA EN SISTEMAS AGROFORESTALES..... | 21 |
|       | Resumen .....   | 21 |
|       | Summary .....   | 22 |
| 1.    | Introducción .....  | 23 |
| 2.    | Metodología.....  | 24 |
| 2.1   | Sitio de estudio.....   | 24 |
| 2.2   | Recolección de la resina de copal.....  | 25 |
| 2.3   | Determinación del rendimiento y obtención del aceite esencial de la resina de copal.....                          | 26 |
| 2.4.  | Determinación de la composición de la resina de copal.....  | 27 |
| 3.    | Resultados.....   | 27 |
| 3.1   | Determinación del rendimiento de la resina de copal.....  | 27 |
| 3.2   | Determinación de la composición de la resina de copal.....  | 28 |
| 4.    | Discusión .....   | 31 |
| 4.1   | Determinación del rendimiento y obtención el aceite esencial de la resina de copal.....                           | 31 |
| 4.2   | Determinación de la composición de la resina de copal.....  | 32 |
| 5.    | Conclusión.....   | 33 |
| 6.    | Referencias bibliográficas .....  | 34 |

|  |    |
|--|----|
| 6. EVALUACIÓN DE DOS PRODUCTOS COSMÉTICOS FORMULADOS CON ACEITE ESENCIAL EXTRAÍDO DE RESINA DE COPAL OBTENIDA EN SISTEMAS AGROFORESTALES ..... | 38 |
| Resumen .....  | 38 |
| Abstract.....  | 39 |
| 1. Introducción .....  | 40 |
| 2. Metodología .....   | 42 |
| 2.1. Sitio de estudio.....   | 42 |
| 2.2. Recolección de la resina de copal.....  | 43 |
| 2.3. Elaboración de protocolos y análisis fisicoquímicos de los productos.....   | 44 |
| 2.4. Aceptación de los productos y efectividad .....   | 45 |
| 3. Resultados.....   | 50 |
| 3.1. Elaboración de protocolos y análisis fisicoquímicos de los productos.....   | 50 |
| 3.2. Aceptación de los productos y efectividad .....   | 54 |
| 3.3. Análisis estadístico de las características dermatológicas y construcción del modelo de árboles aleatorios .....                          | 56 |
| 4. Discusión .....   | 61 |
| 4.1. Elaboración de protocolos y análisis fisicoquímicos de los productos.....   | 61 |
| 4.2. Aceptación de los productos y efectividad .....   | 62 |
| 5. Conclusiones .....  | 65 |
| 6. Referencias bibliográficas.....   | 65 |
| 7. ANEXOS .....  | 74 |
| 7.1 Anexo 1: protocolo de elaboración del gel corporal. ....   | 74 |
| 7.2 Anexo 2: protocolo de elaboración de crema de noche. ....  | 85 |
| 7.3 Anexo 3: protocolo de prueba de estabilidades aceleradas para gel corporal.  |    |

|     |  |     |
|-----|--|-----|
| 7.4 | Anexo 4: protocolo de prueba de estabilidades aceleradas para crema de noche.....                            | 98  |
| 7.5 | Anexo 5: protocolo de la prueba microbiológica para detección de mesófilos aerobios, hongos y levaduras..... | 101 |
| 7.6 | Anexo 6: resultados del análisis cromatográfico acoplado a espectrofotometría de masas.....                  | 103 |

## ÍNDICE DE CUADROS

|   |    |
|---|----|
| <b>Cuadro 1.</b> Rendimiento de aceite esencial de copal de ambas muestras obtenido por destilación simple.....   | 28 |
| <b>Cuadro 2.</b> Rendimiento de aceite esencial de copal para la elaboración de cosméticos mediante destilación por arrastre de vapor.....                      | 28 |
| <b>Cuadro 3.</b> Componentes principales del aceite esencial de copal.....  | 29 |
| <b>Cuadro 4.</b> Componentes complementarios del aceite esencial de copal.....  | 30 |
| <b>Cuadro 5.</b> Tamaño del efecto y su interpretación.....   | 46 |
| <b>Cuadro 6.</b> Certificado de calidad de la evaluación de parámetros fisicoquímicos de lotes producidos de gel corporal.....                                  | 50 |
| <b>Cuadro 7.</b> Certificado de calidad de evaluación de parámetros fisicoquímicos de lotes producidos crema de rostro.....                                     | 50 |
| <b>Cuadro 8.</b> Pruebas microbiológicas de la crema de rostro.....   | 51 |
| <b>Cuadro 9.</b> Pruebas microbiológicas del gel corporal.....  | 52 |
| <b>Cuadro 10.</b> Prueba de irritabilidad por día de ambas formulaciones.....   | 53 |
| <b>Cuadro 11.</b> Prueba de estabilidad acelerada para el gel corporal.....   | 53 |
| <b>Cuadro 12.</b> Prueba de estabilidad acelerada para la crema de rostro.....  | 54 |
| <b>Cuadro 13.</b> Percepción de la crema de rostro y su comparación con cosméticos convencionales.....  | 55 |
| <b>Cuadro 14.</b> Percepción del gel corporal y su comparación con cosméticos convencionales.....   | 55 |
| <b>Cuadro 15.</b> Valores obtenidos del análisis de rangos de Wilcoxon para los contrastes de los diferentes parámetros de la piel.....                         | 56 |
| <b>Cuadro 16.</b> Rendimiento y validación cruzada del modelo final. Nota: la matriz del conjunto de datos de validación se interpreta en sentido vertical..... | 58 |
| <b>Cuadro 17.</b> Rendimiento y validación cruzada del modelo final. Nota: la matriz del conjunto de datos de validación se interpreta en sentido vertical..... | 58 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1.</b> Sitio de estudio Cerro de la Virgen, dentro de la cuenca de Agua Escondida, Puebla, México (García-Núñez et al., 2023). .....   | 25 |
| <b>Figura 2.</b> Resinas de copal.....   | 26 |
| <b>Figura 3.</b> Sitio de estudio Cerro de la Virgen, dentro de la cuenca de Agua Escondida, Puebla, México (García-Núñez et al., 2023). .....   | 42 |
| <b>Figura 4.</b> Resinas de copal.....   | 43 |
| <b>Figura 5.</b> Valor de la disminución promedio de la precisión de los 4 descriptores más importantes del modelo final de la percepción de los productos.....  | 59 |
| <b>Figura 6.</b> Gráfica de dependencia parcial para el modelo explicativo de la percepción de la crema de rostro formulada con aceite esencial de resina de copal con categoría “Bueno”, “Regular” y “Mala” en función de la Hidratación, Aroma del producto, Esparcimiento e Irritación..... | 60 |
| <b>Figura 7.</b> Gráfica de dependencia parcial para el modelo explicativo de la percepción del gel corporal formulado con aceite esencial de resina de copal con categoría “Bueno”, “Regular” y “Mala” en función de la Hidratación, Aroma del producto, Esparcimiento e Irritación.....      | 60 |

## ABREVIATURAS

|               |   |
|---------------|---|
| °C            | Grados centígrados                                      |
| cm            | Centímetros   |
| COLPOS        | Colegio de Postgraduados                                |
| CONAHCyT      | Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías |
| Coord.        | Coordinador   |
| <i>et al.</i> | y otros   |
| g             | Gramos  |
| INEGI         | Instituto Nacional de Estadística y Geografía           |
| m s. n. m.    | Metros sobre el nivel del mar                           |
| mL            | Mililitros  |
| mm            | Milímetros  |
| mod.          | Modelo  |
| µL            | Microlitro  |
| µm            | Micrómetro  |
| n. sp         | Especie nueva   |
| p., pp.       | Páginas (s)   |
| ppm           | Partes por millón                                       |
| spp.          | Especies  |
| UACH          | Universidad Autónoma Chapingo                           |

## **DEDICATORIA**

A mis padres, por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificios que hicieron posible este logro. Su dedicación y ejemplo son mi mayor inspiración.

A mis amigos, por su aliento, risas y paciencia durante esta travesía. Su amistad ha hecho más ligero el camino y ha enriquecido mi vida de maneras inimaginables.

A mis profesores en especial a la doctora Belén, quienes han compartido su conocimiento y guiado mi camino académico. Su dedicación a la enseñanza ha dejado una huella imborrable en mi formación.

A mis colegas y colaboradores, por su contribución valiosa y por trabajar codo a codo en la consecución de los objetivos de este proyecto.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Autónoma Chapingo, por proveer lo necesario para realizar mis estudios de maestría.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONAHCyT por el apoyo otorgado mediante la beca de estudios de posgrado.

A la Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible por las facilidades brindadas en instalaciones, servicios administrativos y por la asesoría otorgada a mi formación.

Al Laboratorio de Biotecnología Ambiental por su valiosa colaboración en las pruebas microbiológicas, contribuyendo de manera significativa a los resultados de esta tesis de maestría.

## DATOS BIOGRÁFICOS

### Datos personales

**Nombre:** Jorge Raymundo Rodríguez  
**Fecha de nacimiento:** 3 de enero de 1994  
**Lugar de nacimiento:** Sta. María Tulpetlac, Ecatepec de Morelos, Estado de México  
**CURP:** RARJ940103HMCYDR04  
**Profesión:** Licenciatura en Química Farmacéutico Biológica  
**Cédula profesional:** 11507056



### Desarrollo académico

**Bachillerato:** Colegio De Ciencias y Humanidades plantel Vallejo 2010 - 2012  
**Licenciatura:** Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México 2013 - 2017  
**Maestría** Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible

## RESUMEN GENERAL

### VALOR AGREGADO AL COPAL (*Bursera spp*) CON IMPORTANCIA MEDICINAL<sup>1</sup>

Los Productos Forestales No Maderables (PFNMs) representan una fuente de recursos económicos y apegos culturales y religiosos para muchas comunidades, como la resina aromática del copal, la cual se extrae de árboles del género *Bursera* del bosque tropical caducifolio. La resina contiene una gran diversidad de compuestos químicos, los cuales pueden servir como base para el desarrollo de productos de cuidado personal. Por lo tanto, el objetivo central de la investigación fue aumentar el valor de la resina de copal a través de la creación de productos de cuidado personal formulados con ingredientes naturales. Se utilizaron dos tipos de muestras; resina de primera comercial y resina de tercera recolectada en un área sujeta a explotación por copaleros en la Mixteca Poblana. Primeramente, se determinaron los componentes a través de cromatografía de gases con detector de espectrofotometría de masas, y siguiendo las normas establecidas en la NOM-259-SSA1-2022 se crearon protocolos para un gel corporal y una crema facial. Posteriormente se realizaron pruebas de calidad que incluyeron evaluación de color, aroma, viscosidad y pH y se determinó la vida útil de los productos mediante una prueba de estabilidad acelerada, cumpliendo con la NOM-073-SSA1-2015. Para determinar la seguridad de los productos se sometieron a pruebas microbiológicas y de irritabilidad, de acuerdo con la NOM-089-SSA1-1994 y la NOM-039-SSA1-1993 respectivamente. Finalmente, se evaluó la percepción del público sobre el gel corporal y la crema facial elaborados a través de cuestionarios y se evaluó el impacto de estos productos en la hidratación, elasticidad y porcentaje de aceite en la piel de los participantes. Se llevaron a cabo pruebas de t pareadas y de rangos con el signo de Wilcoxon, dado que algunos de los datos no exhiben normalidad. Esto se realizó con el propósito de identificar posibles diferencias significativas. Además, se implementó la técnica de bosques aleatorios (random forest) para determinar las características que los participantes consideraban más relevantes para evaluar la calidad del gel y la crema. La investigación promueve la diversificación de usos de la resina aromática y con ello proporciona valor agregado y usos más sostenibles de la especie. La investigación buscó no solo aprovechar de manera más sostenible la resina de copal, sino también ofrecer a los consumidores productos de cuidado personal de alta calidad, enriquecidos con ingredientes naturales que tenían beneficios potenciales para la piel.

**Palabras Clave:** agroforestería, valor agregado, cosmética natural, sostenibilidad, herbolaria mexicana.

---

<sup>1</sup> Tesis de Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Universidad Autónoma Chapingo.

Autor: Jorge Raymundo Rodríguez

Director de tesis: Rosa María García Núñez

## GENERAL ABSTRACT

### ADDED VALUE TO COPAL (*Bursera spp*) WITH MEDICINAL IMPORTANCE

Non-Timber Forest Products (NTFPs) represent a source of economic resources and cultural and religious attachments for many communities, such as copal resin extracted from trees of the *Bursera* genus in deciduous tropical forests. The resin contains a diverse array of chemical compounds that can serve as a foundation for the development of cosmetic products. Therefore, the central objective of the research was to increase the value of copal resin by creating personal care products formulated with natural ingredients. Two types of samples were used: commercially available first-grade resin and third-grade resin collected in an area subject to exploitation by copal gatherers in the Mixteca Poblana. First, the essential oil was extracted from the resin, and components were determined through gas chromatography with mass spectrophotometry detection. Protocols were created for a body gel and a facial cream following the standards established in NOM-259-SSA1-2022. Subsequently, quality tests were conducted, including evaluation of color, aroma, viscosity, and pH. The shelf life was determined through an accelerated stability test following NOM-073-SSA1-2015. To assess safety, microbiological and irritability tests were conducted according to NOM-089-SSA1-1994 and NOM-039-SSA1-1993, respectively. Subsequently, public perception of the gel and cream was assessed through questionnaires. Additionally, the impact on participants' skin, including hydration, elasticity, and oil percentage, was analyzed through paired t-tests and range tests with the Wilcoxon sign to detect possible significant differences. Finally, the random forest technique was implemented to determine the characteristics that participants considered most relevant in evaluating the quality of the gel and cream. The research promotes the diversification of uses for aromatic resin, providing added value and more sustainable uses for the species.

**Keywords:** Agroforestry, Added value, Natural cosmetics, Sustainability, Mexican herbal medicine

---

<sup>2</sup>Thesis Master's Degree in Agroforestry for Sustainable Development, Universidad Autónoma Chapingo.

Author: Jorge Raymundo Rodríguez  
Advisor: Rosa María García Núñez

# 1. INTRODUCCIÓN GENERAL

Los productos forestales no maderables (PFNMs) son aquellos que se obtienen de los bosques y que no son madera. Los PFNMs son una fuente importante de ingresos y recursos para muchas comunidades rurales y pueblos indígenas que dependen de los bosques para su subsistencia. Algunos ejemplos de PFNMs son: plantas medicinales, frutos y nueces, productos apícolas, plantas ornamentales, resinas y gomas (Tapia & Reyes, 2008).

Es crucial destacar que la recolección y comercialización de PFNMs debe ser sostenible y responsable, para garantizar la conservación de los bosques y su biodiversidad, así como asegurar que las comunidades locales puedan seguir dependiendo de ellos a largo plazo. En muchos países, como en México, existen diversas especies de PFNMs que representan una fuente de ingresos económicos y un apego cultural y religioso para muchas comunidades (Tapia & Reyes, 2008) como la resina de copal.

El copal es una planta que se encuentra en el bosque tropical caducifolio y se extrae su resina aromática, que ha sido utilizada durante muchos años con fines religiosos (Espinosa et al., 2008). Dicha resina se obtiene de varios árboles de la familia *Burseraceae*, especialmente del género *Protium* y *Bursera*, y se produce cuando los árboles son cortados o dañados y la resina se exuda de las heridas. En México las especies predominantes son: *Bursera glabrifolia*, *Bursera bipinnata*, *Bursera fagaroides*, *Protium copal*, *Bursera simaruba*, *Bursera cuneata* (Purata & León, 2005). Sin embargo, los bosques donde abundan los árboles de copal están desapareciendo debido a la demanda creciente de la resina (Linares & Bye, 2008). En la mayoría de las regiones de México, la resina del copal se usa principalmente para fines religiosos, pero también se ha mencionado su uso en la herbolaria para aliviar dolores de cabeza y por tener efectos antimicrobianos y antifúngicos (Gutiérrez, 2016).

En las últimas dos décadas, la producción de productos naturales se ha incrementado en un 15% (Alcalde, 2008), lo que representa una oportunidad para generar productos a partir de plantas locales que cumplan con características de sustentabilidad y no contengan materiales procesados. En general, la resina aromática del copal puede ser

una materia prima excelente para la producción de productos de cuidado personal, lo que les confiere un mayor valor económico si se elaboran de forma artesanal dentro de la misma comunidad.

Por lo tanto, la finalidad de la presente investigación fue la elaboración de productos de cuidado personal con resina de copal para incrementar el uso tradicional y proporcionar valor agregado.

## **2. OBJETIVO E HIPÓTESIS**

### **2.1 Objetivo General**

Proporcionar valor agregado a la resina de copal mediante la elaboración de productos de cuidado personal formulados con ingredientes naturales, lo que permitirá un aprovechamiento sostenible de la especie.

#### **2.1.1 Objetivos específicos**

Determinar los componentes de la resina de copal, obtenida de dos fuentes diferentes, mediante cromatografía de gases con detector de espectrofotometría de masas con el fin de determinar si existen diferencias en cuanto a calidad.

Desarrollar fórmulas de productos de cuidado personal que contengan resina de copal para mejorar las características funcionales y organolépticas de los productos que normalmente contienen ingredientes de síntesis química.

Evaluar la calidad, estabilidad y sensorialidad de las fórmulas propuestas y verificar que cumplen con la normativa aplicable y son aceptadas por el público.

### **2.2 Hipótesis**

La mejora de las características funcionales y organolépticas de los productos de cuidado personal se puede lograr mediante la inclusión de derivados de resina de copal obtenidos de manera sustentable. Además, este enriquecimiento puede generar beneficios ambientales para la región.

### **3. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 Sistemas agroforestales**

Un sistema agroforestal se refiere a un sistema agropecuario que está compuesto por árboles, cultivos o animales, y que tiene los mismos atributos que cualquier otro sistema, incluyendo límites, componentes, interacciones, ingresos y egresos, relación jerárquica con el sistema de parcela y dinámica. Según el Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza (2001), los sistemas agroforestales deseables tienen los siguientes atributos:

- **Productividad:** el sistema produce bienes, mercancías y servicios requeridos por los productores.
- **Sostenibilidad:** el sistema mantiene o aumenta su productividad en el tiempo, es decir, produce conservando y conservar produciendo.
- **Adoptabilidad:** el sistema es aceptado por el agricultor, a pesar de las limitaciones económicas y biofísicas impuestas por el medio.

Es necesario clasificar los sistemas agroforestales para poder caracterizarlos, evaluarlos y mejorarlos. Según el Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza (2001), la complejidad de estos sistemas hace difícil su clasificación bajo un solo esquema. Los criterios de clasificación más frecuentes son la estructura o función del sistema, las zonas agroecológicas donde el sistema existe o es adoptable y el escenario socioeconómico.

La implementación de sistemas agroforestales en el país es factible debido a la gran tradición y conocimiento en el uso de estos sistemas. Por ejemplo, los huertos mayas en la península de Yucatán, la producción de café y cacao bajo sombra en Veracruz y Oaxaca, la producción de frutales en callejones, producción de maíz y frijol asociada a árboles de copal, entre otros, son ejemplos de su éxito (Isabel et al., 2020).

#### **3.2 Plantas medicinales.**

En la última década, se ha incrementado el interés por las plantas medicinales en diversos sectores, como la producción, recolección y transformación industrial, debido

a sus características terapéuticas y a sus diversas aplicaciones en fitoterapia, aromaterapia y nutraceutica. Las principales industrias que han aumentado el uso de estas plantas son la farmacéutica, herbolaria, alimenticia y cosmética (Juárez et al., 2013). Se considera que una planta medicinal es cualquier organismo vegetal que contenga uno o más compuestos con actividad farmacológica, los cuales pueden utilizarse con fines terapéuticos o como profármacos. La parte de la planta que contiene el principio activo o fitocomplejos se denomina parte útil, y puede encontrarse en diferentes estructuras anatómicas, como raíces, tallos, hojas y flores (Reyes, 2013).

En México, existe una larga tradición en el uso de plantas medicinales, que se remonta a la época prehispánica. Actualmente, más de 60 grupos étnicos del país continúan utilizándolas como tratamientos de primera línea contra diversas enfermedades (Rivera et al., 2007). Muchas de estas plantas medicinales se utilizan para la extracción de principios activos, la elaboración de medicamentos alópatas, colorantes, conservadores, materia prima para la elaboración de cosméticos, entre otros. Por lo tanto, la demanda de estas plantas ha aumentado y con ella la necesidad de formas de producción sustentables (Bourgand et al., 2001).

### **3.2.1 Obtención de plantas medicinales.**

En las últimas décadas ha aumentado el interés por las plantas medicinales, y aunque su uso es cada vez más extendido en diversos sectores, la recolección silvestre no organizada sigue siendo la principal fuente de suministro. Esta práctica no solo afecta negativamente el ecosistema del cual provienen las plantas, sino que también puede poner en peligro la supervivencia de especies endémicas debido a la sobreexplotación (Cuassolo et al., 2010; Martínez et al., 2006). Para hacer frente a esta problemática, es importante fomentar prácticas agroforestales adecuadas para el cultivo de plantas medicinales, con el fin de garantizar el suministro de especímenes de buena calidad para la comercialización y evitar la extinción de recursos.

En México, existe una amplia tradición en el uso de plantas medicinales y su demanda es cada vez mayor, especialmente en la Ciudad de México, donde se estima que se venden diariamente 10 toneladas y a nivel nacional 116 toneladas (Muñetón, 2009). Sin embargo, el 85% de las especies que se comercializan provienen de recolección

silvestre, sin ningún control ni seguimiento por parte de las dependencias gubernamentales responsables, lo que agrava aún más la situación (Tayupanta et al., 2020).

Una alternativa para el cultivo de plantas medicinales son los sistemas agroforestales, donde se pueden integrar plantas tolerantes a la sombra en sistemas multiestrato, cultivar plantas medicinales en plantaciones forestales o utilizar árboles medicinales como cercas vivas o en sistemas de árboles dispersos. Estos sistemas tienen beneficios sociales y ambientales, y pueden ser una estrategia efectiva para garantizar el suministro de plantas medicinales de calidad, al mismo tiempo que se protege el ecosistema (Isabel et al., 2020). Es necesario concientizar sobre la importancia de la recolección responsable de plantas medicinales y fomentar prácticas agroforestales adecuadas para su cultivo, para garantizar la disponibilidad de especímenes de buena calidad y evitar la extinción de especies endémicas. Además, se requiere la participación de las autoridades competentes para establecer políticas y programas de manejo y protección al ecosistema que permitan un uso sostenible de los recursos vegetales.

### **3.2.2 Usos múltiples de plantas medicinales.**

La recolección de plantas medicinales es fundamental para el sector medicinal y herbolario, ya que se utilizan las plantas secas o los extractos obtenidos de ellas para la elaboración de medicamentos (Bancomext., 2006). Además, el sector ganadero utiliza estas plantas para el control de plagas y la fitorremediación, como se evidencia en la utilización de aceites esenciales a diferentes concentraciones para controlar plagas como *Thrips tabaco* (Koschier & Sedy, 2003). Estas plantas también se usan para la eliminación de sustancias peligrosas en ecosistemas contaminados (Masarovičová & Katarína, 2007). Otras aplicaciones de las plantas medicinales incluyen la obtención de aceites esenciales para aromaterapia, en la industria alimentaria, donde se utilizan como condimentos de origen natural, en la industria farmacéutica como saborizantes, colorantes y conservantes debido a su actividad antioxidante.

Las propiedades de las plantas medicinales se han investigado ampliamente y se ha demostrado que tienen actividad antimicrobiana, antifúngica, antioxidante, entre otras, lo que las convierte en ingredientes ideales para productos cosméticos naturales. Por lo tanto, se están desarrollando propuestas para validar estas plantas como materia prima para cosméticos naturales (Tayupanta et al., 2020).

### **3.3 El copal. Árbol de usos múltiples.**

La resina aromática conocida como copal se obtiene de varios árboles de la familia *Burseraceae*, especialmente del género *Protium* y *Bursera*, y se produce cuando los árboles son cortados o dañados y la resina se exuda de las heridas. Estos árboles se encuentran en diversas regiones de América Central y Sudamérica, en países como México, Guatemala, El Salvador, Honduras, Costa Rica, Colombia, Venezuela y Perú. El hábitat natural de los árboles de copal varía según la especie, pero generalmente se encuentran en bosques tropicales y subtropicales, en zonas de clima cálido y húmedo, donde las lluvias son abundantes y las temperaturas oscilan entre los 20 y los 30 grados Celsius. Aunque también se pueden encontrar en áreas más secas y áridas, en estos casos, los árboles pueden ser más pequeños y su producción de resina puede ser menor. Es importante destacar que algunas especies de árboles de copal están en peligro de extinción debido a la explotación excesiva y a la degradación de su hábitat natural, por lo que se han tomado medidas para proteger estas especies y promover su conservación en las regiones donde se encuentran (Purata, 2008).

En México, existe una variedad de especies de árboles que producen copal, como el Copalillo, el Copal de la Sierra y el Copal Oro, los cuales se encuentran distribuidos en diferentes regiones del país, desde la costa del Pacífico hasta la Península de Yucatán. En general, la producción de copal en México se concentra en las regiones tropicales y subtropicales del país. A continuación, se presentan algunas de las principales zonas productoras de copal:

1. Oaxaca: Es uno de los principales productores de copal en México, donde se cultivan diversas especies de árboles que producen copal, como el copalillo y el copal de la sierra.

2. El estado de Guerrero es otro importante productor de copal en México, especialmente en las regiones de la Costa Chica y la Costa Grande.
3. El estado de Chiapas es reconocido por su rica diversidad de plantas y árboles medicinales, incluyendo varias especies de copal, como el copal de Chiapas.
4. En la Península de Yucatán, especialmente en la región Maya, se utiliza el copal en ceremonias religiosas y rituales espirituales, y se produce principalmente a partir del árbol de copal de la península.
5. En Michoacán, se encuentra la Reserva de la Biósfera de la Mariposa Monarca, una de las zonas de mayor producción de copal en México, especialmente el copal de la sierra.

Es importante mencionar que la producción de copal en México es principalmente de carácter artesanal y local, lo que significa que la producción puede variar de acuerdo con la temporada, la zona geográfica y las prácticas de producción de cada comunidad (Espinosa et al., 2008).

En México, se pueden encontrar diversos tipos de copal que se distinguen principalmente por la especie de árbol de la que se extraen y por el aroma que emiten al ser quemados. A continuación, se describen algunos de los principales tipos de copal en México:

1. Copal blanco: Es el tipo de copal más extendido en México y se obtiene principalmente del árbol de copal de la sierra (*Bursera glabrifolia*). Se caracteriza por su aroma dulce y balsámico.
2. Copal negro: Proviene del árbol de copalillo (*Bursera bipinnata*) y tiene un aroma más intenso y penetrante que el copal blanco.
3. Copal de Chiapas: Se extrae de diferentes especies de árboles, como el *Bursera bipinnata*, el *Bursera fagaroides* y el *Protium copal*. Posee un aroma suave y dulce.
4. Copal de la Península de Yucatán: Se extrae del árbol de copal de la península (*Bursera simaruba*) y tiene un aroma dulce y agradable.

5. Copal de Michoacán: Se extrae principalmente del árbol de copal de la sierra (*Bursera cuneata*) y posee un aroma dulce y balsámico similar al copal blanco.

Cabe destacar que existen otros tipos de copal en México y que la clasificación de los distintos tipos puede variar según la región y la tradición cultural en la que se utilicen (Purata & León, 2005).

Existen distintos métodos para aprovechar el copal, los cuales varían dependiendo de la región y la cultura local. En general, la recolección de la resina es una tarea laboriosa que requiere habilidad y conocimiento por parte del recolector. Uno de los métodos más comunes y tradicionales consiste en la extracción directa de la resina, que se logra cortando la corteza del árbol con un cuchillo o machete y permitiendo que la resina fluya hacia un recipiente colocado debajo. Sin embargo, este método puede ser perjudicial para el árbol si se realiza de manera excesiva o inadecuada. Otra técnica de aprovechamiento sostenible del copal es la poda selectiva, la cual consiste en cortar algunas ramas del árbol para estimular la producción de resina. Este enfoque es menos invasivo y puede ser más beneficioso para el árbol, ya que no daña la corteza. Aunque en algunos lugares se practica la quema controlada de los árboles para obtener la resina, este método puede ser dañino para el ecosistema y, por lo tanto, no se recomienda (Cruz León et al., 2006).

En general, se debe implementar un sistema de aprovechamiento sostenible del copal que permita obtener la resina de manera responsable y sin dañar la salud de los árboles ni el medio ambiente. Para lograr esto, es necesario adoptar prácticas de manejo adecuadas, como la poda selectiva, el control de la extracción de la resina y la promoción de la regeneración natural de los árboles.

### **3.3.1 Importancia del copal.**

El copal es una resina aromática que se ha utilizado en América Central y Sudamérica desde la antigüedad en ceremonias religiosas y rituales espirituales. Además, se ha empleado con fines medicinales y como incienso. Esta resina se presenta en forma de pequeñas piezas o bolas que se queman en un recipiente especial llamado copalero o sahumero. Al arder, el copal libera un aroma dulce y balsámico que se utiliza para

purificar el aire y crear una atmósfera de tranquilidad y armonía. Además, se cree que el humo del copal posee propiedades curativas, como la capacidad de aliviar el dolor, reducir el estrés y aumentar la concentración (Purata, 2008; Purata & León, 2005). En México, el copal ha sido una resina aromática de gran importancia simbólica desde la época prehispánica (Purata, 2008), utilizada en diversos rituales como la limpieza de casas, la protección de espacios sagrados y la comunicación con los dioses y los espíritus.

El copal es un material muy versátil en México, ya que se utiliza de diversas formas en distintas regiones del país. Las comunidades indígenas suelen quemarlo en ceremonias religiosas y rituales para purificar el ambiente, establecer contacto con los dioses y espíritus, y pedir protección (Cruz León et al., 2006). Además, se ha utilizado en la medicina tradicional (Purata & León, 2005) para tratar dolencias como problemas respiratorios, dolores de cabeza y cuerpo, y reducir el estrés (Gutiérrez, 2016). En algunas partes de México, el copal se emplea como ingrediente en la elaboración de productos de belleza y cuidado personal, como jabones, cremas y perfumes, debido a sus propiedades relajantes (Martínez et al., 2000). También se utiliza en la elaboración de artesanías y para decorar textiles. En todo el mundo, el copal se ha popularizado como un producto natural, y se pueden encontrar en tiendas esotéricas y de productos naturales. En resumen, el copal es muy apreciado en México por su aroma dulce y balsámico, y por sus propiedades curativas y espirituales.

### **3.3.2 Composición del copal**

La composición química de la resina de copal varía según la especie de árbol del que se extrae, la región geográfica y las condiciones ambientales en las que crece. Sin embargo, por lo general, la resina de copal está compuesta por una mezcla de compuestos orgánicos, como terpenos, ácidos resínicos y ácidos aromáticos. Los terpenos son compuestos orgánicos volátiles que le proporcionan al copal su aroma característico. La resina de copal contiene varios terpenos, incluyendo  $\alpha$ -pineno,  $\beta$ -pineno, limoneno y cedrol (Abad et al., 2020). Los ácidos resínicos son compuestos orgánicos insolubles en agua que se encuentran en la resina de copal y que tienen propiedades antibacterianas y fungicidas. Por otro lado, los ácidos aromáticos también

son compuestos orgánicos presentes en la resina de copal y que son responsables de su aroma. Entre ellos destacan el ácido benzoico, el ácido cinámico y el ácido fenilacético. Además, la resina de copal puede contener otros compuestos, como flavonoides, lignanos y taninos, que le proporcionan propiedades antioxidantes y antiinflamatorias, lo que se ha utilizado en la medicina tradicional para tratar diversas enfermedades y los cuales pueden tener gran relevancia como materia prima en la producción de cosméticos (Abad et al., 2020).

### **3.4 Visión actual de la industria cosmética.**

La industria cosmética abarca una amplia variedad de productos de cuidado personal y belleza, que se fabrican, distribuyen y comercializan en todo el mundo. En 2020, el mercado de la industria cosmética alcanzó un valor estimado de 532.000 millones de dólares (EUROMONITOR, 2022; Grand View Research, 2021), gracias a la elaboración de productos con una gran variedad de ingredientes, tanto naturales como sintéticos, como aceites, ceras, emulsionantes, conservantes, colorantes y fragancias. Tradicionalmente, la industria cosmética ha producido una amplia gama de productos a base de compuestos químicos sintéticos, pero para adaptarse a las nuevas tendencias del mercado, está incorporando productos naturales obtenidos de manera sostenible, como aceites esenciales, extractos y oleatos, libres de químicos altamente procesados (Amparo & Agudelo, 2018).

En la búsqueda de aditivos seguros para la salud, los formuladores prefieren compuestos con actividad tanto en el producto como en el individuo que lo utiliza, dando prioridad a las formulaciones naturales y libres de sustancias químicas sintéticas que pueden ser perjudiciales para la salud (Tayupanta et al., 2020). En definitiva, la industria cosmética está adaptándose a las nuevas tendencias del mercado, incorporando ingredientes naturales y sostenibles y prestando mayor atención a la seguridad y la salud de los consumidores.

En los últimos años, ha habido un aumento en la demanda de productos cosméticos que respeten el medio ambiente y que se fabriquen con ingredientes naturales y sostenibles. Además, la seguridad de los productos cosméticos ha cobrado mayor importancia, lo que ha llevado a una mayor regulación en algunos países. Esta

tendencia ha dado lugar a la cosmética natural, que actualmente representa solo un pequeño porcentaje de la industria, pero se espera que crezca un 15% en comparación con el 5% de la cosmética convencional, debido a que los consumidores buscan productos con calidad y activos de origen natural (Alcalde, 2008).

### **3.4.1 Cosmética natural**

La industria de la cosmética natural ha experimentado un notable crecimiento en los últimos años, y se prevé que siga en ascenso en un futuro cercano. Según un informe de Grand View Research (2021), se espera que el mercado global de la cosmética natural alcance los 48,04 mil millones de dólares para 2028, con una tasa de crecimiento anual compuesta del 5,5% durante el período de pronóstico. Este auge se debe a una serie de factores, tales como la creciente conciencia de los consumidores acerca de la salud y el medio ambiente, la demanda de productos más seguros y menos tóxicos, y la tendencia hacia un estilo de vida más saludable y sostenible. Además, la pandemia de COVID-19 ha acelerado aún más la demanda de productos de cuidado personal y belleza que sean naturales y sostenibles, ya que muchos consumidores están prestando más atención a su salud y bienestar en general (EUROMONITOR, 2022; Grand View Research, 2021).

Los productos de cosmética natural se han vuelto más accesibles y populares, y muchas marcas convencionales han comenzado a incorporar ingredientes naturales en sus productos para satisfacer la demanda de los consumidores. Además, han surgido nuevas marcas especializadas en cosmética natural, lo que ha ampliado la oferta de productos disponibles (EUROMONITOR, 2022).

México ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años en la industria cosmética. Según Euromonitor International (EUROMONITOR, 2022), el mercado de la cosmética natural creció un 10% en 2020 y se espera que continúe en aumento. Actualmente, existen diversas marcas especializadas en cosmética natural en México, y algunas empresas convencionales también están incorporando ingredientes naturales en sus productos para satisfacer la demanda de los consumidores. Además, el gobierno ha tomado medidas para fomentar el desarrollo de la industria de la cosmética natural en el país, lo que ha generado nuevas

oportunidades de negocio para las empresas locales. Este sector ofrece oportunidades interesantes para las empresas que buscan ofrecer productos naturales y sostenibles a los consumidores (EUROMONITOR, 2022).

La demanda de productos de cosmética natural sigue creciendo, y se espera que continúe haciéndolo en el futuro cercano. Este sector ha demostrado ser una oportunidad de negocio rentable para las empresas comprometidas con la sostenibilidad, la calidad y la seguridad de sus productos.

### **3.4.2 Uso de plantas en la cosmética natural**

Para utilizar plantas medicinales en cosmética tenemos que tomar en cuenta varios puntos a la hora de seleccionar la planta como son:

- La recolección, ya que debemos tener en cuenta la época del año en la que se recolecta, la hora del día y la edad de la planta pues esto influirá en la cantidad de principio activo que contenga.
- Conservación, una vez extraído el componente vegetal de su hábitat este comienza a degradarse ya que su mecanismo interno deja de funcionar lo que genera pérdida de varios tejidos lo que a su vez no permite que la planta sea capaz de protegerse de factores externos como el calor, la radiación, la humedad o microorganismos dañinos. Para una mejor conservación de plantas es importante eliminar el agua de los tejidos lo que ayuda a conservar los principios activos de la planta por más tiempo, al proceso para eliminar el agua de una planta se le conoce como desecación y puede hacerse de manera natural en el cual la planta se deja expuesta a los rayos del sol o de manera artificial en la cual se controla la temperatura y el tiempo en el que se elimina el agua de la planta esto a través de estufas u hornos de secado.
- Almacenamiento de la especie vegetal, en la industria cosmética rara vez se utiliza la especie vegetal fresca por lo que es importante contar con espacios de almacenamiento en los cuales las plantas conserven sus propiedades organolépticas, para ellos estos espacios deben tener control de luz y humedad principalmente para evitar pérdida de plantas por causa de bacterias u hongos.

Dentro del lugar de almacenamiento las plantas deben contar con una correcta identificación y un sistema que permita ubicarlas con facilidad (Carrión & García, 2010).

### **3.4.3 Uso de la resina del copal en la cosmética natural**

El copal ha sido utilizado en la cosmética tradicional mexicana durante siglos debido a sus propiedades medicinales y curativas. A continuación, se presentan algunos de sus usos en la cosmética (Purata, 2008):

1. Cuidado de la piel: El copal es utilizado en la cosmética como un ingrediente natural para el cuidado de la piel. Sus propiedades antiinflamatorias y antisépticas lo convierten en un ingrediente efectivo para tratar el acné, la piel irritada o inflamada y las infecciones de la piel.
2. Perfumería: El copal se utiliza en la elaboración de perfumes, cremas y aceites esenciales debido a su aroma dulce y balsámico.
3. Cuidado del cabello: El copal también se utiliza en la cosmética para el cuidado del cabello. Sus propiedades hidratantes ayudan a prevenir la sequedad y la rotura del cabello, y también se utiliza para tratar la caspa y el cuero cabelludo seco.
4. Tratamiento de enfermedades de la piel: El copal se ha utilizado tradicionalmente en la medicina mexicana para tratar enfermedades de la piel como la psoriasis y el eczema. Se aplica sobre la piel en forma de ungüento o pomada.

Es importante mencionar que el uso del copal en la cosmética es principalmente local y artesanal, y que los productos que lo contienen pueden variar dependiendo de las prácticas de producción de cada comunidad. Además, se debe tener en cuenta que el copal puede tener contraindicaciones y efectos secundarios en algunas personas, como alergias, irritación de los ojos y los pulmones, y reacciones en personas con asma u otros problemas respiratorios. Por lo tanto, es esencial utilizar el copal con precaución y bajo la supervisión de un experto (Purata, 2008).

### **3.5 Regulación de cosméticos en México.**

La regulación de los productos cosméticos en México es responsabilidad de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), que es un organismo dependiente de la Secretaría de Salud encargado de asegurar la seguridad y cumplimiento legal de los productos que se comercializan en el mercado mexicano. Para ello, COFEPRIS realiza inspecciones regulares en las instalaciones de fabricantes y distribuidores de productos cosméticos para garantizar que cumplan con las normas de calidad y seguridad. Asimismo, la entidad tiene la facultad de retirar del mercado cualquier producto que se considere peligroso o que no cumpla con los estándares de calidad establecidos (Padilla et al., 2018).

En México, la normatividad que rige los productos cosméticos está establecida en las Normas Oficiales Mexicanas (NOMs) de cosméticos, las cuales definen los requisitos mínimos de calidad y seguridad que deben cumplir estos productos para su comercialización en el país. Las NOMs establecen límites para ciertos ingredientes, como conservantes y colorantes, y establece requisitos para la etiquetado y empaque de los productos cosméticos. En consecuencia, es importante que las empresas que manufacturan o comercializan productos cosméticos en México cumplan con las normas establecidas, garantizando así la seguridad y confianza de los consumidores (Padilla et al., 2018). La regulación de la cosmética natural sigue las mismas normas y regulaciones que los productos cosméticos convencionales. Es decir, los productos cosméticos naturales también deben cumplir con los requisitos establecidos por las NOMs de cosméticos. También existen algunas organizaciones en México que promueven la cosmética natural y sostenible, y que ofrecen certificaciones y sellos que garantizan la calidad y la procedencia natural de los productos cosméticos. Algunos de estos sellos son otorgados por organizaciones como Ecocert, COSMOS y la Asociación Nacional de Empresas de Productos Naturales (ANEP) (Anievas, 2019).

Es importante destacar que, aunque los productos cosméticos naturales se promueven como una opción más saludable y sostenible, no están exentos de riesgos. La COFEPRIS ha identificado algunos casos de productos cosméticos naturales que contienen ingredientes peligrosos o que no cumplen con los requisitos de seguridad

establecidos. Por esta razón, es importante que los consumidores verifiquen que los productos que compran cumplan con las normas de seguridad y calidad establecidas (Estrella, 2021).

### **3.5.1 Evaluación de cosméticos**

La evaluación de los cosméticos es un proceso fundamental para asegurar su seguridad y eficacia en el uso previsto. En este sentido, se evalúan diversos aspectos que garantizan la calidad de los productos cosméticos. En cuanto a la evaluación de la seguridad, se deben identificar los ingredientes utilizados en el producto, y evaluar su toxicidad potencial, la exposición del consumidor y los posibles efectos adversos en la salud. Asimismo, se evalúa el riesgo asociado con el uso del producto en función de los resultados obtenidos en las pruebas realizadas. Por otra parte, la evaluación de la eficacia de los cosméticos se basa en una serie de pruebas y estudios, como la selección de la población objetivo, los métodos de prueba seleccionados y las pruebas en laboratorio, sensoriales y clínicas. Finalmente, la evaluación de calidad de los cosméticos implica la evaluación de la estabilidad del producto, la consistencia y la apariencia de este, mediante diversas pruebas y análisis que determinen si el producto cumple con los estándares de calidad y seguridad establecidos (Hernández E, 2005).

La evaluación sensorial es una ciencia fundamental para la validación de la eficacia de los productos de cosmética natural. Esta disciplina se encarga de diseñar pruebas rigurosas que proporcionan información sobre la funcionalidad de un producto, con énfasis en la precisión, exactitud y reproducibilidad (Severiano, 2019). La evaluación sensorial también se utiliza para determinar la calidad de un producto, conocer la percepción de los consumidores y mejorar su nivel de aceptación. De esta manera, se asegura la calidad y aceptación de los productos por parte del público (Hernández E, 2005). La evaluación sensorial se basa en tres métodos:

- Pruebas discriminativas: Estas pruebas comparan dos o más muestras de un producto y determinan la sensibilidad y la capacidad de los panelistas para distinguir entre ellas.

- Pruebas descriptivas: Estas pruebas identifican las características del producto y su aceptación por parte de los panelistas. Se utilizan para realizar los cambios necesarios en la formulación para lograr la mayor aceptación posible.
- Pruebas hedónicas: Estas pruebas evalúan el nivel de agrado de los panelistas con el producto, utilizando una escala de satisfacción (Lanzziano & Mora, 2013).

#### 4. LITERATURA CITADA

- Abad, F. I., Maldonado-Almanza, B., Aguilar-Dorantes, K. M., Sánchez-Méndez, L., Gómez-Caudillo, L., Casas, A., Blancas, J., García-Rodríguez, Y. M., Beltrán-Rodríguez, L., Sierra-Huelsz, J. A., Cristians, S., Moreno-Calles, A. I., Torres-García, I., & Espinosa-García, F. J. (2020). Consequences of Traditional Management in the Production and Quality of Copal Resin (*Bursera bipinnata* (Moc. & Sessé ex DC.) Engl.) in Mexico. *Forests* 2020, Vol. 11, Page 991, 11(9), 991. <https://doi.org/10.3390/F11090991>
- Alcalde, M. T. (2008). Cosmética natural y ecológica. Regulación y clasific. *Offarm*, 27(9), 96–104. <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-cosmetica-natural-ecologica-regulacion-clasific-13127388>
- Amparo, G., & Agudelo, O. (2018). La industria cosmética colombiana una oportunidad para el turismo de santander. *Colección Académica de Ciencias Sociales*, 5(1), 1–13. <https://revistas.upb.edu.co/index.php/cienciassociales/article/view/4026>
- Anievas, A. L. (2019). *Impacto del certificado ecológico en la cosmética española*. <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/27781>
- Bancomext. (2006). *Productos vegetales naturales de uso en cosméticos e higiene personal*.
- Bourgaud, F., Gravot, A., Milesi, S., & Gontier, E. (2001). Production of plant secondary metabolites: a historical perspective. *Plant Science*, 161(5), 839–851. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(01\)00490-3](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(01)00490-3)
- Carrión, J. A. V., & García, G. C. R. (2010). *Preparación de extractos vegetales: determinación de eficiencia de metódica*. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/2483>

- Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza. (2001). *Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales*.
- Cruz León, A., Salazar Martínez, L., & Campos Osorno, M. (2006). Antecedentes y actualidad del aprovechamiento de copal en la Sierra de Huautla, Morelos. *Revista de Geografía Agrícola*, 37, 97–116.
- Cuassolo Florencia, Ladio Ana, & Ezcurra Cecilia. (2010). *Aspectos de la comercialización y control de calidad de las plantas medicinales más vendidas en una comunidad urbana del NO de la Patagonia Argentina*.  
<https://www.imbiomed.com.mx/articulo.php?id=96276>
- Espinosa, O. D., Montañó, A. G., & Becerril, C. F. (2008). *Uso y manejo de los copales aromáticos: resinas y aceites*. <https://conacyt.mx/pronaces/>
- Estrella, R. M. E. (2021). *Elaboración de un jabón líquido a base de saponinas de quinua (Chenopodium quinoa willd)*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/14758>
- EUROMONITOR. (2022). *Skin Care in Mexico | Market Research Report | Euromonitor*.  
<https://www.euromonitor.com/skin-care-in-mexico/report?recid=2507939779665&id=499870>
- Grand View Research. (2021). *Cosmetics Market Size, Share & Growth Analysis Report, 2030*. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/cosmetics-market>
- Gutiérrez, G. R. I. (2016). *Extracción del aceite de copal y su aplicación en productos cosméticos*. <http://tesis.ipn.mx:8080/xmlui/handle/123456789/16950>
- Hernández E. (2005). *Evaluación sensorial*. *Academia.Edu*.  
[https://www.academia.edu/download/53534739/767925145.4902Evaluacion\\_sensorial.PDF](https://www.academia.edu/download/53534739/767925145.4902Evaluacion_sensorial.PDF)
- Isabel, A., Calles, M., Morelia, E., María, U., Pinto, L. S., Micheline, M., Olvera, C., Manuel, J., García, P., Moctezuma Pérez, S., Jesús, U., Rosales Adame, J., Sur, C., Irene, P., Escalante, M., De Jesús, V., Fernández, S., María, I., Rocío, D., ... López Martínez, W. (2020). *Los Sistemas Agroforestales de México: Avances, experiencias, acciones y temas emergentes*.

- Juárez, R. C., Aguilar, C. J., Juárez, R. M., Bugarín, M. R., Juárez, L. P., & Cruz, C. E. (2013). *Hierbas aromáticas y medicinales en México tradición e innovación*.
- Koschier, E. H., & Sedy, K. A. (2003). Labiate essential oils affecting host selection and acceptance of Thrips tabaci lindeman. *Crop Protection*, 22(7), 929–934. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(03\)00092-9](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(03)00092-9)
- Lanziano, A. P. A., & Mora, H. C. E. (2013). Efecto de las fragancias en el desempeño sensorial de productos cosméticos tipo champú. *Rev. Colomb. Ciencias Quim. Farm*, 260–283. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-74182013000200007](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74182013000200007)
- Martínez, G. M. J., López, B. M., Morejón, R. Z., & Rubalcaba, Y. (2000). Actividad antimicrobiana de un extracto fluido al 80 % de Schinus terebinthifolius raddi (copal). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 5(1), 23–25. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1028-47962000000100006&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962000000100006&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Martínez Moreno David, Alvarado Flores Roberto, Mendoza Cruz Myrna, & Basurto Peña Francisco. (2006). *plantas medicinales de cuatro mercados de puebla*.
- Masarovičová, E., & Katarína, K. (2007). Medicinal plants - Past, nowadays, future. *Acta Horticulturae*, 749, 19–27. <https://doi.org/10.17660/ACTAHORTIC.2007.749.1>
- Muñetón, P. Patricia. (2009). *Revista Digital Universitaria, Plantas medicinales: un complemento vital para la salud de los mexicanos. Entrevista con el Dr. Erick Estrada Lugo*. <https://www.revista.unam.mx/vol.10/num9/art58/int58.htm>
- Padilla, C. E., Flores, V. M., García, F. J., Urzúa, E. E., Lugo, C. E., & Carvajal, Z. G. (2018). Cosméticos y Cosmecéuticos en México. *Salud Jalisco*, 2(2), 89–95.
- Purata, S. E. (2008). Uso y manejo de los copales aromáticos: resinas y aceites. In *Uso y manejo de los copales aromáticos: resinas y aceites*. (pp. 14–16). [https://www.researchgate.net/publication/307557876\\_Uso\\_y\\_manejo\\_de\\_los\\_copales\\_aromaticos\\_resinas\\_y\\_aceites](https://www.researchgate.net/publication/307557876_Uso_y_manejo_de_los_copales_aromaticos_resinas_y_aceites)
- Purata, S. E., & León, M. C. (2005). *resina de copal* (pp. 86–91).

- Reyes, F. F. (2013). *cadena productiva plantas medicinales en México*. Chapingo.
- Rivera, J., Ortiz, M., González, S. A., & Hughes, H. (2007). *Bi-national evaluation of herbal product use on the United States/México border*. | Read by QxMD. <https://read.qxmd.com/read/18928136/bi-national-evaluation-of-herbal-product-use-on-the-united-states-m%C3%A3-xico-border>
- Severiano, P. P. (2019). ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial? *Inter Disciplina*, 7(19), 47–68. <https://doi.org/10.22201/CEIICH.24485705E.2019.19.70287>
- Tayupanta, T. M., Jara, A. M., & Maldonado, M. E. (2020). Extractos naturales una alternativa conservante en la industria cosmética. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e tecnologías de Informacao*, 2020(E30), 139–149. <https://pure.ups.edu.ec/es/publications/extractos-naturales-una-alternativa-conservante-en-la-industria-c>

## 5. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL ACEITE ESENCIAL EXTRAÍDO DE RESINA DE COPAL OBTENIDA EN SISTEMAS AGROFORESTALES

Jorge Raymundo Rodríguez <sup>1</sup>, Rosa María García-Núñez<sup>2</sup>, Julio César Buendía-Espinoza<sup>3</sup>, Elisa del Carmen Martínez-Ochoa <sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Maestría en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco Km 38.5. 56230. Texcoco, Estado de México; [jorgeray10@gmail.com](mailto:jorgeray10@gmail.com); <https://orcid.org/0009-0000-3039-1477>.

<sup>2</sup>Maestría en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco Km 38.5. 56230. Texcoco, Estado de México; [RGARCIAN@chapingo.mx](mailto:RGARCIAN@chapingo.mx); <https://orcid.org/0000-0001-7295-1284>.

<sup>3</sup>Maestría en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco Km 38.5. 56230. Texcoco, Estado de México; [jbuendiae@chapingo.mx](mailto:jbuendiae@chapingo.mx); <https://orcid.org/0000-0002-7939-8861>.

<sup>4</sup>Departamento de Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México- Texcoco Km 38.5. 56230. Texcoco, Estado de México; [elisacmo333@gmail.com](mailto:elisacmo333@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0002-9416-7332>.

### Resumen

Los aceites esenciales se extraen de diversas partes de las plantas y se utilizan en la aromaterapia y en la industria de la belleza. Para determinar su eficacia en aplicaciones cosméticas es esencial evaluar su pureza, origen y método de extracción. El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad del aceite esencial extraído por destilación de la resina de copal obtenida en sistemas agroforestales, tanto en términos de rendimiento como de composición química, para su utilización en productos cosméticos. Se utilizó resina de copal blanco obtenida comercialmente y resina de copal negro obtenida de un sistema silvopastoril (SSP) ubicado en Izúcar de Matamoros, Puebla, México. Se determinó el rendimiento del aceite esencial de ambas resinas mediante destilación simple y destilación por arrastre de vapor, y su composición química por medio de cromatografía de gases acoplada a espectrometría

de masas. Los resultados indicaron que los rendimientos de aceite esencial fueron similares en ambas resinas, lo que sugiere un método de extracción coherente. Sin embargo, ambos aceites esenciales presentaron composiciones químicas diferentes. El aceite esencial extraído de la resina obtenida de un SSP presentó 39 compuestos adicionales, así como mayores concentraciones de compuestos antiinflamatorios, como O-cimeno, Acetato de bornilo y carvona, en comparación con el aceite esencial extraído de resina comercial que presentó mayor concentración de D-limoneno. La composición química del aceite esencial de resina de copal extraído del SSP, así como su alta concentración de componentes antiinflamatorios comparado con la resina comercial, hacen que este aceite tenga un importante potencial para la producción de cosméticos de alta calidad.

Palabras clave: agroforestería, destilación, aceites esenciales, resina de copal.

## **ASSESSMENT OF THE QUALITY OF ESSENTIAL OIL EXTRACTED FROM COPAL RESIN OBTAINED IN AGROFORESTRY SYSTEMS**

### **Summary**

Essential oils are extracted from various parts of plants and find applications in aromatherapy and the beauty industry. To determine their effectiveness in cosmetic applications, it is essential to assess their purity, origin, and extraction method. The aim of this study was to evaluate the quality of essential oil extracted through resin distillation from copal resin obtained in agroforestry systems, focusing on both yield and chemical composition, for cosmetic product utilization. Commercially obtained white copal resin, and black copal resin from a silvopastoral system (SSP) located in Izúcar de Matamoros, Puebla, Mexico, were utilized. The essential oil yield from both resins was determined through simple distillation and steam distillation, while gas chromatography-mass spectrometry was employed for chemical composition analysis. Results indicated similar essential oil yields in both resins, suggesting a consistent extraction method. However, the essential oils from the resins exhibited different chemical compositions. The essential oil from the SSP obtained resin contained 39 additional compounds and higher concentrations of anti-inflammatory compounds such as O-cymene, Borneol acetate, and carvone, compared to the essential oil from

commercially obtained resin, which had a higher concentration of D-limonene. The chemical composition of the essential oil from copal resin extracted from the SSP, coupled with its elevated concentration of anti-inflammatory components compared to commercial resin, positions this oil as having significant potential for the production of high-quality cosmetics.

Keywords: agroforestry, distillation, essential oils, copal resin.

## 1. Introducción

La aromaterapia y la belleza se benefician de la fascinante variedad de aceites esenciales, compuestos volátiles y compuestos altamente concentrados extraídos de distintas partes de las plantas, como flores, hojas, raíces, cortezas y resinas. Estos aceites, por su contenido en compuestos aromáticos característicos de sus fuentes vegetales, han evolucionado hasta convertirse en elementos esenciales en numerosas aplicaciones, debido a sus propiedades aromáticas y terapéuticas (Hoffmann, 2020; Vigan, 2010).

Las plantas de las que se extraen los aceites esenciales tienen una relación intrínseca con su calidad, lo que subraya la importancia de cultivarlas en condiciones ideales, sin utilizar pesticidas ni productos químicos tóxicos. La calidad de los aceites esenciales se considera un factor crítico que afecta a su eficacia y seguridad en diversas aplicaciones. Para evaluar esta calidad, es necesario examinar diversos factores clave, como la pureza del aceite, el origen vegetal, el método de extracción y la composición química del aceite. Los aceites esenciales auténticos están libres de aditivos y contaminantes, con lo que se garantiza su autenticidad y la capacidad de proporcionar beneficios terapéuticos (Aziz et al., 2018; Bakkali et al., 2008; Sindle & Martin, 2021).

La destilación es un método para extraer los aceites esenciales de las plantas, que permite conservar eficazmente los compuestos aromáticos (Wei et al., 2010; Zheljzkov & Maggi, 2021). Esta metodología permite obtener aceites esenciales que conservan las propiedades aromáticas y terapéuticas del material vegetal original (Armijo et al., 2012; Cruz-Cruz et al., 2017; Kosar et al., 2005; Wei et al., 2010). Existen otros métodos de extracción de aceites como la extracción con solventes y la presión

en frío, que se seleccionan en función de la planta y del tipo de aceite esencial deseado, consolidando así un campo diverso y dinámico para la extracción de estos valiosos compuestos (Armijo et al., 2012).

La calidad de estos aceites está estrechamente relacionada con su composición química, determinada por la presencia de diversos compuestos. El manejo de los niveles adecuados de los componentes deseados es la clave para obtener un aceite de alta calidad, tomando en consideración la finalidad específica del aceite y la naturaleza del material vegetal de origen. Durante el proceso de extracción, es esencial evitar la pérdida de estos componentes y asegurarse de que no se obtienen en proporciones inferiores como consecuencia de la mala calidad del material vegetal, la contaminación con sustancias vegetales o la dilución del aceite esencial resultante. Para garantizar la efectividad y los beneficios terapéuticos del aceite, deben tomarse estas precauciones (Aziz et al., 2018; Bakkali et al., 2008; Dosoky & Setzer, 2018; Kalemba & Kunicka, 2005).

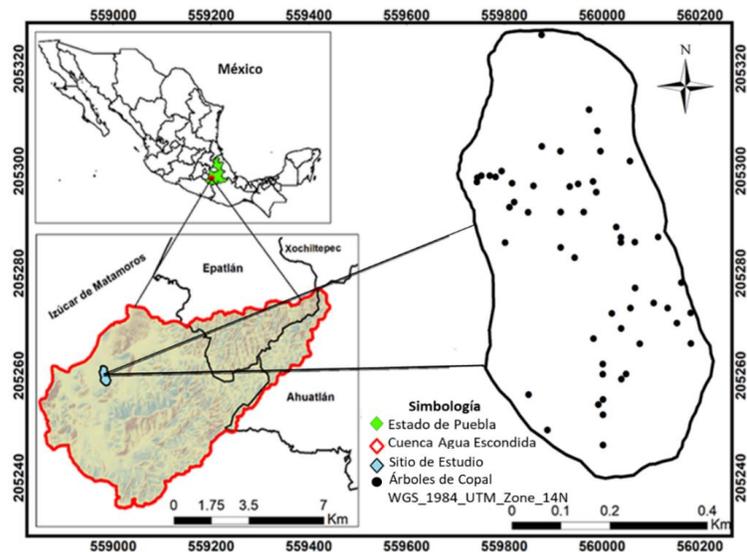
Bajo este contexto, la finalidad es obtener un aceite esencial útil para la elaboración de productos cosméticos. La presencia de D-limoneno en una concentración mínima del 15.8% y de p-cimeno en una concentración mínima del 25.4% son referencia para que el aceite esencial de copal sea calificado como de alta calidad (Villa-Ruano et al., 2018). Estos componentes son esenciales para asegurar que el aceite obtenido sea apto para su aplicación en la industria cosmética, garantizando tanto sus características aromáticas como sus beneficios terapéuticos. Por tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar la calidad del aceite esencial extraído de resina de copal obtenida en sistemas agroforestales mediante destilación, en términos de rendimiento y composición química para su uso como materia prima para cosméticos.

## **2. Metodología**

### **2.1 Sitio de estudio**

El sitio de estudio se encuentra en el "Cerro de la Virgen", en Izúcar de Matamoros, Puebla, México. Se sitúa en la microcuenca Agua Escondida, a una altitud de 1282 m y cubre una superficie de 30.8 ha (García-Núñez et al., 2023). El clima es cálido

subhúmedo, con lluvias principalmente en verano y una temperatura media anual de 22-24 °C . La precipitación anual varía entre 800 y 1000 mm. Los suelos predominantes son leptosol y vertisol, según datos del INEGI (2017). La vegetación corresponde al bosque tropical caducifolio, típico de áreas con estaciones de humedad bien definidas: lluviosa y seca (Rzedowski, 2006). Este tipo de bosque se caracteriza por especies que pierden sus hojas durante la época seca y presentan cortezas escamosas o con protuberancias espinosas o corchosas, así como una gran diversidad de especies (Pennington & Sarukhán, 2005).



**Figura 1.** Sitio de estudio Cerro de la Virgen, dentro de la cuenca de Agua Escondida, Puebla, México (García-Núñez et al., 2023).

## 2.2 Recolección de la resina de copal

Se utilizaron dos variedades de resina de copal: copal blanco de primera calidad y copal negro. El copal blanco de primera fue adquirido comercialmente y se indicó que fue extraído en el estado de Oaxaca el 30 de noviembre de 2022; esta muestra se utilizó como control en el estudio. El copal negro se recolectó de árboles de *Bursera bipinnata* y *Bursera copalifera* del sitio de estudio “Cerro de la Virgen”, ubicado en Izúcar de Matamoros, Puebla, el 7 de diciembre de 2022 de un sistema silvopastoril (SSP).



a) Resina de Copal comercial



b) Resina de Copal obtenida del SSP

**Figura 2.** Resinas de copal

### **2.3 Determinación del rendimiento y obtención del aceite esencial de la resina de copal**

#### **2.3.1 Determinación del rendimiento**

El procedimiento para la determinación del rendimiento de la resina de copal se hizo mediante el método de destilación simple que consistió en: 1. Se trituró la resina a un tamaño de partícula de aproximadamente 0.5 cm de diámetro; 2. Se mezcló la resina de copal y el agua en una proporción de 1:10, es decir, se mezclaron 50 g de resina con 500 mL de agua; y 3. Se realizó la destilación de la mezcla a una temperatura de 85°C. El procedimiento se repitió tres veces para cada muestra (resina comercial y resina SSP) y el tiempo de calentamiento fue de 120 minutos (Armijo et al., 2012; Aziz et al., 2018; Cedeño et al., 2019).

#### **2.3.2 Obtención del aceite esencial para elaboración de cosméticos**

Para obtener el aceite esencial destinado a la producción de productos cosméticos, se realizó mediante una destilación por arrastre de vapor utilizando una unidad de destilación semi-industrial de 19 litros. El procedimiento consistió en: 1. Se trituró la resina a un tamaño de partícula de aproximadamente 0.5 cm de diámetro; 2. Se mezcló la resina de copal y el agua en una proporción de 1:10, es decir, se mezclaron 500 g de resina comercial con 5 L de agua mientras que para la muestra de SSP se mezclaron 366.97 g con 4.7 L de agua; y 3. Se realizó la destilación de la mezcla por

arrastre a una temperatura de 80°C. El tiempo de calentamiento fue de 4 horas para ambas muestras (resina comercial y resina de SSP); finalmente 4. Se realizó una descripción del color y olor del aceite obtenido (Armijo et al., 2012; Aziz et al., 2018; Cedeño et al., 2019).

#### **2.4. Determinación de la composición de la resina de copal**

El procedimiento para la determinación de la composición se realizó mediante cromatografía de gases acoplada a espectrofotometría de masas que consistió en: 1. Se diluyeron 20  $\mu$ L de cada muestra de aceite con un mL de diclorometano. 2. Se inyectó un  $\mu$ L de la dilución en una columna HP-5MS (30 m x 0.25 mm x 0.25  $\mu$ m de diámetro interno) con Helio como gas transportador a un caudal de un mL por minuto para la separación. La temperatura del inyector fue de 280°C. Durante la separación, se utilizó el siguiente programa de temperaturas:  $T_{inicial} = 40^{\circ}\text{C}$  por minuto,  $T_{intermedia} = 200^{\circ}\text{C}$  por minuto con una tasa de cambio de 8°C por minuto, y  $T_{final} = 310^{\circ}\text{C}$  durante 8.7 minutos con una tasa de cambio de 15°C por minuto en modo de división (Split) 50:1. 3. Se determinó la composición de la resina de copal mediante un espectrómetro de masas (MS) Agilent Technologies 7890B-5977th-MSD junto con un cromatógrafo de gases (GC). La espectrometría de masas se realizó en modo de ionización de Impacto Electrónico, 70 eV en un intervalo de 30 a 600 (m/z). 4. Se compararon los espectros de masas obtenidos con la base de datos perteneciente al Instituto Nacional de Normas y Tecnología (NIST, National Institute of Standards and Technology, por sus siglas en inglés) versión 14.0 (Abad et al., 2020).

### **3. Resultados**

#### **3.1 Determinación del rendimiento de la resina de copal**

En el Cuadro 1 se muestra el rendimiento del aceite esencial de copal obtenido a partir de dos muestras después de la destilación simple, y en el Cuadro 2 se muestra el rendimiento del aceite esencial de copal obtenido después de la destilación por arrastre de vapor, que será utilizado para fines cosméticos. En el mismo cuadro se puede ver que no hay diferencia en el rendimiento de aceite entre las dos muestras

analizadas de copal, a pesar de que la muestra de resina comercial se considera de mejor calidad a la recogida en el sistema silvopastoril.

**Cuadro 1.** Rendimiento de aceite esencial de copal de ambas muestras obtenido por destilación simple.

| <b>Resina comercial</b>                  |                | <b>Resina SSP</b>                          |                |
|--|----------------|--|----------------|
| <b>Recolección: 30 noviembre, Oaxaca</b> |                | <b>Recolección: 7 de diciembre, Puebla</b> |                |
| 50.65 g                                  | 0.40 mL        | 50.05 g                                    | 0.80 mL        |
| 50.05 g                                  | 0.90 mL        | 49.11 g                                    | 0.63 mL        |
| 50.10 g                                  | 1.00 mL        | 50.55 g                                    | 0.85 mL        |
| Promedio                                 | 0.77 ± 0.32 mL | Promedio                                   | 0.76 ± 0.12 mL |

**Cuadro 2.** Rendimiento de aceite esencial de copal para la elaboración de cosméticos mediante destilación por arrastre de vapor.

| <b>Copal</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Aceite esencial<br/>obtenido</b> | <b>Color</b>  | <b>Aroma</b>   |
|--------------|-----------------|-------------------------------------|---------------|----------------|
| Comercial    | 500.00 g        | 12 mL                               | Translúcido   | Característico |
| SSP          | 366.97 g        | 9 mL                                | Amarillo paja | Característico |

En el Cuadro 2 se puede observar que la diferencia en la cantidad de resina no afecta al rendimiento, ya que tanto la resina comercial como la resina SSP alcanzaron un rendimiento de 0.024 mL/g de resina. Ambos aceites son similares, diferenciándose únicamente en que el aceite obtenido a partir de SSP fue de color amarillo paja y el aceite obtenido a partir de resina comercial fue completamente translúcido.

### **3.2 Determinación de la composición de la resina de copal**

En el Cuadro 3 se muestran los resultados del análisis de los componentes que representan la mayor parte de la composición de la resina de copal. En el mismo

cuadro se puede observar que la resina de copal comercial estuvo compuesta por 18 componentes, de los cuales 5 representaron más del 90% de su composición, mientras que la resina del sistema silvopastoril estuvo compuesta por 57 componentes, de los cuales 8 representaron más del 80% de su composición y 13 componentes no fueron identificados (NI). Dentro de los principales componentes de ambas resinas de copal se encuentra el D-limoneno, ampliamente utilizado como fragancia en productos cosméticos y de higiene personal, así como el p-cimeno que se ha comprobado que es un compuesto antiinflamatorio (Espinoza et al., 2022). Razón por la cual pueden ser utilizados en cosméticos.

**Cuadro 3.** Componentes principales del aceite esencial de copal

| Copal comercial   |                | Copal SSP                 |                |
|-------------------|----------------|---------------------------|----------------|
| Compuesto         | Porcentaje (%) | Compuesto                 | Porcentaje (%) |
| <b>D-limoneno</b> | <b>63.97</b>   | <b>D-limoneno</b>         | <b>32.57</b>   |
| Alfa-pineno       | 15.74          | Alfa-pineno               | 19.13          |
| Cariófileno       | 9.45           | Alfa-felandreno           | 12.7           |
| Alfa-felandreno   | 4.44           | <b>p-cimeno</b>           | <b>12.57</b>   |
| <b>p-cimeno</b>   | <b>2.47</b>    | Dímero de alfa-felandreno | 3.35           |
|                   |                | Beta-Pineno               | 2.56           |
|                   |                | Terpinoleno               | 1.64           |
|                   |                | Ciclofencheno             | 1.25           |

En el Cuadro 4 se muestran los resultados del análisis de los componentes complementarios de la resina de copal que en el caso de la resina comercial fueron menos del 5% de la composición y en el caso de la resina SSP fueron menos del 15% de la composición. Como se puede observar en el mismo cuadro, la resina SSP contiene más componentes que la resina comercial, razón por la cual es considerada de menor calidad, ya que contiene más impurezas, incluidos trece componentes que no se pudieron identificar. Sin embargo, la resina del SSP contiene mayor concentración de carvona y origaneno (tienen propiedades antiinflamatorias) que la resina comercial. Otro componente importante fue el acetato de bornilo, que se utiliza en la industria de las fragancias y está tres veces más concentrado en la resina SSP que en la resina comercial.

**Cuadro 4.** Componentes complementarios del aceite esencial de copal.

| Compuesto                   | Copal comercial | Copal SSP      |
|-----------------------------|-----------------|----------------|
|                             | Porcentaje (%)  | Porcentaje (%) |
| Origaneno                   | 0.07            | 0.24           |
| Canfeno                     | 0.13            | 0.26           |
| Beta-felandreno             | 0.99            | NA**           |
| Beta-pineno                 | 0.63            | 2.56           |
| Mirceno                     | 0.62            | 0.65           |
| 2-bornanona                 | 0.08            | NA**           |
| Terpinen-4-ol               | 0.28            | 0.61           |
| Alfa-terpineol              | 0.26            | 0.67           |
| Carvona                     | 0.09            | 0.35           |
| Acetato de bornilo          | 0.13            | 0.39           |
| Humuleno                    | 0.27            | NA**           |
| Óxido de cariófileno        | 0.31            | NA**           |
| Dímero de alfa-felandreno   | 0.07            | 3.35           |
| B-tujeno                    | NA**            | 0.34           |
| Sabineno                    | NA**            | 0.96           |
| Ciclofencheno               | NA**            | 1.25           |
| (+)-4-careno                | NA**            | 0.11           |
| Gamma-terpineno             | NA**            | 0.16           |
| A-terpinoleno               | NA**            | 1.64           |
| Cis-2-mentenol              | NA**            | 0.15           |
| Alfa-Campholenal            | NA**            | 0.47           |
| NI*                         | NA**            | 0.1            |
| Pinocarveol                 | NA**            | 0.53           |
| Verbenol                    | NA**            | 0.62           |
| Felandreno-8- $\alpha$ -ol  | NA**            | 0.12           |
| Ciclohexanona, 4-isopropil- | NA**            | 0.2            |
| NI*                         | NA**            | 0.09           |
| Pinocarvona                 | NA**            | 0.19           |
| Felandreno-8- $\alpha$ -ol  | NA**            | 0.22           |
| NI*                         | NA**            | 0.09           |
| NI*                         | NA**            | 0.11           |
| NI*                         | NA**            | 0.09           |
| 8-Hidroxi-p-cimeno          | NA**            | 0.34           |
| Criptona                    | NA**            | 0.67           |
| Mirtenol                    | NA**            | 0.68           |
| Isotujol                    | NA**            | 0.42           |
| Trans-Piperitol             | NA**            | 0.1            |
| Levoverbenona               | NA**            | 0.24           |
| Cis-Carveol                 | NA**            | 0.21           |
| Aldehído cumico             | NA**            | 0.57           |
| (+)-Carvotanacetona         | NA**            | 0.15           |
| NI*                         | NA**            | 0.21           |

|                     |      |      |
|---------------------|------|------|
| Isopiperitenona     | NA** | 0.22 |
| 3,5-dimetoxitolueno | NA** | 0.15 |
| P-mentha-3-en-7-al  | NA** | 0.26 |
| Alcohol cúmico      | NA** | 0.16 |
| NI*                 | NA** | 0.14 |
| Carvacrol           | NA** | 0.36 |
| NI*                 | NA** | 0.08 |
| NI*                 | NA** | 0.12 |
| NI*                 | NA** | 0.11 |
| Copaeno             | NA** | 0.18 |
| Beta-borboneno      | NA** | 0.29 |
| NI*                 | NA** | 0.16 |
| NI*                 | NA** | 0.12 |
| NI*                 | NA** | 0.07 |
| Germacreno D        | NA** | 0.5  |

\*NI: no identificado \*\*NA: no aplica

## 4. Discusión

### 4.1 Determinación del rendimiento y obtención el aceite esencial de la resina de copal

La destilación simple de la resina comercial y de la SSP proporcionaron rendimientos similares de aceite esencial, indicando consistencia en el proceso de extracción. Esta consistencia en el rendimiento puede atribuirse al proceso de corte o trituración de la resina que se realizó por igual para ambas muestras con fragmentos de resina de aproximadamente 0.5 cm de diámetro, permitiendo así una mayor superficie de contacto durante la destilación y facilitando la liberación de compuestos aromáticos, factor clave para la homogeneidad del rendimiento (Aziz et al., 2018; Cedeño et al., 2019). Asimismo, la similitud de rendimiento puede atribuirse al manejo preciso de la relación resina/agua (Armijo et al., 2012; Aziz et al., 2018), que garantizó suficiente agua para generar vapor y extraer eficazmente los compuestos volátiles de la resina.

La similitud en el rendimiento también puede explicarse por la composición química y la calidad similar de ambas muestras de resina de copal (Bakkali et al., 2008; Hoffmann, 2020). La resina del sistema silvopastoril contiene 39 componentes adicionales, pero ambas muestras contienen más del 80% de su composición en

menos de ocho componentes. La similitud de los compuestos volátiles puede haber contribuido a la similitud de los resultados de rendimiento (Espinoza et al., 2022).

#### **4.2 Determinación de la composición de la resina de copal**

La cromatografía de gases y la espectrometría de masas empleadas en dos muestras de resina de copal procedentes de sistemas comerciales y silvopastoriles (SSP) revelaron diferencias y similitudes significativas en cuanto a la presencia y concentración de diversos compuestos. En la resina SSP, los contenidos de D-limoneno fueron significativamente más bajos (32.57%) que en la resina comercial (63.97%), lo que sugiere diferencias en la composición química que pueden influir en las propiedades y aplicaciones de los aceites esenciales obtenidos (Espinoza et al., 2022; Hoffmann, 2020; Vigan, 2010). Por el contrario, la resina SSP muestra una elevada presencia de alfa-felandreno (12.7%) en comparación con la resina comercial (4,44%), sugiriendo que la composición química de la resina de copal puede verse influida significativamente por la fuente o el entorno (Abad et al., 2020; Espinosa et al., 2008; Gigliarelli et al., 2015; Purata, 2008). Por ejemplo, el beta-pineno y el beta-felandreno sólo se encontraron en una de las muestras. El beta-pineno sólo se encontró en la resina comercial, mientras que el beta-felandreno se encontró en la resina SSP. Las diferencias entre estas resinas demuestran la complejidad de la composición química de la resina de copal y la influencia de factores como el origen y el procesamiento (Abad et al., 2020; Cruz León et al., 2006; Espinoza et al., 2022). En contraste, ambas muestras contenían alfa-pineno, carvona y p-cimeno, aunque en proporciones diferentes. Estos compuestos contribuyen a las propiedades aromáticas y terapéuticas de los aceites esenciales obtenidos a partir de ambas resinas (Bakkali et al., 2008; Romero-Estrada et al., 2016; Seow et al., 2014), lo que los hace adecuados para la fabricación de cosméticos, sobre todo en el caso de la resina SSP, donde están presentes en mayores concentraciones.

El rendimiento, medido en mililitros por gramo de resina, es consistente entre las dos muestras, es decir, desde el punto de vista del rendimiento, ambas fuentes de resina son igualmente eficaces en la producción de aceites esenciales. Las características organolépticas, especialmente el aroma, presentan notables similitudes entre los

aceites esenciales de ambas muestras. Sin embargo, se observó una ligera diferencia en la coloración, el aceite de SSP presentó un tono amarillo paja, no obstante, la similitud en el aroma indicó que ambas muestras comparten compuestos volátiles similares.

La resina SSP presentó una mayor diversidad de compuestos, algunos de ellos no identificados, y cierta variabilidad en las concentraciones, la presencia de componentes con propiedades antiinflamatorias y relevancia en la industria cosmética sugiere que puede ser una fuente valiosa para la elaboración de productos de cuidado personal (Gigliarelli et al., 2015; Gutiérrez, 2016; Romero-Estrada et al., 2016). No obstante, la resina comercial sigue siendo una rica fuente de D-limoneno, componente esencial de la perfumería y en la elaboración de productos cosméticos (Lohani et al., 2019).

## **5. Conclusión**

Tanto las resinas comerciales como las SSP produjeron la misma cantidad de aceite esencial, contradiciendo la supuesta diferencia de producción. En términos de composición, aunque la resina negra obtenida del SSP contiene 39 componentes adicionales, la presencia del 80% de la composición en ambas resinas en menos de 8 componentes indica una notable similitud. Las características organolépticas, especialmente el aroma, presentan notables similitudes entre los aceites esenciales de ambas resinas. Sin embargo, en lo que respecta al color, que es un factor crucial para la calidad del aceite esencial de copal, el color del aceite obtenido a partir de la resina comercial superó el requisito de ser translúcido en comparación con el aceite obtenido a partir del SSP, que presentó un color amarillo paja. En cuanto al uso final del aceite, al ser destinado a la producción de cosméticos, el aceite derivado de la SSP mostró una calidad superior a la del aceite derivado de la resina comercial, ya que contiene mayores concentraciones de componentes antiinflamatorios, como el p-cimeno y la carvona. Por todo lo anterior el aceite esencial obtenido del sistema silvopastoril es de mejor calidad que el obtenido de la resina comercial, lo que nos sugiere, que cuando la especie está sujeta a mayores factores condicionantes en su

crecimiento y desarrollo como la competencia vegetal y la presencia de animales pastoreando provoca que la planta modifique su composición química.

## 6. Referencias bibliográficas

- Abad, F. I., Maldonado-Almanza, B., Aguilar-Dorantes, K. M., Sánchez-Méndez, L., Gómez-Caudillo, L., Casas, A., Blancas, J., García-Rodríguez, Y. M., Beltrán-Rodríguez, L., Sierra-Huelsz, J. A., Cristians, S., Moreno-Calles, A. I., Torres-García, I., & Espinosa-García, F. J. (2020). Consequences of Traditional Management in the Production and Quality of Copal Resin (*Bursera bipinnata* (Moc. & Sessé ex DC.) Engl.) in Mexico. *Forests* 2020, Vol. 11, Page 991, 11(9), 991. <https://doi.org/10.3390/F11090991>
- Armijo, C., Vicuña, E., Romero y Otiniano, P., Condorhuamán, C., & Hilario, B. (2012). Modelamiento y simulación del proceso de extracción de aceites esenciales mediante la destilación por arrastre con vapor. *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química*, 15(2), 19–27. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/4967>
- Aziz, Z. A. A., Ahmad, A., Setapar, S. H. M., Karakucuk, A., Azim, M. M., Lokhat, D., Rafatullah, Mohd., Ganash, M., Kamal, M. A., & Ashraf, G. M. (2018). Essential Oils: Extraction Techniques, Pharmaceutical and Therapeutic Potential - A Review. *Current Drug Metabolism*, 19(13), 1100–1110. <https://doi.org/10.2174/1389200219666180723144850>
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils - A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 446–475. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106>
- Cedeño, A., Moreira, C., Muñoz, J., Muñoz, A., Pillasaguay, S., & Riera, M. A. (2019). Comparación de métodos de destilación para la obtención de aceite esencial de eucalipto. *Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios*, 6(1), 1–13. <https://doi.org/10.48204/NH>
- Cruz León, A., Salazar Martínez, L., & Campos Osorno, M. (2006). Antecedentes y actualidad del aprovechamiento de copal en la Sierra de Huautla, Morelos. *Revista de Geografía Agrícola*, 37, 97–116.

- Cruz-Cruz, M., Montserrat Antonio-Gómez, V., Rodríguez-Ortiz, G., Guadalupe Vásquez-Barranco, I., Lagunes-Rivera, L., & Hernández-Santiago, E. (2017). Resina y aceites esenciales de tres especies de copal del sur de Oaxaca, México. In *Revista Mexicana de Agroecosistemas* (Vol. 4, Issue 1).
- Dosoky, N. S., & Setzer, W. N. (2018). Chemical composition and biological activities of essential oils of curcuma species. *Nutrients*, *10*(9). <https://doi.org/10.3390/nu10091196>
- Espinosa, O. D., Montaña, A. G., & Becerril, C. F. (2008). *Uso y manejo de los copales aromáticos: resinas y aceites*. <https://conacyt.mx/pronaces/>
- Espinoza, L. C., Valarezo, E., Fábrega, M. J., Rodríguez-Lagunas, M. J., Sosa, L., Calpena, A. C., & Mallandrich, M. (2022). Characterization and In Vivo Anti-Inflammatory Efficacy of Copal (*Dacryodes peruviana* (Loes.) H.J. Lam) Essential Oil. *Plants (Basel, Switzerland)*, *11*(22). <https://doi.org/10.3390/PLANTS11223104>
- García-Núñez, R. M., Buendía-Espinoza, J. C., del Carmen Arrazate-Jiménez, S., & del Carmen Martínez-Ochoa, E. (2023). Effects of copal resin extraction on the diversity and composition of species in tropical deciduous forests. *Scientific Reports 2023 13:1*, *13*(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-31423-z>
- Gigliarelli, G., Becerra, J. X., Curini, M., Marcotullio, M. C., & Forti, L. (2015). Chemical Composition and Biological Activities of Fragrant Mexican Copal (*Bursera* spp.). *Molecules (Basel, Switzerland)*, *20*(12), 22383–22394. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES201219849>
- Gutiérrez, G. R. I. (2016). *Extracción del aceite de copal y su aplicación en productos cosméticos*. <http://tesis.ipn.mx:8080/xmlui/handle/123456789/16950>
- Hoffmann, K. H. (2020). Essential oils. *Zeitschrift Fur Naturforschung - Section C Journal of Biosciences*, *75*(78), 177. <https://doi.org/10.1515/znc-2020-0124>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017). *Anuario estadístico y geográfico de Puebla 2017*. [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)

- Kalemba, D., & Kunicka, A. (2005). Antibacterial and Antifungal Properties of Essential Oils. *Current Medicinal Chemistry*, 10(10), 813–829. <https://doi.org/10.2174/0929867033457719>
- Kosar, M., Tunalier, Z., Özek, T., Kürkcüoğlu, M., & Baser, K. H. C. (2005). A simple method to obtain essential oils from *Salvia triloba* L. and *Laurus nobilis* L. by using microwave-assisted hydrodistillation. *Zeitschrift Fur Naturforschung - Section C Journal of Biosciences*, 60(5–6), 501–504. <https://doi.org/10.1515/znc-2005-5-620>
- Lohani, A., Mishra, A. K., & Verma, A. (2019). Cosmeceutical potential of geranium and calendula essential oil: Determination of antioxidant activity and in vitro sun protection factor. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 18(2), 550–557. <https://doi.org/10.1111/jocd.12789>
- Pennington, T. D., & Sarukhán, j. (2005). *Arboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies* (3a ed.). Fondo de Cultura Económica. <http://www.libros.unam.mx/arboles-tropicales-de-mexico-manual-para-la-identificacion-de-las-principales-especies-9789703216437-libro.html>
- Purata, S. E. (2008). Uso y manejo de los copales aromáticos: resinas y aceites. In *Uso y manejo de los copales aromáticos: resinas y aceites*. (pp. 14–16). [https://www.researchgate.net/publication/307557876\\_Uso\\_y\\_manejo\\_de\\_los\\_copales\\_aromaticos\\_resinas\\_y\\_aceites](https://www.researchgate.net/publication/307557876_Uso_y_manejo_de_los_copales_aromaticos_resinas_y_aceites)
- Romero-Estrada, A., Maldonado-Magaña, A., González-Christen, J., Bahena, S. M., Garduño-Ramírez, M. L., Rodríguez-López, V., & Alvarez, L. (2016). Anti-inflammatory and antioxidative effects of six pentacyclic triterpenes isolated from the Mexican copal resin of *Bursera copallifera*. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s12906-016-1397-1>
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. Mexico
- Seow, Y. X., Yeo, C. R., Chung, H. L., & Yuk, H. G. (2014). Plant Essential Oils as Active Antimicrobial Agents. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54(5), 625–644. <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.599504>

- Sindle, A., & Martin, K. (2021). Art of Prevention: Essential Oils - Natural Products Not Necessarily Safe. *International Journal of Women's Dermatology*, 7(3), 304. <https://doi.org/10.1016/J.IJWD.2020.10.013>
- Vigan, M. (2010). Essential oils: Renewal of interest and toxicity. *European Journal of Dermatology*, 20(6), 685–692. <https://doi.org/10.1684/ejd.2010.1066>
- Villa-Ruano, N., Pacheco-Hernández, Y., Becerra-Martínez, E., Zárate-Reyes, J. A., & Cruz-Durán, R. (2018). Chemical profile and pharmacological effects of the resin and essential oil from *Bursera schlechtendalii*: A medicinal “copal tree” of southern Mexico. *Fitoterapia*, 128, 86–92. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2018.05.009>
- Wei, Y., Li, B., Duan, H., Wu, X., & Yao, X. (2010). An integrated simultaneous distillation-extraction apparatus for the extraction of essential oils from herb materials and its application in *Flos Magnoliae*. *Biomedical Chromatography*, 24(3), 289–293. <https://doi.org/10.1002/bmc.1286>
- Zheljazkov, V. D., & Maggi, F. (2021). Valorization of CBD-hemp through distillation to provide essential oil and improved cannabinoids profile. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-99335-4>

## 6. EVALUACIÓN DE DOS PRODUCTOS COSMÉTICOS FORMULADOS CON ACEITE ESENCIAL EXTRAÍDO DE RESINA DE COPAL OBTENIDA EN SISTEMAS AGROFORESTALES

Jorge Raymundo Rodríguez <sup>1</sup>, Rosa María García-Núñez<sup>2</sup>, Julio César Buendía-Espinoza<sup>3</sup>, Elisa del Carmen Martínez-Ochoa <sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Maestría en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco Km 38.5. 56230. Texcoco, Estado de México; [jorgeray10@gmail.com](mailto:jorgeray10@gmail.com); <https://orcid.org/0009-0000-3039-1477>.

<sup>2</sup>Maestría en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco Km 38.5. 56230. Texcoco, Estado de México; [RGARCIA@chapingo.mx](mailto:RGARCIA@chapingo.mx); <https://orcid.org/0000-0001-7295-1284>.

<sup>3</sup>Maestría en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco Km 38.5. 56230. Texcoco, Estado de México; [jbuendiae@chapingo.mx](mailto:jbuendiae@chapingo.mx); <https://orcid.org/0000-0002-7939-8861>.

<sup>4</sup>Departamento de Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México- Texcoco Km 38.5. 56230. Texcoco, Estado de México; [elisacmo333@gmail.com](mailto:elisacmo333@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0002-9416-7332>.

### Resumen

La riqueza forestal, asociada a aplicaciones cosméticas innovadoras, abre un interesante campo sobre el uso de productos forestales no maderables, como la resina de copal, que presenta una oportunidad no sólo para diversificar el uso de estos recursos, sino también para promover prácticas sostenibles, contribuir a la preservación de los ecosistemas forestales y fomentar la generación de ingresos sostenibles para las comunidades. El objetivo de este trabajo fue evaluar una crema facial y un gel corporal formulados con aceite esencial extraído de resina de copal obtenida de sistemas agroforestales, con el fin de determinar su calidad y su aceptación por parte del consumidor. La resina de copal fue recolectada de un sistema silvopastoril, en Izúcar de Matamoros, Puebla, México. Se desarrollaron protocolos para garantizar la calidad, seguridad y eficacia, con apego a normas oficiales mexicanas, y se realizaron pruebas de estabilidad acelerada para determinar la vida útil. Para evaluar la seguridad se realizaron pruebas microbiológicas y de irritabilidad, y se utilizaron pruebas hedónicas y un modelo de bosques aleatorio para identificar las características más importantes de cada producto para su aceptación. Los resultados

indicaron que ambos productos cumplieron los parámetros de calidad en cuanto a color, aroma, viscosidad y pH, y presentaron una caducidad de dos años. Los dos productos estuvieron exentos de microorganismos nocivos, por lo que son aptos para su aplicación en humanos. La hidratación, aroma, esparcimiento e irritabilidad fueron las variables más importantes para alcanzar una mayor aceptación entre los consumidores. El aceite esencial de resina de copal permite elaborar cosméticos de calidad.

Palabras clave: agroforestería, calidad, aceptación, resina de copal, sostenibilidad.

## **EVALUATION OF TWO COSMETIC PRODUCTS FORMULATED WITH ESSENTIAL OIL EXTRACTED FROM COPAL RESIN OBTAINED IN AGROFORESTRY SYSTEMS**

### **Abstract**

The richness of forest resources, coupled with innovative cosmetic applications, opens an intriguing field for the use of non-timber forest products, such as copal resin. This not only provides an opportunity to diversify the use of these resources but also to promote sustainable practices, contribute to the preservation of forest ecosystems, and foster the generation of sustainable income for communities. The objective of this study was to evaluate a facial cream and a body gel formulated with essential oil extracted from copal resin obtained from agroforestry systems to determine their quality and consumer acceptance.

Copal resin was collected from a silvopastoral system in Izúcar de Matamoros, Puebla, Mexico. Protocols were developed to ensure quality, safety, and efficacy, adhering to Mexican official standards, and accelerated stability tests were conducted to determine shelf life. Microbiological and irritability tests were performed to assess safety, and hedonic tests along with a random forest model were employed to identify the most important characteristics for consumer acceptance.

Results indicated that both products met quality parameters regarding color, aroma, viscosity, and pH, and exhibited a shelf life of two years. Both products were free from

harmful microorganisms, making them suitable for human application. Hydration, aroma, spreadability, and irritability were the most crucial variables for achieving higher consumer acceptance. The essential oil extracted from copal resin enables the formulation of quality cosmetics.

Keywords: agroforestry, quality, acceptance, copal resin, sustainability.

## 1. Introducción

Los productos forestales no maderables (PFNMs) desempeñan un papel crucial al proporcionar ingresos y recursos para muchas comunidades rurales y pueblos indígenas cuyas vidas dependen de los bosques. Estos productos abarcan una amplia gama de recursos, como plantas medicinales, frutos y nueces, productos apícolas, plantas ornamentales, resinas y gomas, y servicios ambientales (Tapia & Reyes, 2008). Es fundamental subrayar que la recolección y comercialización de PFNMs deben ser llevadas a cabo de manera sostenible y responsable. Esto garantiza tanto la preservación de los bosques y su biodiversidad como la capacidad continua de las comunidades locales para depender de estos recursos a largo plazo. Muchos países, entre ellos México, utilizan especies de PFNM no sólo como fuente de ingresos económicos, sino también como parte importante de su cultura y sus prácticas religiosas (Tapia & Reyes, 2008). El copal, una planta que se encuentra en los bosques tropicales caducifolios destaca por su resina aromática, utilizada en prácticas religiosas desde hace siglos (Espinosa et al., 2008).

La resina de copal se obtiene a partir de cortes efectuados en la corteza de los árboles de la familia de las *Burseraceae*, concretamente de los géneros *Protium* y *Bursera*. En México, especies como *Bursera glabrifolia*, *Bursera bipinnata*, *Bursera fagaroides*, *Protium copal*, *Bursera simaruba* y *Bursera cuneata* son predominantes (Purata & León, 2005). Sin embargo, los bosques que albergan especies de copal están disminuyendo debido a la creciente demanda de su resina (Linares & Bye, 2008). En muchas regiones de México, la resina de copal se utiliza sobre todo para fines religiosos, pero debido a sus propiedades antiinflamatorias, también se ha empleado en herbolaria para tratar el dolor de cabeza (Gutiérrez, 2016). En los últimos años, los productos cosméticos naturales y sostenibles se han hecho cada vez más populares,

ya que los consumidores buscan productos con ingredientes naturales. En algunos países, los productos cosméticos también se han regulado de forma más estricta debido a la preocupación por su seguridad. Como resultado de esta tendencia han surgido los cosméticos naturales, que, aunque actualmente representan un pequeño porcentaje de la industria, se espera que crezcan un 15% frente al 5% de los cosméticos convencionales (Alcalde, 2008).

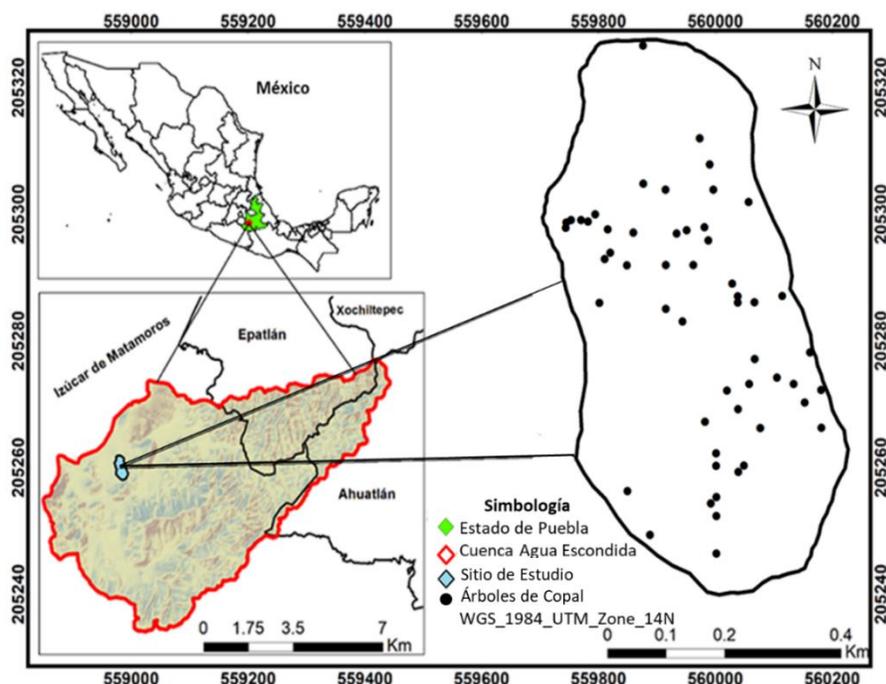
En México, las Normas Oficiales (NOM) para cosméticos establecen los requisitos mínimos de calidad y seguridad que deben cumplir los productos cosméticos para ser comercializados. Se establecen límites para ingredientes específicos, como conservantes y colorantes, así como requisitos de etiquetado y envasado (Padilla et al., 2018). Los cosméticos naturales están regulados de la misma manera que los cosméticos convencionales, lo que significa que deben cumplir con los requisitos de las NOM. En México, existen diversas organizaciones como Ecocert, COSMOS y la Asociación Nacional de Empresas de Productos Naturales, ANEP, que promueven la cosmética natural y sustentable, y ofrecen certificaciones y sellos que garantizan su calidad y origen natural (Anievas, 2019).

Los productos cosméticos naturales se comercializan como opciones más saludables y sostenibles, pero no están exentos de riesgos, por lo que la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios Mexicana, COFEPRIS, ha identificado algunos productos cosméticos naturales que contienen componentes peligrosos. Por ello, el consumidor debe verificar que los productos que adquiere cumplan con las normas de seguridad y calidad establecidas (Estrella, 2021). Bajo este contexto, la resina aromática de copal puede ser una excelente materia prima para la elaboración de productos de cuidado personal, añadiendo más valor económico si se elaboran artesanalmente en la misma comunidad. Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar dos productos cosméticos formulados con aceite esencial extraído de resina de copal obtenida de sistemas agroforestales, con el fin de determinar su calidad y su aceptación por parte del consumidor.

## 2. Metodología

### 2.1. Sitio de estudio

El sitio de estudio se encuentra en el "Cerro de la Virgen", en Izúcar de Matamoros, Puebla, México. Se sitúa en la microcuenca Agua Escondida, a una altitud de 1282 m y cubre una superficie de 30.8 ha (García-Núñez et al., 2023). El clima es cálido subhúmedo, con lluvias principalmente en verano y una temperatura media anual de 22-24 °C . La precipitación anual varía entre 800 y 1000 mm. Los suelos predominantes son leptosol y vertisol, según datos del INEGI (2017). La vegetación corresponde al bosque tropical caducifolio, típico de áreas con estaciones de humedad bien definidas: lluviosa y seca (Rzedowski, 2006). Este tipo de bosque se caracteriza por especies que pierden sus hojas durante la época seca y presentan cortezas escamosas o con protuberancias espinosas o corchosas, así como una gran diversidad de especies (Pennington & Sarukhán, 2005).



**Figura 3.** Sitio de estudio Cerro de la Virgen, dentro de la cuenca de Agua Escondida, Puebla, México (García-Núñez et al., 2023).

## 2.2. Recolección de la resina de copal

Se utilizaron dos variedades de resina de copal: copal blanco de primera calidad y copal negro. El copal blanco de primera fue adquirido comercialmente y se indicó que fue extraído en el estado de Oaxaca el 30 de noviembre de 2022; esta muestra se utilizó como control en el estudio. El copal negro se recolectó de árboles de *Bursera bipinnata* y *Bursera copalifera* del sitio de estudio “Cerro de la Virgen”, ubicado en Izúcar de Matamoros, Puebla, el 7 de diciembre de 2022 de un sistema silvopastoril (SSP).



a) Resina de Copal comercial



b) Resina de Copal obtenida del SSP

**Figura 4.** Resinas de copal

Para obtener el aceite esencial destinado a la producción de productos cosméticos, se realizó mediante una destilación por arrastre de vapor utilizando una unidad de destilación semi-industrial de 19 litros. El procedimiento consistió en: 1. Se trituró la resina a un tamaño de partícula de aproximadamente 0.5 cm de diámetro; 2. Se mezcló la resina de copal y el agua en una proporción de 1:10, es decir, se mezclaron 500 g de resina comercial con 5 L de agua mientras que para la muestra de SSP se mezclaron 366.97 g con 4.7 L de agua; y 3. Se realizó la destilación de la mezcla por arrastre a una temperatura de 80°C. El tiempo de calentamiento fue de 4 horas para ambas muestras (resina comercial y resina de SSP) (Armijo et al., 2012; Aziz et al., 2018; Cedeño et al., 2019).

### **2.3. Elaboración de protocolos y análisis fisicoquímicos de los productos**

La elaboración de los protocolos para la producción de gel corporal y de crema de rostro se realizaron de acuerdo con la norma mexicana NOM-259-SSA1-2022 (NORMA Oficial Mexicana NOM-259-SSA1-2022, Productos y Servicios. Buenas Prácticas de Fabricación En Productos Cosméticos., 2022) y con base en los principios de los cosméticos naturales, que enfatizan el uso de fórmulas que contengan pocos ingredientes y requieran poco procesamiento (Alcalde, 2008). 1. Propiedades organolépticas: Se determinó el color y el olor con base en la percepción sensorial, presentando la crema un color blanco brillante con olor característico del aceite esencial de copal, y el gel un color café claro con olor característico del aceite esencial de copal (Valenzuela et al., 2020). 2. pH: se determinó con un potenciómetro HANNA® utilizando una pequeña cantidad tanto del gel como de la crema (1-2 g) dispersada en 30 mL de agua destilada (Valenzuela et al., 2020). 3. Viscosidad: se determinó con un viscosímetro NDJ-9S, utilizando 150 mL de gel y crema en vasos de precipitados de 200 mL a 2.5 rpm durante 5 minutos (Valenzuela et al., 2020).

Después de determinar los parámetros de calidad, se realizaron pruebas de seguridad. Para probar cada producto, se hicieron seis lotes: tres lotes se sometieron a pruebas de estabilidad acelerada, un lote se sometió a pruebas sensoriales, microbiológicas y de irritabilidad, y dos lotes se sometieron a pruebas de diferencias en los productos entre las resinas comerciales y resinas obtenidas de los sistemas silvopastoriles. La presentación de los productos fue la siguiente: 1. Crema facial: la presentación comercial fue envasada en un frasco de aluminio de 50 g, y la presentación para el estudio sensorial fue envasada en un frasco de plástico transparente de 25 g. 2. Gel corporal: la presentación comercial fue envasada en un frasco Boston azul de 100 mL, mientras que la presentación sensorial fue envasada en un frasco Boston de 40 mL.

#### **2.3.1. Pruebas microbiológicas y de estabilidades aceleradas e irritabilidad**

Para determinar la seguridad de los productos se realizaron las pruebas microbiológicas y de estabilidades aceleradas e irritabilidad que consistieron en: 1. *Pruebas microbiológicas*: Se determinó la presencia de hongos, mesófilos aerobios y levaduras utilizando medios de agar nutritivo y agar papa dextrosa de acuerdo con la

NOM 089 (Norma Oficial Mexicana NOM-089-SSA 1-1994, Bienes y Servicios. Métodos Para La Determinación Del Contenido Microbiano En Productos de Belleza., 1994). Para identificar microorganismos potencialmente nocivos en los productos cosméticos.

2. *Determinación de vida útil:* se realizó una prueba de estabilidad acelerada de acuerdo a la NOM 073 (NORMA Oficial Mexicana NOM-073-SSA1-2015, Estabilidad de Fármacos y Medicamentos, Así Como de Remedios Herbolarios., 2016) para determinar la vida útil de ambos productos. La vida útil de ambos productos en anaquel fue calculada después de los tres meses con la siguiente fórmula:

$$\text{Vida útil del producto} = \frac{1}{5} [(T_{est} - T_{amb}) * M * 2]$$

donde:  $T_{est}$ : temperatura en estufa,  $T_{amb}$ : temperatura ambiente,  $M$ : tiempo en meses en que el producto estuvo en estufa, a la temperatura señalada, y 2: constante con unidades de temperatura<sup>-1</sup>. En el período de evaluación, la calidad de los parámetros del producto no debe variar (Melo & Moncada, 2016).

3. *Prueba de irritabilidad:* se realizó la prueba de irritabilidad con base en la NOM 039 (Norma Oficial Mexicana NOM-039-SSA I-1993, Productos de Perfumería y Belleza. Determinación de Los Índices de Irritación Ocular, Primaria Dérmica y Sensibilización., 1994) para determinar que ambos productos pueden ser utilizados por humanos de manera segura.

#### **2.4. Aceptación de los productos y efectividad**

Para determinar la aceptación de los productos y efectividad, se evaluaron a 60 voluntarios al principio y después de un mes de uso diario de los productos.

*Pruebas hedónicas:* 1. Se utilizaron dos cuestionarios para determinar cuánto gustaban y qué características hacían que tuvieran más aceptación por el público (Filaire et al., 2022). 2. Se sometieron dos fórmulas a 60 participantes no formados. El atributo evaluado fue el aroma, y las evaluaciones fueron monódicas y equilibradas. El olor primario se evaluó al abrir el frasco y el olor en la piel se evaluó al aplicar el producto sobre la piel. 3. Se utilizó una escala hedónica numérica para evaluar la

aceptación de las fórmulas por parte de los panelistas, en la que 1 representa la puntuación más baja y 5 la más alta. También se evaluó la consistencia del producto y sus efectos sobre la piel (Ross, 2006; Severiano, 2019).

*Características dermatológicas:* 1. Se determinaron los valores de humedad, los porcentajes de grasa y la elasticidad de la piel con el detector IMATE utilizando la tecnología de impulsos de impedancia bioeléctrica. 2. Se tomaron tres mediciones en el dorso de la mano derecha, tres en el de la mano izquierda y cuatro en diferentes zonas del rostro (frente, barbilla, mejilla derecha e izquierda) antes y después de aplicar el producto, para determinar si se producían cambios en la elasticidad, la hidratación o el contenido de grasa de la piel.

## **2.4.1 Análisis estadístico de las características dermatológicas y construcción del modelo de árboles aleatorios**

### **2.4.1.1 Comparación de medias de características dermatológicas**

Los datos descriptivos incluyen el valor medio con desviaciones estándar (Media  $\pm$  DE) para variables continuas y número con porcentaje (n, %) para variables categóricas. Se comparó el efecto de la crema y el gel en 3 momentos del estudio (al inicio, después de la primera aplicación, después de un mes de estar utilizando el producto) utilizando pruebas t de muestras pareadas y pruebas de rangos con signo de Wilcoxon para investigar los cambios dentro del grupo. Se calcularon los tamaños del efecto (TE) para el análisis dentro del grupo utilizando la d de Cohen para la prueba t y r para la prueba de rangos con signo de Wilcoxon. En el Cuadro 5 se presenta un resumen de la interpretación del TE.

**Cuadro 5.** Tamaño del efecto y su interpretación.

| Interpretación  | d de cohen (prueba t) | R (prueba de rangos con signo de Wilcoxon) |
|-----------------|-----------------------|--|
| Sin efecto      | 0.00 a <0.20          | 0.00 a <0.10                               |
| Efecto reducido | 0.20 a <0.50          | 0.10 a <0.30                               |
| Efecto moderado | 0.50 a <0.80          | 0.30 a <0.50                               |
| Efecto grande   | $\geq 0.80$           | $\geq 0.50$                                |

## **2. 4.1.2 Determinación de las principales características dermatológicas**

### **2. 4.1.2.1 Variables de respuesta**

La percepción de los productos cosméticos desencadena respuestas emocionales y cognitivas con impacto directo en la aceptación del consumidor, por lo que los esfuerzos por reforzar estas percepciones son muy importantes para la preferencia y la fidelidad del consumidor (Lee & Kwon, 2022). La percepción de los productos cosméticos influye en cómo los usuarios perciben, evalúan y, en última instancia, aceptan o rechazan los mismos (Batres, Kramer, et al., 2019). Las expectativas de los consumidores se crean a partir de las promesas del producto y, cuando se cumplen, se aumenta la aceptación; en consecuencia, los consumidores pueden sentirse más inclinados a aceptar un producto o una marca si se percibe que sigue prácticas éticas y sostenibles (Chu & Lin, 2013; Marie et al., 2016).

De acuerdo con Hunt et al. (2011), el diseño del envase y la presentación del producto influyen positivamente en las expectativas de aceptación del producto. Bajo este contexto, la variable de respuesta fue: *Percepción del producto*: “Bueno”, “Regular” o “Malo”.

### **2.4.1.2.2 Variables explicativas**

Los productos cosméticos están intrínsecamente relacionados con la mejora del aspecto personal. La probabilidad de aceptación de un producto aumenta significativamente cuando los consumidores perciben que contribuye positivamente a su autoimagen (Hunt et al., 2011). La aceptación de un producto depende de su aroma, de cómo se extiende en la piel, de si produce sensación grasa, de si genera irritación, de cómo se absorbe y de la sensación que deja tras su aplicación (Chu & Lin, 2013; Hunt et al., 2011). Los elementos sensorialmente dependientes que influyeron en la selección de ambos productos fueron los siguientes:

1. *Aroma del producto*: “no me gusta nada”, “no me gusta”, “no me gusta ni me disgusta”, “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho”. 2. *Aroma del producto en piel*: “no me gusta nada”, “no me gusta”, “no me gusta ni me disgusta”, “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho”. 3. *Esparcimiento del producto*: “no se esparce

para nada”, “no se esparce”, “se esparce ligeramente”, “se esparce moderadamente” y “se esparce fácilmente”. 4. *Sensación grasosa del producto*: “No presenta sensación grasosa para nada”, “No presenta sensación grasosa”, “Presenta sensación grasosa ligeramente”, “Presenta sensación grasosa moderadamente” y “Presenta sensación grasosa”.

5. *Irritación del producto*: “No siento irritación para nada”, “No siento irritación”, “Siento irritación ligeramente”, “Siento irritación moderadamente” y “Siento irritación fácilmente”. 6. *Absorción del producto*: “No se absorbe para nada”, “No se absorbe”, “Se absorbe ligeramente”, “Se absorbe moderadamente” y “Se absorbe fácilmente”. 7. *Sensación de la piel después de usar el producto*: “no me gusta nada”, “no me gusta”, “no me gusta ni me disgusta”, “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho”. 8. *Efecto del producto sobre la suavidad*: “No siento suavidad para nada”, “No siento suavidad”, “Siento suavidad ligeramente”, “Siento suavidad moderadamente” y “Siento suavidad fácilmente”. 9. *Efecto del producto sobre la hidratación*: “No siento hidratación para nada”, “No siento hidratación”, “Siento hidratación ligeramente”, “Siento hidratación moderadamente” y “Siento hidratación fácilmente”. 10. *Efecto del producto sobre la apariencia de la piel*: “No siento una mejoría para nada”, “No siento una mejoría”, “Siento una mejoría ligeramente”, “Siento una mejoría moderadamente” y “Siento una mejoría fácilmente”.

#### **2. 4.1.2.3 Árboles de decisiones**

Se desarrolló y validó un modelo de bosques aleatorios de clasificación para explicar la percepción de los productos en crema y en gel generados con la resina de copal en función de sus variables explicativas.

**Bosque aleatorio, RF.** El RF es un clasificador que utiliza árboles de decisión para identificar variables predictoras importantes mediante un porcentaje (normalmente el 70%) de los datos denominados de entrenamiento, y con los datos restantes denominados de prueba se estima el rendimiento del modelo (Breiman, 2001). Las variables predictoras son importantes en los modelos de clasificación si su omisión aumenta el error de exclusión, OOB. Cada árbol de clasificación de este modelo se deriva de muestras bootstrap para mejorar el rendimiento de la predicción (Breiman et

al., 2017). Cada división de un árbol se determina utilizando un subconjunto aleatorio de variables de entrada normalizadas. El resultado del modelo es el resultado promedio de todos los árboles (Cutler et al., 2007). Se utilizó el 70% de los datos para el entrenamiento del modelo, y se predefinió el número de árboles del bosque (ntree) y el número de variables muestreadas aleatoriamente como candidatas para cada división (mtry). Se optimizaron dichos parámetros para minimizar los errores de generalización (OOB) con el fin de obtener el mejor poder de predicción. Con este algoritmo, se seleccionan variables explicativas en cada nodo de un árbol de decisión utilizando datos de inicio (Arpaci et al., 2014). Se utilizó el 30% restante de los datos para validar el modelo, que es el paso más importante para garantizar la pertinencia científica de los resultados (Jaafari et al., 2017). La predicción de los modelos se realizó a través del paquete random Forest (Liaw & Wiener, 2002), en el software R (R Core Team, 2016).

***Evaluación de la precisión.*** Se utilizan las observaciones denominadas de prueba para estimar el rendimiento de cada modelo mediante el método OOB (Hastie et al., 2009). Se verificó la exactitud de las predicciones mediante la matriz de confusión (Townsend, 1971). La precisión global de predicción de un modelo es su capacidad para predecir correctamente una clase determinada, o tipo de bosque en este caso. Se calcula la suma de predicciones correctas dividida por las predicciones realizadas.

***Identificación de variables significativas.*** Se determinó la importancia relativa de las variables mediante la Precisión de Disminución Media (Mean Decrease Accuracy, por sus siglas en inglés), una de las métricas más comunes en los modelos de bosque aleatorio (Schmidt et al., 2014) y que mide la pérdida de precisión causada por la eliminación de una variable determinada. Las valoraciones más altas de las variables son, por tanto, más importantes para la clasificación de los datos (Kuhn, 2008).

***Gráficas de dependencia parcial (PDP).*** Las PDP muestran el efecto marginal que tienen una o dos características en el resultado predicho de un modelo de aprendizaje automático (Friedman, 2001). El gráfico de dependencia parcial muestra si el objetivo y una característica tienen relaciones lineales, monotónicas o complejas.

### 3. Resultados

#### 3.1. Elaboración de protocolos y análisis fisicoquímicos de los productos

En los Cuadros 6 y 7 se presentan los resultados del control de calidad aplicado a los lotes que se han elaborado conforme a los protocolos normalizados de trabajo desarrollados. En el mismo cuadro se puede observar que en todos los lotes, el pH y la viscosidad, así como el olor y el color se encuentran dentro de los márgenes de aceptación establecidos. Los resultados de las pruebas de calidad de los lotes GN16032023 y GB16032023, con aceite esencial obtenido a partir de resina silvopastoril y resina comercial, respectivamente, fueron similares.

**Cuadro 6.** Certificado de calidad de la evaluación de parámetros fisicoquímicos de lotes producidos de gel corporal.

| Parámetro                        | Lotes    |          |          |           |                          |
|----------------------------------|----------|----------|----------|-----------|--------------------------|
|                                  | G2802231 | G0103232 | G0203233 | G13032023 | GN16032023<br>GB16032023 |
| Olor Característico              | Cumple   | Cumple   | Cumple   | Cumple    | Cumple                   |
| Color (café claro)               | Cumple   | Cumple   | Cumple   | Cumple    | Cumple                   |
| pH (6.5 – 7.5)                   | 6.5      | 6.74     | 6.7      | 6.7       | 6.60<br>6.58             |
| Viscosidad (cP)<br>60000 – 75000 | 70000    | 70020    | 70060    | 70000     | 70010<br>70020           |

**Cuadro 7.** Certificado de calidad de evaluación de parámetros fisicoquímicos de lotes producidos crema de rostro.

| Parámetro           | Lotes    |          |          |           |                          |
|---------------------|----------|----------|----------|-----------|--------------------------|
|                     | C2802231 | C0103232 | C0203233 | C13032023 | CN16032023<br>CB16032023 |
| Olor Característico | Cumple   | Cumple   | Cumple   | Cumple    | Cumple                   |
| Color (blanco)      | Cumple   | Cumple   | Cumple   | Cumple    | Cumple                   |
| pH (6.5 – 7)        | 6.51     | 6.53     | 6.52     | 6.51      | 6.68                     |

|                 |       |       |       |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |       |       |       |       | 6.61  |
| Viscosidad (cP) | 65010 | 65030 | 65000 | 65020 | 65010 |
| 60000 – 75000   |       |       |       |       | 65030 |

### 3.1.1. Pruebas microbiológicas, de irritabilidad y estabilidades aceleradas.

En el Cuadro 8 se muestran los resultados de dos muestras del lote C13032023 de la crema facial que indicaron una carga microbiana menor a 10 UFC/g para microorganismos mesófilos aerobios y menor a 10 UFC/g para hongos y levaduras. Su límite microbiano estuvo dentro de las especificaciones para la determinación de microorganismos mesófilos aerobios, hongos y levaduras señaladas en la NOM-089-SSA1-1994, lo que permitió su liberación para su posterior procesamiento.

**Cuadro 8.** Pruebas microbiológicas de la crema de rostro.

| Medios de cultivo utilizados        | Lote      |   | Temperatura de incubación |   |           |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------------------------------|-----------|---|---------------------------|---|-----------|---|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Agar nutritivo (AN)                 | C13032023 |   | 30 °C ± 2                 |   |           |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Agar papa dextrosa (SPD)            | C13032023 |   | 25 °C ± 2                 |   |           |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>A.- Mesófilos Aerobios (AN)</b>  |           |   |                           |   |           |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Fecha                               | 25-sep-23 |   | 26-sep-23                 |   | 29-sep-23 |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Día→                                | 1         |   | 2                         |   | 5         |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Muestra ↓                           |           |   |                           |   |           |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| M1                                  | 0         | 0 | 0                         | 0 | 0         | 0 | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |   |
| M2                                  | 0         | 0 | 0                         | 0 | 0         | 0 | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |   |
| <b>B.- Hongos y Levaduras (APD)</b> |           |   |                           |   |           |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Fecha                               | 25-sep-23 |   | 26-sep-23                 |   | 29-sep-23 |   | 02-oct-23 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Día→                                | 1         |   | 2                         |   | 5         |   | 7         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Muestra ↓                           |           |   |                           |   |           |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| M1                                  | 0         | 0 | 0                         | 0 | 0         | 0 | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

|    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| M2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

M1: muestra de producto a granel M2: muestra de producto terminado

En el Cuadro 9 se muestran los resultados de dos muestras del lote G13032023 del gel corporal que indicaron una carga microbiana menor a 10 UFC/g para microorganismos mesófilos aerobios y menor a 10 UFC/g para hongos y levaduras. Su límite microbiano estuvo dentro de las especificaciones para la determinación de microorganismos mesófilos aerobios, hongos y levaduras señaladas en la NOM-089-SSA1-1994, lo que permitió su liberación para su posterior procesamiento.

**Cuadro 9.** Pruebas microbiológicas del gel corporal

| Medios de cultivo utilizados | Lote      | Temperatura de incubación |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |
|------------------------------|-----------|---------------------------|---|---|---|---|---|-----------|---|---|---|---|---|-----------|---|---|---|---|---|
| Agar nutritivo (AN)          | G13032023 | 30 °C ± 2                 |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |
| Agar papa dextrosa (SPD)     | G13032023 | 25 °C ± 2                 |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |
| A.- Mesófilos Aerobios (AN)  |           |                           |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |
| Fecha                        | 25-sep-23 | 26-sep-23                 |   |   |   |   |   | 29-sep-23 |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |
| Día→                         | 1         | 2                         |   |   |   |   |   | 5         |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |
| Muestra ↓                    |           |                           |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |
| M1                           | 0         | 0                         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| M2                           | 0         | 0                         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B.- Hongos y Levaduras (APD) |           |                           |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |
| Fecha                        | 25-sep-23 | 26-sep-23                 |   |   |   |   |   | 29-sep-23 |   |   |   |   |   | 02-oct-23 |   |   |   |   |   |
| Día→                         | 1         | 2                         |   |   |   |   |   | 5         |   |   |   |   |   | 7         |   |   |   |   |   |
| Muestra ↓                    |           |                           |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |
| M1                           | 0         | 0                         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| M2                           | 0         | 0                         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

M1: muestra de producto a granel M2: muestra de producto terminado

En el Cuadro 10 se muestran los resultados del promedio de los 20 participantes quienes utilizaron ambos productos durante un periodo de prueba de 7 días y a quienes

se les asignó un número indicando la presencia de cualquier daño en su piel con base en la NOM 039. En el mismo cuadro, los resultados de las pruebas de irritación indican que ambas formulaciones son seguras para uso humano ya que sus valores promedio obtenidos están por debajo de 1.5, valor que indica la norma como máximo para considerar a los productos cosméticos aptos para uso humano.

**Cuadro 10.** Prueba de irritabilidad por día de ambas formulaciones.

| Crema de noche |                      | Gel corporal   |                      |
|----------------|----------------------|----------------|----------------------|
| Promedio día 3 | 0.075                | Promedio día 3 | 0.025                |
| Promedio día 5 | 0.05                 | Promedio día 5 | 0                    |
| Promedio día 7 | 0.075                | Promedio día 7 | 0                    |
| Promedio final | 0.067                | Promedio final | 0.0083               |
| Interpretación | Apto para uso humano | Interpretación | Apto para uso humano |

En los Cuadros 11 y 12 se presentan los resultados de las pruebas de estabilidad acelerada para determinar la vida de anaquel de ambas formulaciones con base en la norma mexicana NOM-073-SSA1-2015. Los resultados de la prueba de estabilidad acelerada indican que ambas formulaciones son estables durante 2 años.

**Cuadro 11.** Prueba de estabilidad acelerada para el gel corporal.

| Monitoreo de los parámetros fisicoquímicos del gel corporal durante la prueba de estabilidades aceleradas. |          |       |      |             |          |       |      |             |          |       |      |             |
|--|----------|-------|------|-------------|----------|-------|------|-------------|----------|-------|------|-------------|
| Lote   | G2802231 |       |      |             | G0103232 |       |      |             | G0203233 |       |      |             |
| Prueba→<br>muestra ↓   | olor     | color | pH   | viscosidad* | olor     | color | pH   | viscosidad* | olor     | color | pH   | viscosidad* |
| 18/05/2023   | C        | Ca    | 6.50 | 70000       | C        | Ca    | 6.74 | 70020       | C        | Ca    | 6.70 | 70060       |
| 25/05/2023   | C        | Ca    | 6.51 | 70020       | C        | Ca    | 6.70 | 70000       | C        | Ca    | 6.70 | 70050       |
| 01/06/2023   | C        | Ca    | 6.52 | 70000       | C        | Ca    | 6.72 | 70030       | C        | Ca    | 6.72 | 70065       |
| 08/06/2023   | C        | Ca    | 6.50 | 70030       | C        | Ca    | 6.70 | 70000       | C        | Ca    | 6.71 | 70000       |
| 19/06/2023   | C        | Ca    | 6.50 | 70000       | C        | Ca    | 6.73 | 70010       | C        | Ca    | 6.72 | 70040       |
| 19/07/2023   | C        | Ca    | 6.53 | 70010       | C        | Ca    | 6.73 | 70000       | C        | Ca    | 6.74 | 70000       |
| 18/08/2023   | C        | Ca    | 6.50 | 70050       | C        | Ca    | 6.72 | 70020       | C        | Ca    | 6.70 | 70050       |
| C: característico Ca: café claro *Viscosímetro NDJ-9S aguja: 5 y 2.5 rpm                                   |          |       |      |             |          |       |      |             |          |       |      |             |

**Cuadro 12.** Prueba de estabilidad acelerada para la crema de rostro.

| Monitoreo de los parámetros fisicoquímicos de la crema de rostro durante la prueba de estabilidades aceleradas. |          |       |      |             |          |       |      |             |          |       |      |             |
|---|----------|-------|------|-------------|----------|-------|------|-------------|----------|-------|------|-------------|
| Lote  | C2802231 |       |      |             | C0103232 |       |      |             | C0203233 |       |      |             |
| Prueba→<br>muestra ↓  | olor     | color | pH   | viscosidad* | olor     | color | pH   | viscosidad* | olor     | color | pH   | viscosidad* |
| 18/05/2023  | C        | B     | 6.51 | 65000       | C        | B     | 6.53 | 65030       | C        | B     | 6.52 | 65010       |
| 25/05/2023  | C        | B     | 6.50 | 65010       | C        | B     | 6.53 | 65050       | C        | B     | 6.52 | 65010       |
| 01/06/2023  | C        | B     | 6.52 | 65000       | C        | B     | 6.52 | 65010       | C        | B     | 6.52 | 65025       |
| 08/06/2023  | C        | B     | 6.52 | 65030       | C        | B     | 6.50 | 65050       | C        | B     | 6.50 | 65000       |
| 19/06/2023  | C        | B     | 6.50 | 65050       | C        | B     | 6.53 | 65010       | C        | B     | 6.50 | 65030       |
| 19/07/2023  | C        | B     | 6.51 | 65010       | C        | B     | 6.52 | 65000       | C        | B     | 6.51 | 65000       |
| 18/08/2023  | C        | B     | 6.52 | 65050       | C        | B     | 6.52 | 65020       | C        | B     | 6.50 | 65020       |

C: característico B: blanco brillante \*Viscosímetro NDJ-9S aguja: 5 y 2.5 rpm

Tanto la vida útil de la crema de rostro  $\left(\frac{1}{5}[(40^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}) * 3 * 2]\right)$  como la del gel  $\left(\frac{1}{5}[(40^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}) * 3 * 2]\right)$  fueron de 24 meses, respectivamente. Este valor indica que los productos pueden ser utilizados con seguridad por 2 años a partir de su fecha de fabricación.

### 3.2. Aceptación de los productos y efectividad

En los Cuadros 13 y 14 se muestran los resultados de las pruebas hedónicas de la crema facial y el gel corporal obtenidos a partir del segundo cuestionario, aplicado un mes después de la utilización de los productos. Los resultados de las pruebas hedónicas de la crema facial indicaron que el 67% de las participantes habían utilizado cosméticos convencionales antes del estudio y que el 73% aplicó ambos productos correctamente. El 90% de los participantes notó una mejoría en la hidratación y suavidad, el 50% en la elasticidad, el 53% en la oleosidad y el 73% en el aspecto general con el uso de la crema de rostro. Los resultados de las pruebas hedónicas del gel corporal indicaron que el 90% de los participantes notaron mejoría en oleosidad, el

67% en hidratación, el 73% en elasticidad, el 50% en suavidad y el 53% en la apariencia general.

Entre los participantes que han utilizado anteriormente productos cosméticos convencionales (67%), el 85% manifestó su preferencia por los cosméticos naturales, mientras que el 93% de los participantes manifestaron su disposición a incorporar productos cosméticos naturales a su rutina de cuidado personal.

**Cuadro 13.** Percepción de la crema de rostro y su comparación con cosméticos convencionales.

| Crema de Rostro                               | Personas |              |             |     |
|---|----------|--------------|-------------|-----|
|   | Número   |              | Porcentajes |     |
|   | Si       | No           | Si          | No  |
| Uso de cosméticos                             | 40       | 20           | 67%         | 33% |
| Uso correcto del producto                     | 44       | 16           | 73%         | 27% |
| Mejoría en la hidratación                     | 54       | 6            | 90%         | 10% |
| Mejoría en la elasticidad                     | 30       | 30           | 50%         | 50% |
| Mejoría en la oleosidad                       | 32       | 28           | 53%         | 47% |
| Mejoría en la suavidad                        | 54       | 6            | 90%         | 10% |
| Mejoría en la apariencia                      | 46       | 14           | 77%         | 23% |
| Clientes potenciales                          | 56       | 4            | 93%         | 7%  |
|   | Natural  | Convencional |             |     |
| Elección de cosmética natural vs convencional | 54       | 6            | 90%         | 10% |

**Cuadro 14.** Percepción del gel corporal y su comparación con cosméticos convencionales.

| Gel Corporal       | Personas |    |             |     |
|--------------------|----------|----|-------------|-----|
|                    | Número   |    | Porcentajes |     |
|                    | Si       | No | Si          | No  |
| Usos de cosméticos | 40       | 20 | 67%         | 33% |

|   |    |    |                |                     |
|---|----|----|----------------|---------------------|
| Uso correcto del producto                     | 44 | 16 | 73%            | 27%                 |
| Mejoría en la hidratación                     | 40 | 20 | 67%            | 33%                 |
| Mejoría en la elasticidad                     | 44 | 16 | 73%            | 27%                 |
| Mejoría en la oleosidad                       | 54 | 6  | 90%            | 10%                 |
| Mejoría en la suavidad                        | 30 | 30 | 50%            | 50%                 |
| Mejoría en la apariencia                      | 32 | 28 | 53%            | 47%                 |
| Clientes potenciales                          | 56 | 4  | 93%            | 7%                  |
|   |    |    | <b>Natural</b> | <b>Convencional</b> |
| Elección de cosmética natural vs convencional | 54 | 6  | 90%            | 10%                 |

### 3.3. Análisis estadístico de las características dermatológicas y construcción del modelo de árboles aleatorios

#### 3.3.1. Comparación de medias de características dermatológicas

En el Cuadro 15 se muestran los resultados del análisis estadístico de las mediciones efectuadas a los participantes, evaluando las características de la piel en términos de hidratación, elasticidad y porcentaje de aceite. Los resultados indicaron que ambos productos exhiben un efecto significativo en estos tres aspectos, y este efecto se mantiene a lo largo del tiempo, es decir, no se trata de un "efecto cenicienta" que solo se manifiesta durante el uso del producto. En particular, el gel presenta el denominado "efecto cenicienta" únicamente en la característica de elasticidad. En este sentido, al comparar este parámetro antes de la primera aplicación del gel y después de un mes de su uso, pero antes de su última aplicación, no se observaron diferencias

estadísticamente significativas ( $p\text{-valor} \leq 0.05$ ) según las pruebas  $t$  para muestras emparejadas y las pruebas de rangos con signo de Wilcoxon.

**Cuadro 15.** Valores obtenidos del análisis de rangos de Wilcoxon para los contrastes de los diferentes parámetros de la piel.

| Contraste  | Mano              |                 |                   |                 | Rostro            |                 |
|--|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
|  | Izquierda         |                 | Derecha           |                 | r/d               | Interpretación  |
|  | r/d               | Interpretación  | r/d               | Interpretación  |                   |                 |
| Hidratación<br>(con vs sin producto)               | 0.62 <sup>W</sup> | Efecto grande   | 0.72 <sup>W</sup> | Efecto grande   | 0.58 <sup>W</sup> | Efecto grande   |
| Hidratación al mes de uso<br>(con vs sin producto) | 0.80 <sup>W</sup> | Efecto grande   | 0.69 <sup>W</sup> | Efecto grande   | 0.80 <sup>W</sup> | Efecto grande   |
| Hidratación<br>(sin vs sin producto al mes de uso) | 0.53 <sup>W</sup> | Efecto grande   | 0.75 <sup>W</sup> | Efecto grande   | 0.56 <sup>W</sup> | Efecto grande   |
| % aceite<br>(con vs sin producto)                  | 0.23 <sup>W</sup> | Efecto reducido | 0.15 <sup>W</sup> | Efecto reducido | 0.25 <sup>W</sup> | Efecto reducido |
| % aceite al mes de uso<br>(con vs sin producto)    | 0.35 <sup>W</sup> | Efecto moderado | 0.47 <sup>W</sup> | Efecto moderado | 0.37 <sup>W</sup> | Efecto moderado |
| % aceite<br>(sin vs sin producto al mes de uso)    | 0.45 <sup>W</sup> | Efecto moderado | 0.36 <sup>W</sup> | Efecto moderado | 0.32 <sup>t</sup> | Efecto reducido |
| Elasticidad<br>(con vs sin producto)               | 0.65 <sup>W</sup> | Efecto grande   | 0.63 <sup>W</sup> | Efecto grande   | 0.59 <sup>W</sup> | Efecto grande   |
| Elasticidad al mes de uso<br>(con vs sin producto) | 0.73 <sup>W</sup> | Efecto grande   | 0.63 <sup>W</sup> | Efecto grande   | 0.83 <sup>W</sup> | Efecto grande   |
| Elasticidad<br>(sin vs sin producto al mes de uso) | 0.04 <sup>W</sup> | Sin efecto      | 0.25 <sup>W</sup> | Efecto reducido | 0.67 <sup>W</sup> | Efecto grande   |

W= Wilcoxon, t= t de Student

### 3.3.2. Determinación de las características dermatológicas principales

El número de árboles,  $n_{tree}$ , y el número de variables analizadas en cada división,  $m_{try}$ , se determinaron mediante el método exhaustivo. Se consideraron 500 árboles ( $n_{tree}$ ) y 3 variables para cada nodo ( $m_{try}$ ), calculados mediante la raíz cuadrada del número total de variables predictoras ( $\sqrt{12 \text{ variables}} = 3.46 \approx 3$ ). Para mejorar el poder predictivo, los parámetros  $M_{try}$  y  $n_{tree}$  del modelo RF se optimizaron. El funcionamiento del modelo se evaluó con el 70% de los datos de campo ( $n = 70$ ). La tasa de error OOB de los modelos de percepción del producto en crema y en gel fue del 11.9%, respectivamente. Para obtener la tasa de error mínima, se asignó el número de variables,  $m_{try}$ , de 1 a 4 en el modelo RF por defecto. Fijando el valor de  $m_{try}$ ,  $n_{tree}$  fue recorrido de nuevo. Se probaron cuatro niveles de  $n_{tree}$  (100, 200, 500 y 1000) y cuatro niveles de  $m_{try}$  (1 a 4). Para obtener resultados estables,  $n_{tree}$  se fijó en 1000 (Breiman, 2001; Guo et al., 2016). La tasa de error de RF para la crema y el gel fue del 11.9%, respectivamente, con  $m_{try} = 1$  y  $n_{tree} = 500$ .

**Evaluación de la precisión.** El 93% de las clases de percepción de los productos tanto en crema como en gel se clasificaron adecuadamente con los datos de entrenamiento, y el 83% con los datos de validación, con el menor OOB del 11.9% y el menor número de árboles de clasificación de 500. En los Cuadros 16 y 17 se muestran las matrices de confusión del modelo final para el conjunto de entrenamiento y validación. Los datos de entrenamiento muestran que el 93%, el 100% y el 0% del total de encuestados calificaron correctamente el producto en crema como bueno, regular o malo, mientras que los datos de validación muestran que el 83%, el 0% y el 0% del total de encuestados calificaron correctamente el producto en crema como bueno, regular o malo. Basándose en los datos de entrenamiento, el 95%, el 100% y el 0% del total de encuestados calificaron correctamente el producto crema como bueno, regular o malo, mientras que el 83%, el 0% y el 0% del total de encuestados calificaron correctamente el producto de nata como bueno, regular o malo.

**Cuadro 16.** Rendimiento y validación cruzada del modelo final. Nota: la matriz del conjunto de datos de validación se interpreta en sentido vertical.

| Base de datos de entrenamiento | Bueno | Regular | Malo |
|--------------------------------|-------|---------|------|
| Bueno                          | 37    | 2       | 0    |
| Regular                        | 0     | 3       | 0    |
| Malo                           | 0     | 0       | 0    |

| Base de datos de validación | Bueno | Regular | Malo |
|-----------------------------|-------|---------|------|
| Bueno                       | 15    | 3       | 0    |
| Regular                     | 0     | 0       | 0    |
| Malo                        | 0     | 0       | 0    |

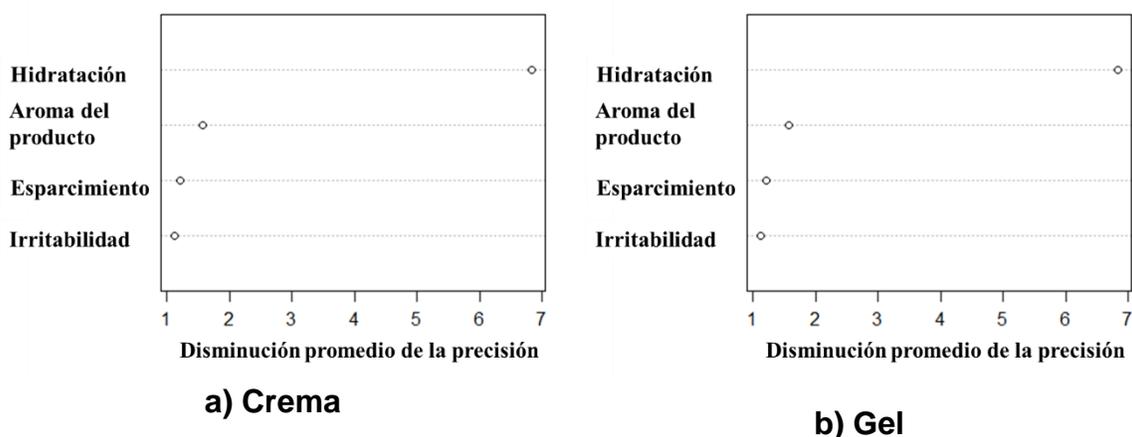
**Cuadro 17.** Rendimiento y validación cruzada del modelo final. Nota: la matriz del conjunto de datos de validación se interpreta en sentido vertical.

| Base de datos de entrenamiento | Bueno | Regular | Malo |
|--------------------------------|-------|---------|------|
| Bueno                          | 37    | 3       | 0    |
| Regular                        | 0     | 2       | 0    |

|                                    |              |                |             |
|------------------------------------|--------------|----------------|-------------|
| Malo                               | 0            | 0              | 0           |
| <b>Base de datos de validación</b> | <b>Bueno</b> | <b>Regular</b> | <b>Malo</b> |
| <b>Bueno</b>                       | 15           | 3              | 0           |
| <b>Regular</b>                     | 0            | 0              | 0           |
| <b>Malo</b>                        | 0            | 0              | 0           |

**Identificación de variables significativas.**

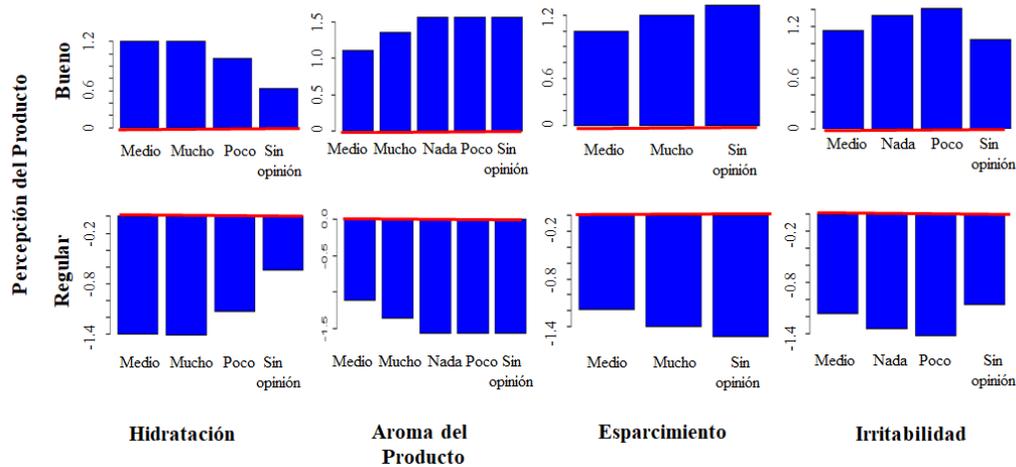
En la Figura 5 se muestra la disminución media de la precisión de las cuatro variables predictoras más importantes según el principio del mínimo error OOB. De acuerdo con la disminución media de la precisión, la hidratación fue la variable más importante dentro del modelo de producto en crema. Esta variable es la que más influye en la precisión del modelo, seguida del aroma del producto, el esparcimiento y la irritabilidad este comportamiento se observa de igual manera en el gel corporal.



**Figura 5.** Valor de la disminución promedio de la precisión de los 4 descriptores más importantes del modelo final de la percepción de los productos.

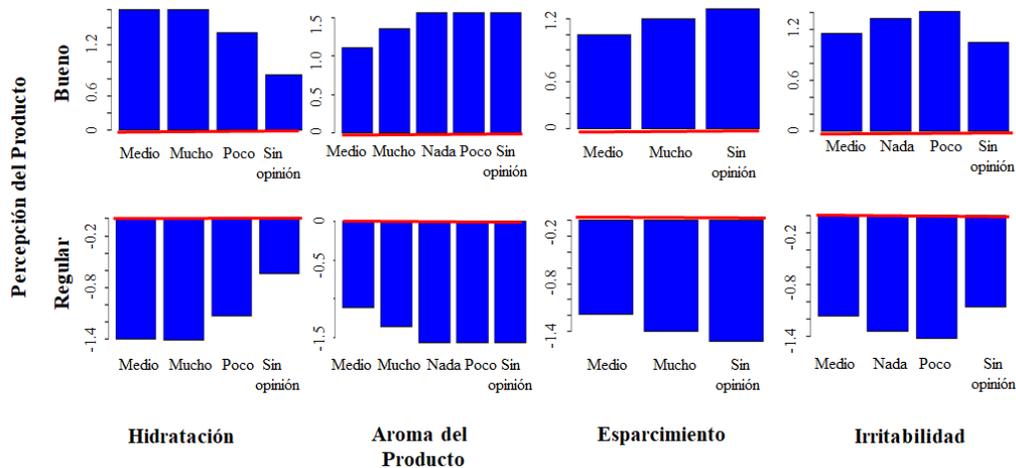
**Diagrama de dependencia parcial (PDP).** Con el modelo de Bosques Aleatorios (RF), se analizaron las dependencias parciales con respecto a la percepción de la crema facial, considerando las variables evaluadas por los participantes del estudio: hidratación, aroma del producto, facilidad de esparcimiento e irritabilidad. De acuerdo con la Figura 6, la crema fue categorizada como "regular" cuando los participantes percibieron una hidratación ligera, manifestaron un gusto moderado por el aroma del producto, encontraron que el producto se esparce de manera moderada y

experimentaron una irritación moderada. La crema fue categorizada como "buena" cuando los participantes percibieron una hidratación de moderada a alta y una intensidad de aroma del producto nula o baja, y manifestaron una esparcibilidad del producto media o alta y una irritabilidad nula o baja.



**Figura 6.** Gráfica de dependencia parcial para el modelo explicativo de la percepción de la crema de rostro formulada con aceite esencial de resina de copal con categoría “Bueno”, “Regular” y “Mala” en función de la Hidratación, Aroma del producto, Esparcimiento e Irritación.

De acuerdo con la Figura 7, el gel corporal fue categorizado como "regular" cuando los participantes percibieron una hidratación ligera, manifestaron un gusto moderado por el aroma del producto, encontraron que el producto se esparce de manera moderada y experimentaron una irritación moderada. El gel corporal fue categorizado como "bueno" cuando los participantes percibieron una hidratación media o alta y una intensidad de aroma del producto nula o baja, y manifestaron una esparcibilidad media o alta y una irritabilidad nula o baja.



**Figura 7.** Gráfica de dependencia parcial para el modelo explicativo de la percepción del gel corporal formulado con aceite esencial de resina de copal con categoría “Bueno”, “Regular” y “Mala” en función de la Hidratación, Aroma del producto, Esparcimiento e Irritación.

## 4. Discusión

### 4.1. Elaboración de protocolos y análisis fisicoquímicos de los productos

La aplicación de los protocolos de elaboración tanto de la crema como del gel se ajustó a la normativa vigente sobre productos cosméticos, que establece normas de calidad y seguridad para la producción de cosméticos y es esencial para garantizar la protección de los consumidores (Pochet, 2007). En cuanto a los certificados de calidad, tanto la crema como el gel permanecieron dentro de rangos aceptables (parámetros fisicoquímicos), y sus valores fueron similares entre lotes, indicando que los protocolos de elaboración también garantizan la homogeneidad en la producción, reduciendo la variabilidad entre lotes y asegurando una calidad uniforme de los productos (Sarma et al., 2017), lo que conlleva a que las características y la calidad del producto sean reproducibles a lo largo del tiempo y entre lotes, reduciendo los errores durante el procesado y minimizando las variaciones imprevistas (Pauwels & Rogiers, 2004; Sarma et al., 2017).

#### 4.1.1. Pruebas microbiológicas, de irritabilidad y estabilidades aceleradas

Las pruebas microbiológicas mostraron que tanto la crema como el gel estuvieron por debajo de los límites permitidos para estos microorganismos, indicando que su

elaboración siguió estrictamente los protocolos y recomendaciones de limpieza establecidos. Esto certifica que los productos han sido elaborados de acuerdo con los más altos estándares de calidad y seguridad establecidos por la industria y han sido sometidos a procesos de elaboración que garantizan su inocuidad y seguridad para el uso del consumidor (Almeida et al., 2017; Filaire et al., 2022; Pauwels & Rogiers, 2004). Su relevancia radica principalmente en la prevención de infecciones o irritaciones de la piel (Jairoun et al., 2022). Los resultados de las pruebas de irritabilidad arrojaron que el gel y la crema son seguros o aptos para el uso humano, lo que refuerza la confianza del consumidor en el uso del producto y demuestra su idoneidad para el uso en el cuidado personal diario (Almeida et al., 2017; Filaire et al., 2022; Ross, 2006). Las pruebas de estabilidad acelerada demostraron que tanto la crema como el gel tienen una vida útil de 24 meses, garantizando así que los consumidores puedan utilizar los productos con toda su seguridad. En la industria cosmética, la estimación precisa de la fecha de caducidad es crucial para la satisfacción y confianza de los clientes, ya que respalda la integridad del producto (Katz et al., 2022; Sarma et al., 2017).

#### **4.2. Aceptación de los productos y efectividad**

La diferencia en la hidratación de la piel después de haber aplicado tanto la crema de rostro como el gel corporal fue estadísticamente significativa ( $p$ -valor $<0.05$ ) así como la diferencia en la hidratación de la piel después de haber aplicado durante un mes tanto la crema de rostro como el gel corporal fue estadísticamente significativa ( $p$ -valor $<0.05$ ). La mayoría de los participantes, es decir más del 60%, afirmaron haber mejorado la hidratación de la piel al mes de utilizar el producto, lo cual se atribuye a las formulaciones que incorporan el uso de ingredientes naturales (Mosquera, 2015), destacando el aceite esencial de copal. Herman & Herman (2015) afirman que la composición del aceite esencial de copal potencia la eficacia de otros ingredientes en las formulaciones, además de que es altamente compatible con los queratinocitos humanos y tiene propiedades hidratantes y antiinflamatorias (Espinoza et al., 2022).

El extracto de pepino (Mukherjee et al., 2013), el extracto de jalea real (Spanidi et al., 2022; Uthaibutra et al., 2023) y el extracto de árnica (da Silva Prade et al., 2020;

Sherban et al., 2021) también han demostrado un efecto hidratante, lo que sugiere la posibilidad de un efecto sinérgico, resultando en un aumento del 9% en la hidratación observada entre los participantes del estudio debido al gel corporal. La crema facial aumentó la hidratación observada en un 10% porque el aceite esencial de copal facilita la penetración de los componentes presentes en el aceite de arroz y el aceite de rosa mosqueta, los cuales han demostrado mejorar el aspecto de la piel y contribuir a la hidratación (Miyasaka et al., 2022; Mohebitabar et al., 2017; Rigo et al., 2015).

La elasticidad de la piel mejoró debido a la presencia de aceite esencial de copal en ambos productos, que contiene compuestos bioactivos capaces de eliminar los radicales libres, que causan daños celulares y reducen la elasticidad de la piel (Gallo, 2017; Michalak, 2022). Las propiedades antiinflamatorias del aceite de copal (Espinoza et al., 2022) también contribuyeron a la reducción de la tensión asociada con procesos inflamatorios. En comparación con el gel, la crema demostró un mayor impacto sobre la elasticidad, debido a las diferencias en la composición de las formulaciones. El gel incorpora extractos de pepino, árnica y jalea real, que han demostrado ser beneficiosos para las características de la piel (Mukherjee et al., 2013; Sherban et al., 2021; Uthaibutra et al., 2023); y la crema facial contiene aceite de arroz y rosa mosqueta, que han demostrado mejoras específicas en la elasticidad de la piel (Miyasaka et al., 2022; Mohebitabar et al., 2017; Rigo et al., 2015). Sin embargo, el 73% de los participantes en el estudio informaron mejoras en la elasticidad con el gel corporal, frente a sólo el 50% con la crema.

El porcentaje de aceite en la piel, conocido como sebo, denota la cantidad de grasa natural producida por la piel, esencial para su hidratación y protección (Grice & Segre, 2011). Tanto el gel como la crema redujeron la producción de sebo en un 2%, lo que podría atribuirse a la capacidad de ambos productos para reducir la alteración de la barrera cutánea, la inflamación y los radicales libres (Araviiskaia et al., 2019). El 90% de los participantes observaron una mejora en este aspecto con el gel, mientras que el 53% experimentó una mejora con la crema. Esto puede atribuirse a la formulación, ya que la crema contiene aceites grasos, que dejan una sensación grasa tras su uso, a diferencia del gel, que no contiene ningún ingrediente que provoque esta sensación.

Sin embargo, para los productos formulados no se previó ninguna modificación significativa en esta característica de la piel ya que el extracto de pepino es el único componente reconocido como seboregulador (Mukherjee et al., 2013).

#### **4.2.1 determinación de las variables más relevantes para la aceptación de los productos**

Dentro del modelo, la hidratación, el aroma, el esparcimiento y la irritación fueron las cuatro variables clave que determinaron si un producto era considerado "bueno", "regular" o "malo". La variable más importante que influyó en los diferentes niveles de aceptación tanto en la crema como en el gel fue la "hidratación". Verdier & Bonté, (2007) señalan que la hidratación de la piel es esencial para mantener su función protectora, prevenir las dolencias cutáneas, mejorar su aspecto y proporcionar una sensación de bienestar. Las valoraciones positivas se asocian a una hidratación de moderada a alta, mientras que las valoraciones bajas se asocian a una hidratación escasa o regular. La segunda variable más importante fue el aroma del producto, que es un aspecto fundamental en la industria cosmética, ya que el olor puede mejorar la percepción general de un producto. Lanziano & Mora (2013) y Vaughn et al (2018) señalan que un aroma agradable puede mejorar la percepción del producto por parte del consumidor haciéndolo más atractivo y agradable de usar. El aroma que desprende el aceite esencial de copal debe ser moderado o bajo para considerar que ambos productos son de buena calidad.

La tercera variable más importante fue el esparcimiento. De acuerdo con Batres, Porcheron, et al (2019), los productos con esparcimiento suave y uniforme facilitan su aplicación y minimizan la sensación de pesadez o pegajosidad. Un esparcimiento uniforme y fluido contribuye a mejorar la experiencia del usuario, lo que a su vez contribuye a una percepción positiva de los productos. Por último, la cuarta variable más importante fue la irritabilidad, variable crítica que incide directamente en la seguridad y la aceptación de los consumidores. Los productos que causan irritación pueden provocar reacciones adversas en la piel, los ojos u otras zonas del cuerpo, comprometiendo la salud y el bienestar del usuario (Filaire et al., 2022; Pauwels & Rogiers, 2004). Las cuatro variables están intrínsecamente relacionadas, ya que un

mal esparcimiento impide que los componentes del gel y la crema entren efectivamente en contacto con la piel, comprometiendo así su capacidad para potenciar la hidratación. La correcta distribución del producto es crucial, ya que evita concentraciones excesivas de los componentes en una misma zona, lo que interferiría en la hidratación y además podría provocar irritaciones. La aplicación adecuada también contribuye a la liberación equilibrada del aroma del producto (Batres, Kramer, et al., 2019; Sarma et al., 2017).

## 5. Conclusiones

La creación de protocolos para la fabricación de productos cosméticos permitió producir lotes uniformes que cumplen con la normativa vigente y los estándares de calidad establecidos. Las pruebas microbiológicas, de irritabilidad y de estabilidad acelerada realizadas demuestran la seguridad de los productos para ser utilizados por humanos. Las características organolépticas tanto de la crema facial como del gel corporal influyeron significativamente en su aceptación por parte del consumidor, así como en su calidad y fiabilidad. La hidratación, el aroma, el esparcimiento y la irritabilidad fueron los cuatro elementos que más influyeron en la aceptación de ambos productos cosméticos, lo que sirve para mejorar las fórmulas y crear nuevos productos con una mejor aceptación. El aceite esencial obtenido de la resina de copal es una materia prima ideal para la elaboración de productos cosméticos. El uso de productos forestales no maderables, como la resina de copal, presentan una oportunidad no sólo para diversificar el uso de estos recursos, sino también para promover prácticas sostenibles, contribuir a la preservación de los ecosistemas forestales y fomentar la generación de ingresos sostenibles para las comunidades.

## 6. Referencias bibliográficas

Alcalde, M. T. (2008). Cosmética natural y ecológica. Regulación y clasific. *Offarm*, 27(9), 96–104. <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-cosmetica-natural-ecologica-regulacion-clasific-13127388>

- Almeida, A., Sarmiento, B., & Rodrigues, F. (2017). Insights on in vitro models for safety and toxicity assessment of cosmetic ingredients. *International Journal of Pharmaceutics*, 519(1–2), 178–185. <https://doi.org/10.1016/J.IJPHARM.2017.01.024>
- Anievas, A. L. (2019). *Impacto del certificado ecológico en la cosmética española*. <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/27781>
- Araviiskaia, E., Berardesca, E., Bieber, T., Gontijo, G., Sanchez Viera, M., Marrot, L., Chuberre, B., & Dreno, B. (2019). The impact of airborne pollution on skin. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 33(8), 1496–1505. <https://doi.org/10.1111/jdv.15583>
- Armijo, C., Vicuña, E., Romero y Otiniano, P., Condorhuamán, C., & Hilario, B. (2012). Modelamiento y simulación del proceso de extracción de aceites esenciales mediante la destilación por arrastre con vapor. *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química*, 15(2), 19–27. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/4967>
- Arpaci, A., Malowerschnig, B., Sass, O., & Vacik, H. (2014). Using multi variate data mining techniques for estimating fire susceptibility of Tyrolean forests. *Applied Geography*, 53, 258–270. <https://doi.org/10.1016/J.APGEOG.2014.05.015>
- Aziz, Z. A. A., Ahmad, A., Setapar, S. H. M., Karakucuk, A., Azim, M. M., Lokhat, D., Rafatullah, Mohd., Ganash, M., Kamal, M. A., & Ashraf, G. M. (2018). Essential Oils: Extraction Techniques, Pharmaceutical and Therapeutic Potential - A Review. *Current Drug Metabolism*, 19(13), 1100–1110. <https://doi.org/10.2174/1389200219666180723144850>
- Batres, C., Kramer, S. S., DeAngelis, C. G., & Russell, R. (2019). Examining the 'cosmetics placebo effect.' *PLoS ONE*, 14(1). <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0210238>
- Batres, C., Porcheron, A., Latreille, J., Roche, M., Morizot, F., & Russell, R. (2019). Cosmetics increase skin evenness: Evidence from perceptual and physical measures. *Skin Research and Technology*, 25(5), 672–676. <https://doi.org/10.1111/SRT.12700>

- Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine Learning*, 45(1), 5–32. <https://doi.org/10.1023/A:1010933404324/METRICS>
- Breiman, L., Friedman, J. H., Olshen, R. A., & Stone, C. J. (2017). Classification and regression trees. In *Classification and Regression Trees*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315139470/CLASSIFICATION-REGRESSION-TREES-LEO-BREIMAN>
- Cedeño, A., Moreira, C., Muñoz, J., Muñoz, A., Pillasaguay, S., & Riera, M. A. (2019). Comparación de métodos de destilación para la obtención de aceite esencial de eucalipto. *Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios*, 6(1), 1–13. <https://doi.org/10.48204/NH>
- Chu, S. C., & Lin, J. S. (2013). Consumers' Perception of Corporate Social Responsibility in the United States and China: A Study of Female Cosmetics Consumers. *International Journal of Strategic Communication*, 7(1), 43–64. <https://doi.org/10.1080/1553118X.2012.711401>
- Cutler, D. R., Edwards, T. C., Beard, K. H., Cutler, A., Hess, K. T., Gibson, J., & Lawler, J. J. (2007). Random forests for classification in ecology. *Ecology*, 88(11), 2783–2792. <https://doi.org/10.1890/07-0539.1>
- da Silva Prade, J., Bálsamo, E. C., Machado, F. R., Poetini, M. R., Bortolotto, V. C., Araújo, S. M., Londero, L., Boeira, S. P., Sehn, C. P., de Gomes, M. G., Prigol, M., & Cattelan Souza, L. (2020). Anti-inflammatory effect of Arnica montana in a UVB radiation-induced skin-burn model in mice. *Cutaneous and Ocular Toxicology*, 39(2), 126–133. <https://doi.org/10.1080/15569527.2020.1743998>
- Espinosa, O. D., Montañó, A. G., & Becerril, C. F. (2008). *Uso y manejo de los copales aromáticos: resinas y aceites*. <https://conacyt.mx/pronaces/>
- Espinoza, L. C., Valarezo, E., Fábrega, M. J., Rodríguez-Lagunas, M. J., Sosa, L., Calpena, A. C., & Mallandrich, M. (2022). Characterization and In Vivo Anti-Inflammatory Efficacy of Copal (*Dacryodes peruviana* (Loes.) H.J. Lam) Essential Oil. *Plants (Basel, Switzerland)*, 11(22). <https://doi.org/10.3390/PLANTS11223104>

- Estrella, R. M. E. (2021). *Elaboración de un jabón líquido a base de saponinas de quinua (Chenopodium quinoa willd)*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/14758>
- Filaire, E., Nachat-Kappes, R., Laporte, C., Harmand, M. F., Simon, M., & Poinso, C. (2022). Alternative in vitro models used in the main safety tests of cosmetic products and new challenges. *International Journal of Cosmetic Science*, *44*(6), 604–613. <https://doi.org/10.1111/ICS.12803>
- Friedman, J. H. (2001). Greedy function approximation: A gradient boosting machine. <https://doi.org/10.1214/AOS/1013203451>, *29*(5), 1189–1232. <https://doi.org/10.1214/AOS/1013203451>
- Gallo, R. L. (2017). Human Skin Is the Largest Epithelial Surface for Interaction with Microbes. *Journal of Investigative Dermatology*, *137*(6), 1213–1214. <https://doi.org/10.1016/j.jid.2016.11.045>
- García-Núñez, R. M., Buendía-Espinoza, J. C., del Carmen Arrazate-Jiménez, S., & del Carmen Martínez-Ochoa, E. (2023). Effects of copal resin extraction on the diversity and composition of species in tropical deciduous forests. *Scientific Reports 2023 13:1*, *13*(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-31423-z>
- Grice, E. A., & Segre, J. A. (2011). The skin microbiome. *Nature Reviews Microbiology*, *9*(4), 244–253. <https://doi.org/10.1038/nrmicro2537>
- Guo, F., Wang, G., Su, Z., Liang, H., Wang, W., Lin, F., & Liu, A. (2016). What drives forest fire in Fujian, China? Evidence from logistic regression and Random Forests. *International Journal of Wildland Fire*, *25*(5), 505–519. <https://doi.org/10.1071/WF15121>
- Gutiérrez, G. R. I. (2016). *Extracción del aceite de copal y su aplicación en productos cosméticos*. <http://tesis.ipn.mx:8080/xmlui/handle/123456789/16950>
- Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2009). *The Elements of Statistical Learning*. Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-84858-7>

- Herman, A., & Herman, A. P. (2015). Essential oils and their constituents as skin penetration enhancer for transdermal drug delivery: a review. *The Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 67(4), 473–485. <https://doi.org/10.1111/JPHP.12334>
- Hunt, K. A., Fate, J., & Dodds, B. (2011). Cultural And Social Influences On The Perception Of Beauty: A Case Analysis Of The Cosmetics Industry. *Journal of Business Case Studies (JBCS)*, 7(1). <https://doi.org/10.19030/JBCS.V7I1.1577>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017). *Anuario estadístico y geográfico de Puebla 2017*. [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)
- Jaafari, A., Gholami, D. M., & Zenner, E. K. (2017). A Bayesian modeling of wildfire probability in the Zagros Mountains, Iran. *Ecological Informatics*, 39, 32–44. <https://doi.org/10.1016/J.ECOINF.2017.03.003>
- Jairoun, A. A., Al-Hemyari, S. S., Shahwan, M., El-Dahiyat, F., Bisgwa, J., Jamshed, S., & Shourrab, H. Y. (2022). Development and Delphi validation of instrument for the preparation of a GMP audit of a cosmetic contract manufacturer in the UAE. *Scientific Reports*, 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-14457-7>
- Katz, L. M., Lewis, K. M., Spence, S., & Sadrieh, N. (2022). Regulation of Cosmetics in the United States. *Dermatologic Clinics*, 40(3), 307–318. <https://doi.org/10.1016/j.det.2022.02.006>
- Kuhn, M. (2008). Building Predictive Models in R Using the caret Package. *Journal of Statistical Software*, 28(5), 1–26. <https://doi.org/10.18637/JSS.V028.I05>
- Lanziano, A. P. A., & Mora, H. C. E. (2013). Efecto de las fragancias en el desempeño sensorial de productos cosméticos tipo champú. *Rev. Colomb. Ciencias Quim. Farm*, 260–283. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-74182013000200007](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74182013000200007)
- Lee, J., & Kwon, K. H. (2022). The significant value of sustainable cosmetics fragrance in the spotlight after COVID-19. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 21(12), 6540–6548. <https://doi.org/10.1111/JOCD.15166>

- Liaw, A., & Wiener, M. (2002). *Classification and regression by random forest*. <https://cran.r-project.org/doc/Rnews/>
- Linares, E., & Bye, R. (2008). El copal en México. *Biodiversitas*.
- Marie, C., Cabut, S., Vendittelli, F., & Sauviant-Rochat, M. P. (2016). Changes in Cosmetics Use during Pregnancy and Risk Perception by Women. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(4). <https://doi.org/10.3390/IJERPH13040383>
- Melo, A., & Moncada, P. (2016). *Propuesta documental para la ejecución de pruebas de calidad con miras a establecer estabilidad cosmética* [universidad de ciencias aplicadas y ambientales]. <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/492>
- Michalak, M. (2022). Plant-Derived Antioxidants: Significance in Skin Health and the Ageing Process. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(2). <https://doi.org/10.3390/IJMS23020585>
- Miyasaka, K., Manse, Y., Yoneda, A., Takeda, S., Shimizu, N., Yamada, W., Morikawa, T., & Shimoda, H. (2022). Anti-melanogenic effects of glucosylceramides and elasticamide derived from rice oil by-products in melanoma cells, melanocytes, and human skin. *Journal of Food Biochemistry*, 46(10). <https://doi.org/10.1111/jfbc.14353>
- Mohebitabar, S., Shirazi, M., Bioos, S., Rahimi, R., Malekshahi, F., & Nejabatkhsh, F. (2017). Therapeutic efficacy of rose oil: A comprehensive review of clinical evidence. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, 7(3), 206. [/pmc/articles/PMC5511972/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3511972/)
- Mosquera Tayupanta, T. (2015). *La investigación en la cosmética natural*. 106. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19015>
- Mukherjee, P. K., Nema, N. K., Maity, N., & Sarkar, B. K. (2013). Phytochemical and therapeutic potential of cucumber. *Fitoterapia*, 84(1), 227–236. <https://doi.org/10.1016/J.FITOTE.2012.10.003>
- Padilla, C. E., Flores, V. M., García, F. J., Urzúa, E. E., Lugo, C. E., & Carvajal, Z. G. (2018). Cosméticos y Cosmecéuticos en México. *Salud Jalisco*, 2(2), 89–95.

- Pauwels, M., & Rogiers, V. (2004). Safety evaluation of cosmetics in the EU: Reality and challenges for the toxicologist. *Toxicology Letters*, 151(1), 7–17. <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2004.01.026>
- Pennington, T. D., & Sarukhán, j. (2005). *Arboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies* (3a ed.). Fondo de Cultura Económica. <http://www.libros.unam.mx/arboles-tropicales-de-mexico-manual-para-la-identificacion-de-las-principales-especies-9789703216437-libro.html>
- Pochet, A. (2007). News on cosmetic product regulation. *Annales de Dermatologie et de Venereologie*, 134(3 C2). [https://doi.org/10.1016/s0151-9638\(07\)91246-6](https://doi.org/10.1016/s0151-9638(07)91246-6)
- Purata, S. E., & León, M. C. (2005). *resina de copal* (pp. 86–91).
- R Core Team. (2016). R: A language and environment for statistical computing. *R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria*. <https://www.r-project.org/>
- Rigo, L. A., Da Silva, C. R., De Oliveira, S. M., Cabreira, T. N., De Bona Da Silva, C., Ferreira, J., & Beck, R. C. R. (2015). Nanoencapsulation of rice bran oil increases its protective effects against UVB radiation-induced skin injury in mice. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 93, 11–17. <https://doi.org/10.1016/j.ejpb.2015.03.020>
- Ross, G. (2006). A perspective on the safety of cosmetic products: a position paper of the American Council on Science and Health. *International Journal of Toxicology*, 25(4), 269–277. <https://doi.org/10.1080/10915810600746049>
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*.
- Sarma, P., Kumar, H., & Medhi, B. (2017). Cosmetovigilance in India: Need of the day. *Indian Journal of Pharmacology*, 49(5), 341–343. [https://doi.org/10.4103/IJP.IJP\\_45\\_18](https://doi.org/10.4103/IJP.IJP_45_18)
- Schmidt, A., Niemeyer, J., Rottensteiner, F., & Soergel, U. (2014). Contextual classification of full waveform lidar data in the wadden sea. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 11(9), 1614–1618. <https://doi.org/10.1109/LGRS.2014.2302317>

Norma Oficial Mexicana NOM-039-SSA I-1993, Productos de perfumería y belleza. Determinación de los índices de irritación ocular, primaria dérmica y sensibilización., (1994).

[https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4698349&fecha=25/05/1994#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4698349&fecha=25/05/1994#gsc.tab=0)

Norma Oficial Mexicana NOM-089-SSA 1-1994, Bienes y servicios. Métodos para la determinación del contenido microbiano en productos de belleza., (1994).

[https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4724717&fecha=04/08/1994#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4724717&fecha=04/08/1994#gsc.tab=0)

NORMA Oficial Mexicana NOM-073-SSA1-2015, Estabilidad de fármacos y medicamentos, así como de remedios herbolarios., (2016).

[https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5440183&fecha=07/06/2016#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5440183&fecha=07/06/2016#gsc.tab=0)

NORMA Oficial Mexicana NOM-259-SSA1-2022, Productos y servicios. Buenas prácticas de fabricación en productos cosméticos., (2022).

[https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5657034&fecha=05/07/2022#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5657034&fecha=05/07/2022#gsc.tab=0)

Severiano, P. P. (2019). ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial? *Inter Disciplina*, 7(19), 47–68. <https://doi.org/10.22201/CEIICH.24485705E.2019.19.70287>

Sherban, A., Wang, J. V., & Geronemus, R. G. (2021). Growing role for arnica in cosmetic dermatology: Lose the bruise. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 20(7), 2062–2068. <https://doi.org/10.1111/jocd.14191>

Spanidi, E., Athanasopoulou, S., Liakopoulou, A., Chaidou, A., Hatziantoniou, S., & Gardikis, K. (2022). Royal Jelly Components Encapsulation in a Controlled Release System-Skin Functionality, and Biochemical Activity for Skin Applications. *Pharmaceuticals (Basel, Switzerland)*, 15(8). <https://doi.org/10.3390/ph15080907>

Tapia, T. E. del C., & Reyes, C. R. (2008). Productos forestales no maderables en México: Aspectos económicos para el desarrollo sustentable. *Madera y Bosques*. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-04712008000300005](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712008000300005)

- Townsend, J. T. (1971). Theoretical analysis of an alphabetic confusion matrix. *Perception & Psychophysics*, 9(1), 40–50. <https://doi.org/10.3758/BF03213026/METRICS>
- Uthaibutra, V., Kaewkod, T., Prapawilai, P., Pandith, H., & Tragoolpua, Y. (2023). Inhibition of Skin Pathogenic Bacteria, Antioxidant and Anti-Inflammatory Activity of Royal Jelly from Northern Thailand. *Molecules*, 28(3). <https://doi.org/10.3390/molecules28030996>
- Valenzuela, G. M., Gruszycki, M. R., Pérez Zamora, C., Nuñez, M. B., Chiappetta, D. A., Giménez, M. C., Valenzuela, G. M., Gruszycki, M. R., Pérez Zamora, C., Nuñez, M. B., Chiappetta, D. A., & Giménez, M. C. (2020). Formulación de productos cosméticos con aceite de semillas de Cucurbita argyrosperma C. Huber. *Revista Colombiana de Ciencias Químico - Farmacéuticas*, 49(1), 159–170. <https://doi.org/10.15446/RCCIQUIFA.V49N1.87031>
- Vaughn, A. R., Clark, A. K., Sivamani, R. K., & Shi, V. Y. (2018). Natural Oils for Skin-Barrier Repair: Ancient Compounds Now Backed by Modern Science. *American Journal of Clinical Dermatology*, 19(1), 103–117. <https://doi.org/10.1007/S40257-017-0301-1>
- Verdier-Sévrain, S., & Bonté, F. (2007). Skin hydration: A review on its molecular mechanisms. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 6(2), 75–82. <https://doi.org/10.1111/j.1473-2165.2007.00300.x>

## 7. ANEXOS

### 7.1 Anexo 1: protocolo de elaboración del gel corporal.

#### SOLICITUD DE MATERIA PRIMA

Caducidad: 18 Meses.

Lote: \_\_\_\_\_

Fecha de caducidad:

Fecha de inicio de fabricación:

%Rendimiento:

%Merma:

Productos fabricados teóricos:

Productos fabricados reales:

#### FORMULA MAESTRA

| Materia prima          | Cantidad Teórica | Cantidad Surtida | Fecha de caducidad | Lote | Proveedor |
|------------------------|------------------|------------------|--------------------|------|-----------|
| Agua                   | 732.5 mL         |                  |                    |      |           |
| Hidrolato de copal     | 100 mL           |                  |                    |      |           |
| Extracto de árnica     | 50 mL            |                  |                    |      |           |
| Extracto de pepino     | 50 mL            |                  |                    |      |           |
| Extracto de jalea real | 50 mL            |                  |                    |      |           |
| Carbómero              | 10 mL            |                  |                    |      |           |
| Esencial de copal      | 2.5 mL           |                  |                    |      |           |
| Germall plus           | 5 g              |                  |                    |      |           |
| Trietanolamina         | c.b.p.           |                  |                    |      |           |

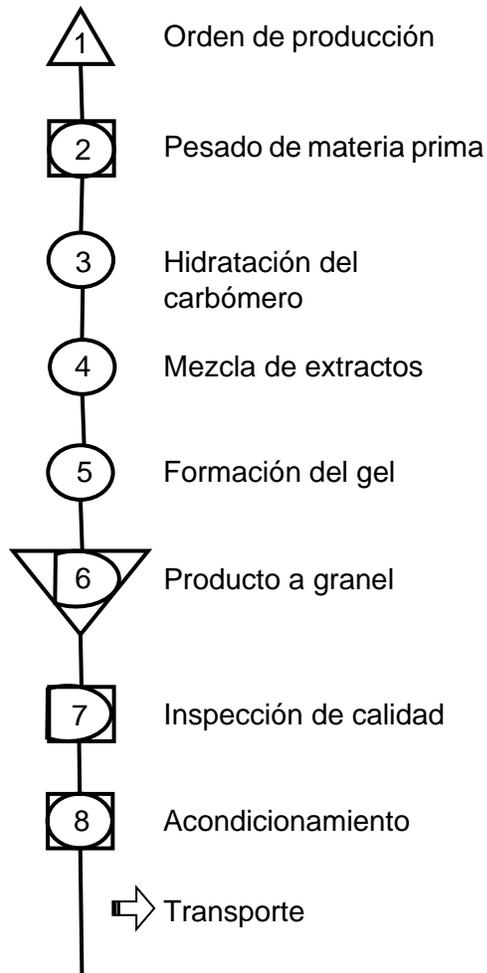
Realizó/fecha: \_\_\_\_\_ Superviso/fecha: \_\_\_\_\_

**PRODUCTO:** gel corporal

Lote: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

### DIAGRAMA DE FLUJO



| Resumen |                |
|---------|----------------|
| ○       | Operaciones 5  |
| □       | Inspecciones 3 |
| △       | Orígenes 1     |
| ▽       | Almacenaje 2   |
| ⇨       | Trasporte 1    |
| D       | Demora 2       |



**PRODUCTO:** gel corporal

Lote: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

| ETAPA DE FABRICACIÓN                 | LOTE                            |                                      |
|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
|                                      | Tiempo por etapa de fabricación | Equipo utilizado                     |
| Verificación/pesado de materia prima | 0.5 h                           | Balanza Semi-analítica               |
| Hidratación de carbómero             | 1 h.                            | Mezclador de inmersión.              |
| Mezclado de extractos                | 0.5 h                           | Mezclador de inmersión.              |
| Formación del gel                    | 0.5 h                           | Mezclador de propela, potenciómetro. |
| Acondicionado                        | 3 h                             | Llenadora de líquidos viscosos       |
| <b>TIEMPO TOTAL PARA FABRICAR</b>    | <b>5.5 h</b>                    | <b>----</b>                          |

**REGISTRO DE LIMPIEZA DE EQUIPOS Y ÁREAS DURANTE LA FABRICACIÓN**

| Equipo   |                                 | Área        |                                 | Supervisó |
|--|---------------------------------|-------------|---------------------------------|-----------|
| Balanza Semianalítica                                  | Limpio <input type="checkbox"/> | Laboratorio | Limpia <input type="checkbox"/> |           |
|  | Sucio <input type="checkbox"/>  |             | Sucia <input type="checkbox"/>  |           |
| Potenciómetro  | Limpio <input type="checkbox"/> | Laboratorio | Limpia <input type="checkbox"/> |           |
|  | Sucio <input type="checkbox"/>  |             | Sucia <input type="checkbox"/>  |           |
| Mezclador de inmersión                                 | Limpio <input type="checkbox"/> | Laboratorio | Limpia <input type="checkbox"/> |           |
|  | Sucio <input type="checkbox"/>  |             | Sucia <input type="checkbox"/>  |           |
| Sistema de esterilización por calor húmedo (Autoclave) | Limpio <input type="checkbox"/> | Laboratorio | Limpia <input type="checkbox"/> |           |
|  | Sucio <input type="checkbox"/>  |             | Sucia <input type="checkbox"/>  |           |

Realizó/fecha: \_\_\_\_\_ Superviso/fecha: \_\_\_\_\_

**PRODUCTO:** gel corporal

Lote: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**Hidratación de carbómero.**

Área limpia:

Área libre de producto:

Área libre de materiales:

Material y/o equipo limpio:

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |
|  |

Temperatura (°C)

|  |
|--|
|  |
|--|

| <b>Materia prima</b> | <b>Cantidad teórica</b> | <b>Cantidad surtida</b> | <b>Verificó</b> | <b>Lote</b> | <b>Proveedor</b> |
|----------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|-------------|------------------|
| Agua                 | 200 mL                  |                         |                 |             |                  |
| Carbómero            | 10 g                    |                         |                 |             |                  |

En un recipiente de capacidad adecuada adicionar el agua y calentar a 35°C con ayuda de una parrilla de calentamiento, una vez alcanzada la temperatura incorporar lentamente el carbómero con agitación constante. Continuar con la agitación hasta que el carbómero se hidrate por completo y no se observen grumos.

Finalmente se rotura la mezcla como carbómero hidratado.

Hora de inicio: \_\_\_\_\_ hora de término: \_\_\_\_\_

Realizó/fecha: \_\_\_\_\_ Superviso/fecha: \_\_\_\_\_

**PRODUCTO:** gel corporal

Lote: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**Mezclado de extractos.**

Área limpia:

Área libre de producto:

Área libre de materiales:

Material y/o equipo limpio:

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |
|  |

Temperatura (°C)

|  |
|--|
|  |
|--|

| <b>Materia prima</b>   | <b>Cantidad teórica</b> | <b>Cantidad surtida</b> | <b>Verificó</b> | <b>Lote</b> | <b>Proveedor</b> |
|------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|-------------|------------------|
| Carbómero hidratado    | 210 g                   |                         |                 |             |                  |
| Agua                   | 535.5 mL                |                         |                 |             |                  |
| Hidrolato de copal     | 100 mL                  |                         |                 |             |                  |
| Extracto de árnica     | 50 mL                   |                         |                 |             |                  |
| Extracto de pepino     | 50 mL                   |                         |                 |             |                  |
| Extracto de jalea real | 50 mL                   |                         |                 |             |                  |
| Germall plus           | 5 g                     |                         |                 |             |                  |

Colocar en un recipiente de capacidad adecuada las siguientes materias primas: agua, hidrolato de copal, extracto de árnica, pepino, jalea real y Germall plus. Finalmente incorporar el carbómero hidratado con agitación constante hasta su completa incorporación y rotular como mezcla con extractos.

Mezcla con extractos cantidad teórica: 997.5 mL

Mezcla con extractos cantidad real: \_\_\_\_\_

Hora de inicio: \_\_\_\_\_ hora de término: \_\_\_\_\_

Realizó/fecha: \_\_\_\_\_ Superviso/fecha: \_\_\_\_\_

**PRODUCTO:** gel corporal

Lote: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**Formación del gel.**

Área limpia:

Área libre de producto:

Área libre de materiales:

Material y/o equipo limpio:

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |
|  |

Temperatura (°C)

|  |
|--|
|  |
|--|

| <b>Materia prima</b>     | <b>Cantidad teórica</b> | <b>Cantidad surtida</b> | <b>Verificó</b> | <b>Lote</b> | <b>Proveedor</b> |
|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|-------------|------------------|
| Mezcla con extractos     | 997.5 mL                |                         |                 |             |                  |
| Aceite esencial de copal | 2.5 mL                  |                         |                 |             |                  |
| Trietanolamina           | c.b.p                   |                         |                 |             |                  |

En el recipiente que contiene la mezcla rotulada como mezcla con extractos adicionar el aceite esencial de copal con agitación constante, una vez incorporado adicionar lentamente la trietanolamina hasta alcanzar un pH de 6.5 a la cual se forma el gel.

Rotular la mezcla como producto a granel. Tomar las muestras correspondientes para los análisis fisicoquímicos necesarios.

Producto a granel cantidad teórica: 1 L

Producto a granel cantidad real

Lote:

Hora de inicio: \_\_\_\_\_ hora de término: \_\_\_\_\_

Realizó/fecha: \_\_\_\_\_ Superviso/fecha: \_\_\_\_\_

**PRODUCTO:** gel corporal

Lote: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**Inspección de calidad producto a granel.**

Área limpia:

Temperatura (°C)

Área libre de producto:

Área libre de materiales:

Material y/o equipo limpio:

**Pruebas físicas: apariencia (gel opalescente con olor característico)**

Registrar en la siguiente tabla si el lote cumple con las especificaciones físicas para este producto.

|                     |
|---------------------|
| <b>Gel corporal</b> |
|                     |

Pruebas químicas: pH (6.5 – 7.5) y viscosidad (de 60000 – 75000 cP)

Evaluar el pH y la viscosidad de la crema y anotar los valores en la siguiente tabla

| Parámetro  | Valor | Cumple con la especificación |
|------------|-------|------------------------------|
| pH         |       |                              |
| Viscosidad |       |                              |

Hora de inicio: \_\_\_\_\_ hora de término: \_\_\_\_\_

Realizó/fecha: \_\_\_\_\_ Superviso/fecha: \_\_\_\_\_

**PRODUCTO:** gel corporal

Lote: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**Orden de acondicionamiento**

Caducidad: \_\_\_\_\_ Cantidad entregada: \_\_\_\_\_ Cantidad por envase: 100 mL

Número de envases teóricos por acondicionar: 10 Envases acondicionados: \_\_\_\_\_

| Material   | Lote | Piezas teóricas | Piezas surtidas | Piezas sobrantes | Proveedor |
|--|------|-----------------|-----------------|------------------|-----------|
| Botella Boston 125 ml<br>PET Azul Cobalto<br>R20/410 |      |                 |                 |                  |           |
| tapa metálica R20/410                                |      |                 |                 |                  |           |

| Equipo                            |   | Área        |   | Supervisó |
|-----------------------------------|---|-------------|---|-----------|
| Llenadora de<br>líquidos viscosos | Limpio <input type="checkbox"/><br>Sucio <input type="checkbox"/> | Laboratorio | Limpia <input type="checkbox"/><br>Sucia <input type="checkbox"/> |           |

Realizó/fecha: \_\_\_\_\_ Superviso/fecha: \_\_\_\_\_

**PRODUCTO:** gel corporal

Lote: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**Acondicionado.**

Área limpia:

Área libre de producto:

Área libre de materiales:

Material y/o equipo limpio:

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |
|  |

Temperatura (°C)

|  |
|--|
|  |
|--|

- Verificar que el frasco no esté dañado.
- Sanitizar los frascos por la parte exterior.
- Empezar a llenar los frascos con la ayuda de la máquina.
- Una vez llenos cerrar y continuar hasta terminar todo el volumen de crema.

Lote: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Conservar a temperatura ambiente

Hora de inicio: \_\_\_\_\_ hora de término: \_\_\_\_\_

Realizó/fecha: \_\_\_\_\_ Superviso/fecha: \_\_\_\_\_

## Certificado de calidad

Producto: gel corporal

Descripción: gel corporal de 100 mL.

Fecha de fabricación:

Fecha de caducidad:

Cantidad fabricada:

| <b>CARACTERÍSTICAS</b>       | <b>ESPECIFICACIONES GENERALES</b>  | <b>RESULTADOS LOTE:</b> |
|------------------------------|--|-------------------------|
| Aspecto                      | gel de color café claro y olor característico                                |                         |
| Dimensiones y peso           | botella de 13.5 cm de alto y diámetro de 3.9 cm                              |                         |
| Inspección física del envase | el envase no presenta abolladuras  |                         |
| pH                           | 6.5 – 7.5  |                         |
| Viscosidad                   | 60000 – 75000 cP   |                         |
| Estabilidad                  | se somete una muestra a una temperatura de 40°C y 70% de humedad por 3 meses |                         |

Leyenda: Este lote cumple con todos los requerimientos ya que se ha fabricado cumpliendo con los lineamientos de las Buenas Prácticas de Manufactura

Fecha de liberación:

DICTAMEN:

## 7.2 Anexo 2: protocolo de elaboración de crema de noche.

### SOLICITUD DE MATERIA PRIMA

Caducidad: 18 Meses

Lote:

Fecha de caducidad:

Productos fabricados teóricos:

Fecha de inicio de fabricación:

Productos fabricados reales:

%Rendimiento:

%Merma:

### FORMULA MAESTRA

| Materia prima            | Cantidad Teórica | Cantidad Surtida | Fecha de caducidad | Lote | Proveedor |
|--------------------------|------------------|------------------|--------------------|------|-----------|
| Agua                     | 278.85 mL        |                  |                    |      |           |
| Hidrolato de copal       | 50 mL            |                  |                    |      |           |
| Aceite de rosa mosqueta  | 50 mL            |                  |                    |      |           |
| Aceite de arroz          | 50 mL            |                  |                    |      |           |
| Aceite de ricino         | 36 mL            |                  |                    |      |           |
| Ácido estérico           | 6 g              |                  |                    |      |           |
| Glicerina                | 6 g              |                  |                    |      |           |
| Vitamina e               | 5 g              |                  |                    |      |           |
| carbómero 940            | 5 g              |                  |                    |      |           |
| Trietanolamina           | 4 g              |                  |                    |      |           |
| Alcohol cetílico         | 3 g              |                  |                    |      |           |
| Germall plus             | 2.9 g            |                  |                    |      |           |
| Propilenglicol           | 2 mL             |                  |                    |      |           |
| Aceite esencial de copal | 1.25 mL          |                  |                    |      |           |

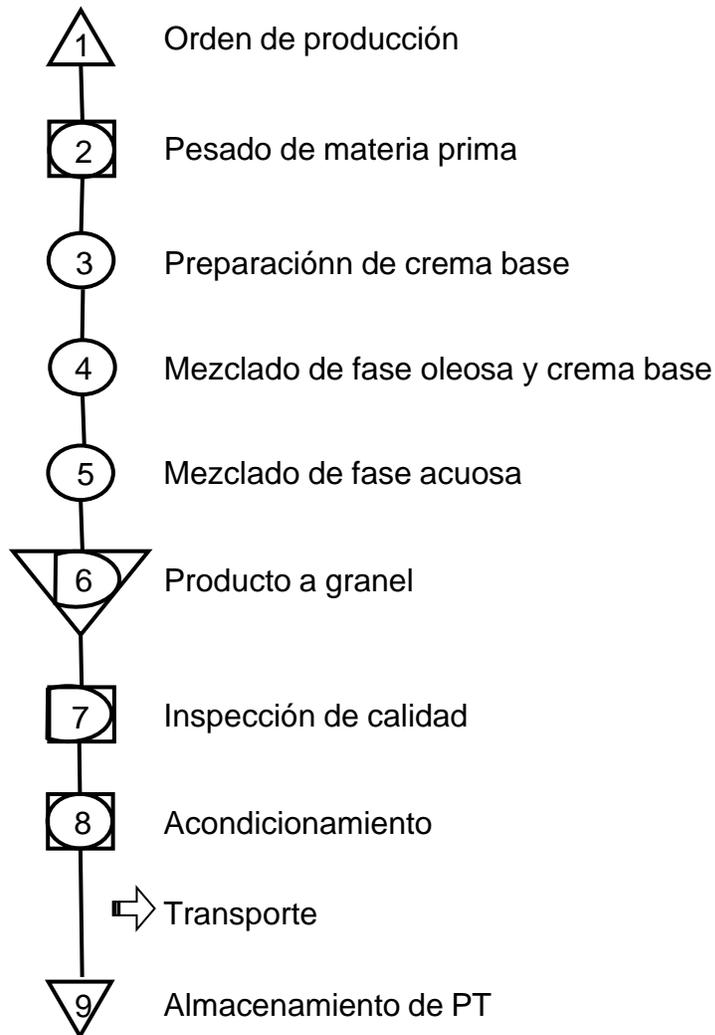
Realizó/fecha: \_\_\_\_\_ Superviso/fecha: \_\_\_\_\_

**PRODUCTO:** crema de rostro

Lote: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

### DIAGRAMA DE FLUJO



| Resumen |              |   |
|---------|--------------|---|
| ○       | Operaciones  | 5 |
| □       | Inspecciones | 3 |
| △       | Orígenes     | 1 |
| ▽       | Almacenaje   | 2 |
| ⇨       | Trasporte    | 1 |
| D       | Demora       | 2 |

**PRODUCTO:** crema de rostro

Lote: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

| ETAPA DE FABRICACIÓN                 | LOTE                            |  |
|--------------------------------------|---------------------------------|--|
|                                      | Tiempo por etapa de fabricación | Equipo utilizado                       |
| Verificación/pesado de materia prima | 0.5 h                           | Balanza Semi-analítica                 |
| Preparación de crema base            | 1 h.                            | Mezclador de inmersión, potenciómetro. |
| Mezclado de crema base y fase oleosa | 20 min                          | Mezclador de inmersión, potenciómetro. |
| Mezclado de fase acuosa              | 15 min                          | Mezclador de inmersión, potenciómetro. |
| Acondicionado                        | 3 h                             | Llenadora de líquidos viscosos         |
| TIEMPO TOTAL PARA FABRICAR           | 5:05 h                          | ----                                   |

**REGISTRO DE LIMPIEZA DE EQUIPOS Y ÁREAS DURANTE LA FABRICACIÓN**

| Equipo   |                                 | Área        |                                 | Supervisó |
|--|---------------------------------|-------------|---------------------------------|-----------|
| Balanza Semianalítica                                  | Limpio <input type="checkbox"/> | Laboratorio | Limpia <input type="checkbox"/> |           |
|  | Sucio <input type="checkbox"/>  |             | Sucia <input type="checkbox"/>  |           |
| Potenciómetro  | Limpio <input type="checkbox"/> | Laboratorio | Limpia <input type="checkbox"/> |           |
|  | Sucio <input type="checkbox"/>  |             | Sucia <input type="checkbox"/>  |           |
| Mezclador de inmersión                                 | Limpio <input type="checkbox"/> | Laboratorio | Limpia <input type="checkbox"/> |           |
|  | Sucio <input type="checkbox"/>  |             | Sucia <input type="checkbox"/>  |           |
| Sistema de esterilización por calor húmedo (Autoclave) | Limpio <input type="checkbox"/> | Laboratorio | Limpia <input type="checkbox"/> |           |
|  | Sucio <input type="checkbox"/>  |             | Sucia <input type="checkbox"/>  |           |

Realizó/fecha: \_\_\_\_\_ Superviso/fecha: \_\_\_\_\_

**PRODUCTO:** crema de rostro

Lote: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**Preparación de crema base (CB).**

Área limpia:

Área libre de producto:

Área libre de materiales:

Material y/o equipo limpio:

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |
|  |

Temperatura (°C)

|  |
|--|
|  |
|--|

| Materia prima    | Cantidad teórica | Cantidad surtida | Verificó | Lote | Proveedor |
|------------------|------------------|------------------|----------|------|-----------|
| Agua             | 142.6 mL         |                  |          |      |           |
| Aceite de ricino | 36 mL            |                  |          |      |           |
| Acido esteárico  | 6 g              |                  |          |      |           |
| Glicerina        | 6 g              |                  |          |      |           |
| Alcohol cetílico | 3 g              |                  |          |      |           |
| Trietanolamina   | 4 g              |                  |          |      |           |
| Propilenglicol   | 2 g              |                  |          |      |           |
| Germall plus     | 0.4 g            |                  |          |      |           |

Colocar en un recipiente de capacidad adecuada las siguientes materias primas: agua, glicerina, trietanolamina y propilenglicol y rotular como CB fase acuosa. En otro recipiente colocar el aceite de ricino, ácido esteárico y el alcohol cetílico rotular como CB fase oleosa. Calentar ambos recipientes a una temperatura de 45°C con ayuda de una parrilla de calentamiento.

Cuando el contenido del recipiente rotulado como CB fase oleosa se encuentre completamente líquido se retiran ambos recipientes de calentamiento y se procede a mezclar con el contenido del recipiente rotulado como CB fase acuosa, para esto se incorpora poco a poco el contenido de CB fase oleosa al recipiente de CB fase acuosa con agitación constante hasta que la temperatura disminuye a 25°C a esta temperatura se incorpora el Germall plus con agitación constante hasta completa incorporación.

Finalmente se rotura la mezcla como crema base.

Crema base cantidad teórica: \_\_\_\_\_ Crema base cantidad real: \_\_\_\_\_

Hora de inicio: \_\_\_\_\_ hora de término: \_\_\_\_\_

Realizó/fecha: \_\_\_\_\_ Superviso/fecha: \_\_\_\_\_

**PRODUCTO:** crema de rostro

Lote: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**Mezclado de crema base (CB) y fase oleosa.**

Área limpia:

Temperatura (°C)

Área libre de producto:

Área libre de materiales:

Material y/o equipo limpio:

| <b>Materia prima</b>     | <b>Cantidad teórica</b> | <b>Cantidad surtida</b> | <b>Verificó</b> | <b>Lote</b> | <b>Proveedor</b> |
|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|-------------|------------------|
| Crema base               | 200 g                   |                         |                 |             |                  |
| Aceite de rosa mosqueta  | 50 mL                   |                         |                 |             |                  |
| Aceite de arroz          | 50 mL                   |                         |                 |             |                  |
| Vitamina e               | 5 g                     |                         |                 |             |                  |
| carbómero                | 5 g                     |                         |                 |             |                  |
| Aceite esencial de copal | 1.25 mL                 |                         |                 |             |                  |

Colocar en un recipiente de capacidad adecuada las siguientes materias primas: aceite de rosa mosqueta, aceite de arroz y vitamina e. con agitación constante dispersar el carbómero en la mezcla anterior, una vez que se observé que el carbómero está bien disperso (no se observan grumos) y adiciona la crema base y el aceite esencial de copal con agitación constante. Finalmente se rotula la mezcla como CB y aceites.

CB y aceites cantidad teórica: 312 g

CB y aceites cantidad real: \_\_\_\_\_

Hora de inicio: \_\_\_\_\_ hora de término: \_\_\_\_\_

Realizó/fecha: \_\_\_\_\_ Superviso/fecha: \_\_\_\_\_

**PRODUCTO:** crema de rostro

Lote: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**Mezclado de crema base (CB) y fase oleosa.**

Área limpia:

Temperatura (°C)

Área libre de producto:

Área libre de materiales:

Material y/o equipo limpio:

| <b>Materia prima</b> | <b>Cantidad teórica</b> | <b>Cantidad surtida</b> | <b>Verificó</b> | <b>Lote</b> | <b>Proveedor</b> |
|----------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|-------------|------------------|
| CB y aceites         | 312 g                   |                         |                 |             |                  |
| Agua                 | 136 mL                  |                         |                 |             |                  |
| Hidrolato de copal   | 50 mL                   |                         |                 |             |                  |
| Germall plus         | 2.5 g                   |                         |                 |             |                  |

En el recipiente que contiene la mezcla rotulada como CB y aceites incorporar con agitación constante el agua, hidrolato de copal y Germall plus, detener la agitación cuando se observe una mezcla homogénea.

Rotular la mezcla como producto a granel. Tomar las muestras correspondientes para los análisis fisicoquímicos necesarios.

Producto a granel cantidad teórica: 500 g

Producto a granel cantidad real: \_\_\_\_\_

Lote:

Hora de inicio: \_\_\_\_\_ hora de término: \_\_\_\_\_

Realizó/fecha: \_\_\_\_\_ Superviso/fecha: \_\_\_\_\_

**PRODUCTO:** crema de rostro

Lote: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**Inspección de calidad producto a granel.**

Área limpia:

Temperatura (°C)

Área libre de producto:

Área libre de materiales:

Material y/o equipo limpio:

**Pruebas físicas: apariencia (crema blanca brillante con olor característico)**

Registrar en la siguiente tabla si el lote cumple con las especificaciones físicas para este producto.

|                        |
|------------------------|
| <b>Crema de rostro</b> |
|                        |

Pruebas químicas: pH (6.5 – 7) y viscosidad (de 60000 – 75000 cP)

Evaluar el pH y la viscosidad de la crema y anotar los valores en la siguiente tabla

| Parámetro  | Valor | Cumpla con la especificación |
|------------|-------|------------------------------|
| pH         |       |                              |
| Viscosidad |       |                              |

Hora de inicio: \_\_\_\_\_ hora de término: \_\_\_\_\_

Realizó/fecha: \_\_\_\_\_ Superviso/fecha: \_\_\_\_\_

**PRODUCTO:** crema de rostro

Lote: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**Orden de acondicionamiento**

Caducidad: \_\_\_\_\_ Cantidad entregada: \_\_\_\_\_ Cantidad por envase: \_\_\_\_\_

Número de envases teóricos por acondicionar: 10 Envases acondicionados: \_\_\_\_\_

| Material  | Lote | Piezas teóricas | Piezas surtidas | Piezas sobrantes | Proveedor |
|---|------|-----------------|-----------------|------------------|-----------|
| Pomadere de aluminio de 5.8 cm de diámetro y 2.8 cm de alto |      |                 |                 |                  |           |

| Equipo                         |   | Área        |   | Supervisó |
|--------------------------------|---|-------------|---|-----------|
| Llenadora de líquidos viscosos | Limpio <input type="checkbox"/><br>Sucio <input type="checkbox"/> | Laboratorio | Limpia <input type="checkbox"/><br>Sucia <input type="checkbox"/> |           |

Realizó/fecha: \_\_\_\_\_ Superviso/fecha: \_\_\_\_\_

**PRODUCTO:** crema de rostro

Lote: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**Acondicionado.**

|                             |  |                  |  |
|-----------------------------|--|------------------|--|
| Área limpia:                |  | Temperatura (°C) |  |
| Área libre de producto:     |  |                  |  |
| Área libre de materiales:   |  |                  |  |
| Material y/o equipo limpio: |  |                  |  |

- Verificar que el frasco no esté abollado.
- Sanitizar los frascos por la parte exterior.
- Empezar a llenar los frascos con la ayuda de la máquina.
- Una vez llenos cerrar y continuar hasta terminar todo el volumen de crema.

Lote: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Conservar a temperatura ambiente

Hora de inicio: \_\_\_\_\_ hora de término: \_\_\_\_\_

Realizó/fecha: \_\_\_\_\_ Superviso/fecha: \_\_\_\_\_

## Certificado de calidad

Producto: crema de rostro

Descripción: crema de 50 gramos.

Fecha de fabricación:

Fecha de caducidad:

Cantidad fabricada:

| <b>CARACTERÍSTICAS</b>       | <b>ESPECIFICACIONES GENERALES</b>  | <b>RESULTADOS LOTE:</b> |
|------------------------------|--|-------------------------|
| Aspecto                      | Crema color blanco brillante   |                         |
| Dimensiones y peso           | Envase de 2.8 cm de alto y 5.8 cm de diámetro                                |                         |
| Inspección física del envase | El envase no debe presentar abolladuras                                      |                         |
| pH                           | 6.5 – 7  |                         |
| Viscosidad                   | 60000 – 75000 cp   |                         |
| Estabilidad                  | Se somete una muestra a una temperatura de 40°C y 70% de humedad por 3 meses |                         |

Leyenda: Este lote cumple con todos los requerimientos ya que se ha fabricado cumpliendo con los lineamientos de las Buenas Prácticas de Manufactura

Fecha de liberación:

DICTAMEN:

### 7.3 Anexo 3: protocolo de prueba de estabilidades aceleradas para gel corporal.

**PRODUCTO:** gel corporal

Lote: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

#### **Objetivo:**

Demostrar mediante un estudio de estabilidad Acelerada en las condiciones de temperatura y humedad de  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y  $75\% \text{ HR} \pm 5\%$ , que el producto gel corporal, acondicionado en envase de PET de 125 mL color azul cobalto con tapa de metal, conserva sus características indicativas de calidad, de acuerdo con la NOM-073-SSA1-2015 "Estabilidad de fármacos y medicamentos, así como remedios herbolarios".

#### **INFORMACIÓN DEL PRODUCTO:**

|  |   |
|--|---|
| <b>Nombre Genérico</b>                                 | gel corporal  |
| <b>Presentación:</b>                                   | 100 mL  |
| <b>Forma cosmética</b>                                 | gel   |
| <b>Sitio de fabricación</b>                            | Carr. Federal México-Texcoco Km 38.5, Universidad Autónoma de Chapingo, 56230 Texcoco, Méx. |
| <b>Sitio de Acondicionamiento</b>                      | Carr. Federal México-Texcoco Km 38.5, Universidad Autónoma de Chapingo, 56230 Texcoco, Méx. |
| <b>Sitio de realización de Estudios de Estabilidad</b> | Carr. Federal México-Texcoco Km 38.5, Universidad Autónoma de Chapingo, 56230 Texcoco, Méx. |

#### **INFORMACIÓN DEL PRINCIPIO ACTIVO:**

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <b>Principio Activo</b>         | Aceite esencial de copal e hidrolato de copal   |
| <b>Fabricante</b>               | Maestría en agroforestería  |
| <b>Dirección del Fabricante</b> | del Carr. Federal México-Texcoco Km 38.5, Universidad Autónoma de Chapingo, 56230 Texcoco, Méx. |

## FÓRMULA CUANTITATIVA:

Cada envase contiene:

### Principio activo(s)

|                          |      |    |
|--------------------------|------|----|
| Aceite esencial de copal | 0.25 | mL |
| Hidrolato de copal       | 10   | mL |

### Aditivo(s)

|                        |       |    |
|------------------------|-------|----|
| Agua                   | 73.25 | mL |
| Extracto de árnica     | 5     | mL |
| Extracto de pepino     | 5     | mL |
| Extracto de jalea real | 5     | mL |
| Carbopol 940           | 1     | g  |
| Germall plus           | 0.25  | g  |

## DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA CONTENEDOR CIERRE:

|  |
|--|
| <b>Envase primario</b>   |
| envase de PET azul cobalto de 125 mL de 13.55 cm de alto y 3.90 cm de ancho con tapa de metal R-20/410 |
| <b>Envase secundario</b>   |
| no aplica  |

## CONDICIONES DEL ESTUDIO Y FRECUENCIA DE MUESTREO:

| Tipo de Estabilidad | Condiciones del Estudio      | Frecuencia de Muestreo                      |
|---------------------|------------------------------|---|
| Acelerada           | 40°C +/- 2°C y 75% HR +/- 5% | Inicial, 1, 2 y 3 semanas<br>1, 2 y 3 meses |

## EQUIPO PARA ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS:

| Equipo           | Clave | Condiciones de operación     | Referencia |
|------------------|-------|------------------------------|------------|
| Cámara climática |       | 40°C +/- 2°C y 75% HR +/- 5% |            |

### LOTES EMPLEADOS EN EL ESTUDIO:

| No. de Lote | Presentación | Tamaño de Lote | Fecha de Fabricación | Fecha de Caducidad | Fecha de Acondicionamiento |
|-------------|--------------|----------------|----------------------|--------------------|----------------------------|
|             |              |                |                      |                    |                            |
|             |              |                |                      |                    |                            |
|             |              |                |                      |                    |                            |

### PROGRAMA DE MUESTREO:

| No. de Lote                 | Tipo de Estabilidad | Inicio | 1 semana          | 2 semana | 3 semana | 1 meses | 2 meses | 3 meses |
|-----------------------------|---------------------|--------|-------------------|----------|----------|---------|---------|---------|
|                             |                     |        |                   |          |          |         |         |         |
|                             |                     |        |                   |          |          |         |         |         |
|                             |                     |        |                   |          |          |         |         |         |
| No. de Unidades por Periodo |                     |        | Q: 1 gel (100 mL) |          |          |         |         |         |
|                             |                     |        | M: No aplica      |          |          |         |         |         |

Q: Análisis químico; M: Análisis Microbiológico.

### ESPECIFICACIONES DE ESTABILIDAD Y PARÁMETROS DE PRUEBA:

| Prueba     | Especificación | Referencia |
|------------|----------------|------------|
| olor       |                |            |
| color      |                |            |
| pH         |                |            |
| viscosidad |                |            |

### EVALUACIÓN DE RESULTADOS:

Conforme a la NOM-073-SSA1-2015 “Estabilidad de fármacos y medicamentos, así como remedios herbolarios”, no debe haber cambios significativos en las características físicas y químicas del producto bajo las condiciones de estudio en las cuales fue evaluado el lote con respecto a las propiedades iniciales.

#### 7.4 Anexo 4: protocolo de prueba de estabilidades aceleradas para crema de noche.

**PRODUCTO:** crema de rostro

Lote: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

#### **Objetivo:**

Demostrar mediante un estudio de estabilidad Acelerada en las condiciones de temperatura y humedad de  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y  $75\% \text{ HR} \pm 5\%$ , que el producto crema de rostro, acondicionado en lata de aluminio de 50 gr, conserva sus características indicativas de calidad, de acuerdo con la NOM-073-SSA1-2015 “Estabilidad de fármacos y medicamentos, así como remedios herbolarios”.

#### **INFORMACIÓN DEL PRODUCTO:**

|  |   |
|--|---|
| <b>Nombre Genérico</b>                                 | Crema de rostro   |
| <b>Presentación:</b>                                   | 50 g  |
| <b>Forma cosmética</b>                                 | Crema   |
| <b>Sitio de fabricación</b>                            | Carr. Federal México-Texcoco Km 38.5, Universidad Autónoma de Chapingo, 56230 Texcoco, Méx. |
| <b>Sitio de Acondicionamiento</b>                      | Carr. Federal México-Texcoco Km 38.5, Universidad Autónoma de Chapingo, 56230 Texcoco, Méx. |
| <b>Sitio de realización de Estudios de Estabilidad</b> | Carr. Federal México-Texcoco Km 38.5, Universidad Autónoma de Chapingo, 56230 Texcoco, Méx. |

#### **INFORMACIÓN DEL PRINCIPIO ACTIVO:**

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <b>Principio Activo</b>         | Aceite esencial de copal e hidrolato de copal   |
| <b>Fabricante</b>               | Maestría en agroforestería  |
| <b>Dirección del Fabricante</b> | Carr. Federal México-Texcoco Km 38.5, Universidad Autónoma de Chapingo, 56230 Texcoco, Méx. |

## FÓRMULA CUANTITATIVA:

Cada envase contiene:

### Principio activo(s)

|                          |       |    |
|--------------------------|-------|----|
| Aceite esencial de copal | 0.125 | mL |
| Hidrolato de copal       | 5     | mL |

### Aditivo(s)

|                         |        |    |
|-------------------------|--------|----|
| Crema base              | 20     | g  |
| Agua                    | 13.625 | mL |
| Aceite de rosa mosqueta | 5      | g  |
| Aceite de arroz         | 5      | g  |
| Vitamina e              | 0.5    | g  |
| Carbopol 940            | 0.5    | g  |
| Germall plus            | 0.25   | g  |

## DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA CONTENEDOR CIERRE:

|   |
|---|
| <b>Envase primario</b>  |
| Pomadera de aluminio de diámetro 5.8 cm y altura con tapa de 2.8 cm |
| <b>Envase secundario</b>  |
| no aplica   |

## CONDICIONES DEL ESTUDIO Y FRECUENCIA DE MUESTREO:

| Tipo de Estabilidad | Condiciones del Estudio      | Frecuencia de Muestreo                      |
|---------------------|------------------------------|---|
| Acelerada           | 40°C +/- 2°C y 75% HR +/- 5% | Inicial, 1, 2 y 3 semanas<br>1, 2 y 3 meses |

**EQUIPO PARA ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS:**

| Equipo           | Clave | Condiciones de operación     | Referencia |
|------------------|-------|------------------------------|------------|
| Cámara climática |       | 40°C +/- 2°C y 75% HR +/- 5% |            |

**LOTES EMPLEADOS EN EL ESTUDIO:**

| No. de Lote | Presentación | Tamaño de Lote | Fecha de Fabricación | Fecha de Caducidad | Fecha de Acondicionamiento |
|-------------|--------------|----------------|----------------------|--------------------|----------------------------|
|             |              |                |                      |                    |                            |
|             |              |                |                      |                    |                            |
|             |              |                |                      |                    |                            |

**PROGRAMA DE MUESTREO:**

| No. de Lote                        | Tipo de Estabilidad | Inicio | 1 semana               | 2 semana | 3 semana | 1 meses | 2 meses | 3 meses |
|------------------------------------|---------------------|--------|------------------------|----------|----------|---------|---------|---------|
|                                    |                     |        |                        |          |          |         |         |         |
|                                    |                     |        |                        |          |          |         |         |         |
|                                    |                     |        |                        |          |          |         |         |         |
| <b>No. de Unidades por Periodo</b> |                     |        | Q: 1 crema (50 gramos) |          |          |         |         |         |
|                                    |                     |        | M: No aplica           |          |          |         |         |         |

**Q: Análisis químico; M: Análisis Microbiológico.**

**ESPECIFICACIONES DE ESTABILIDAD Y PARÁMETROS DE PRUEBA:**

| Prueba     | Especificación | Referencia |
|------------|----------------|------------|
| Olor       |                |            |
| Color      |                |            |
| pH         |                |            |
| Viscosidad |                |            |

**EVALUACIÓN DE RESULTADOS:**

Conforme a la NOM-073-SSA1-2015 "Estabilidad de fármacos y medicamentos, así como remedios herbolarios", no debe haber cambios significativos en las características físicas y químicas del producto bajo las condiciones de estudio en las cuales fue evaluado el lote con respecto a las propiedades iniciales.

**7.5 Anexo 5: protocolo de la prueba microbiológica para detección de mesófilos aerobios, hongos y levaduras.**

Producto: crema de rostro Lote: C13032023 Numero de muestras: 2 producidas en Chapingo Fecha de inicio: 25/septiembre/2023 Fecha de termino: 02/octubre/2023

| Medios de cultivo utilizados | Lote      | Temperatura de incubación |
|------------------------------|-----------|---------------------------|
| Agar nutritivo (AN)          | C13032023 | 30 °C ± 2                 |
| Agar papa dextrosa (SPD)     | C13032023 | 25 °C ± 2                 |

| A.- Mesófilos Aerobios (AN) |           |   |   |   |   |           |   |   |   |   |           |   |   |   |   |
|-----------------------------|-----------|---|---|---|---|-----------|---|---|---|---|-----------|---|---|---|---|
| Fecha                       | 25-sep-23 |   |   |   |   | 26-sep-23 |   |   |   |   | 29-sep-23 |   |   |   |   |
| Día→                        | 1         |   |   |   |   | 2         |   |   |   |   | 5         |   |   |   |   |
| Muestra ↓                   |           |   |   |   |   |           |   |   |   |   |           |   |   |   |   |
| <b>M1</b>                   | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 |
| M2                          | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 |

| B.- Hongos y Levaduras (APD) |           |   |   |   |   |           |   |   |   |   |           |   |   |   |   |           |   |   |   |
|------------------------------|-----------|---|---|---|---|-----------|---|---|---|---|-----------|---|---|---|---|-----------|---|---|---|
| Fecha                        | 25-sep-23 |   |   |   |   | 26-sep-23 |   |   |   |   | 29-sep-23 |   |   |   |   | 02-oct-23 |   |   |   |
| Día→                         | 1         |   |   |   |   | 2         |   |   |   |   | 5         |   |   |   |   | 7         |   |   |   |
| Muestra ↓                    |           |   |   |   |   |           |   |   |   |   |           |   |   |   |   |           |   |   |   |
| <b>M1</b>                    | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0         | 0 | 0 | 0 |
| M2                           | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0         | 0 | 0 | 0 |

M1: muestra de producto a granel M2: muestra de producto terminado

Realizo: Q.F.B Jorge Raymundo Rodríguez Superviso: Iraís Espinoza

Fecha: 02/octubre/2023

Observaciones: las dos muestras del lote C13032023 de la crema de rostro, producida en Chapingo presentaron una carga microbiana dentro del límite de menos de 10 UFC/g para microorganismos mesófilos aerobio y menos de 10 UFC/g de hongos y levaduras por lo que se concluye que el límite microbiano de este lote de crema de rostro está dentro de las especificaciones establecidas, se libera para continuar con su procesamiento.

Producto: gel de rostro Lote: G13032023 Numero de muestras: 2 producidas en Chapingo Fecha de inicio: 25/septiembre/2023 Fecha de termino: 02/octubre/2023

| Medios de cultivo utilizados | Lote      | Temperatura de incubación |
|------------------------------|-----------|---------------------------|
| Agar nutritivo (AN)          | C13032023 | 30 °C ± 2                 |
| Agar papa dextrosa (SPD)     | C13032023 | 25 °C ± 2                 |

| A.- Mesófilos Aerobios (AN) |           |   |   |   |   |           |   |   |   |   |           |   |   |   |   |
|-----------------------------|-----------|---|---|---|---|-----------|---|---|---|---|-----------|---|---|---|---|
| Fecha                       | 25-sep-23 |   |   |   |   | 26-sep-23 |   |   |   |   | 29-sep-23 |   |   |   |   |
| Día→                        | 1         |   |   |   |   | 2         |   |   |   |   | 5         |   |   |   |   |
| Muestra ↓                   |           |   |   |   |   |           |   |   |   |   |           |   |   |   |   |
| <b>M1</b>                   | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 |
| M2                          | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 |

| B.- Hongos y Levaduras (APD) |           |   |   |   |   |           |   |   |   |   |           |   |   |   |   |           |   |   |   |   |
|------------------------------|-----------|---|---|---|---|-----------|---|---|---|---|-----------|---|---|---|---|-----------|---|---|---|---|
| Fecha                        | 25-sep-23 |   |   |   |   | 26-sep-23 |   |   |   |   | 29-sep-23 |   |   |   |   | 02-oct-23 |   |   |   |   |
| Día→                         | 1         |   |   |   |   | 2         |   |   |   |   | 5         |   |   |   |   | 7         |   |   |   |   |
| Muestra ↓                    |           |   |   |   |   |           |   |   |   |   |           |   |   |   |   |           |   |   |   |   |
| <b>M1</b>                    | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 |
| M2                           | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 |

M1: muestra de producto a granel M2: muestra de producto terminado

Realizo: Q.F.B Jorge Raymundo Rodríguez Superviso: Iraís Espinoza

Fecha: 02/octubre/2023

Observaciones: las dos muestras del lote G13032023 del gel corporal, producida en Chapingo presentaron una carga microbiana dentro del límite de menos de 10 UFC/g para microorganismos mesófilos aerobio y menos de 10 UFC/g de hongos y levaduras por lo que se concluye que el límite microbiano de este lote de gel corporal está dentro de las especificaciones establecidas, se libera para continuar con su procesamiento.

**7.6 Anexo 6: resultados del análisis cromatográfico acoplado a espectrofotometría de masas.**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
INSTITUTO DE QUÍMICA



## INFORME DE ANÁLISIS

ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA DE GASES  
ACOPLADA A ESPECTROMETRÍA DE MASAS (CG-EM) DE:  
**ACEITE ESENCIAL DE COPAL NEGRO**  
**ACEITE ESENCIAL DE COPAL BLANCO DE PENCA**  
DR. RANFERI MALDONADO TORRES  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHAPINGO





# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO INSTITUTO DE QUÍMICA



## ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA DE GASES ACOPLADA A ESPECTROMETRÍA DE MASAS (CG-EM) DE: **ACEITE ESENCIAL DE COPAL NEGRO** **ACEITE ESENCIAL DE COPAL BLANCO DE PENCA**

### Datos del Usuario

Dr. Ranferi Maldonado Torres  
Universidad Autónoma de Chapingo

### Declaración de aseguramiento de la calidad

Como responsable de los servicios analíticos del Instituto de Química he inspeccionado y verificado los datos contenidos en este informe. Basada en la inspección y revisión de los datos aseguro que el protocolo descrito en este documento fue el adecuado.

### Exclusión

Los Laboratorios de Servicios Analíticos del Instituto de Química de la UNAM siguiendo los lineamientos de su sistema de gestión de la calidad no realizan muestreos, por lo que se deslinda de cualquier responsabilidad relacionada con el muestreo del producto y declara que los datos obtenidos corresponden única y exclusivamente a la muestra entregada por el cliente y al tipo de técnica solicitada.



---

Secretaría Técnica: [secretaria.tecnica@iquimica.unam.mx](mailto:secretaria.tecnica@iquimica.unam.mx)

CIRCUITO EXTERIOR S/N, CIUDAD UNIVERSITARIA, ALCALDÍA COYOACÁN, C.P. 04510,  
CIUDAD DE MÉXICO, TEL. 55 5622 4442

2



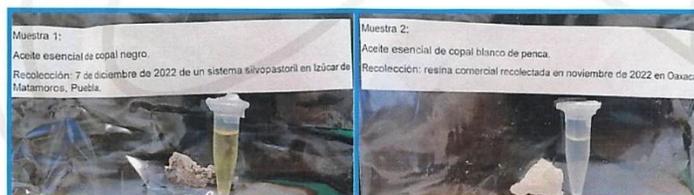
Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 14 de marzo de 2023

### REPORTE DE ANÁLISIS

Análisis por Cromatografía de Gases acoplada a Espectrometría de Masas (CG-EM) de 2 muestras: **ACEITE ESENCIAL DE COPAL NEGRO**, **ACEITE ESENCIAL DE COPAL BLANCO DE PENCA**, enviadas por el Dr. Ranferi Maldonado Torres de la Universidad Autónoma de Chapingo.

| Muestra                         | Número de registro |
|---------------------------------|--------------------|
| Aceite de Copal Negro           | STE-9472           |
| Aceite de Copal Blanco de Penca | STE-9473           |

Se recibieron 2 muestras del Dr. Ranferi Maldonado Torres de la Universidad Autónoma de Chapingo, etiquetadas como se muestra en la imagen. Los aceites esenciales de copal negro y blanco se recibieron en un microtubo de 1.5 ml, acompañados cada uno de un trozo de copal sólido, al cual no se les hizo ningún análisis.



### INSTRUMENTOS UTILIZADOS Y CONDICIONES EXPERIMENTALES

El análisis se realizó en un cromatógrafo de gases (CG) acoplado a un espectrómetro de masas (EM) Agilent Technologies 7890B-5977A-MSD. El software de adquisición utilizado fue el MassHunter GC/MS Versión Acquisition B.07.02.1938.

Secretaría Técnica: secretaria.tecnica@iquimica.unam.mx

CIRCUITO EXTERIOR S/N, CIUDAD UNIVERSITARIA, ALCALDÍA COYOACÁN, C.P. 04510  
CIUDAD DE MÉXICO, TEL. 55 5622 4442





#### Condiciones experimentales.

Se tomaron 25  $\mu\text{L}$  de cada muestra del aceite y se diluyeron con 1 ml de diclorometano. La separación se llevó a cabo inyectando 1  $\mu\text{L}$  de la disolución en una columna HP-5MS (30.0 m x 0.25 mm x 0.25  $\mu\text{m}$  de diámetro interno). Se usó helio como gas acarreador a un flujo de 1.0 mL/min. La temperatura del inyector fue de 280°C. Programa de temperatura para la separación:  $T_{\text{inicial}} = 40^\circ\text{C}$  por 1 minuto,  $T_{\text{intermedia}} = 200^\circ\text{C}$  por 1 minuto con una rampa de 8°C por minuto y  $T_{\text{final}} = 310^\circ\text{C}$  por 8.7 minutos, con una rampa de temperatura 15°C/min en modo Split 50:1. La espectrometría de masas se realizó en modo de ionización de Impacto Electrónico, 70 eV en un intervalo de 30 a 600 ( $m/z$ ). La base de datos, para comparar el espectro de masas obtenido, es la perteneciente al Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (National Institute of Standards and Technology NIST, versión 14.0)

#### Resultados.

Se anexan los cromatogramas obtenidos para las 2 muestras, así como la identificación de las sustancias por el análisis de CG-EM.

Atentamente

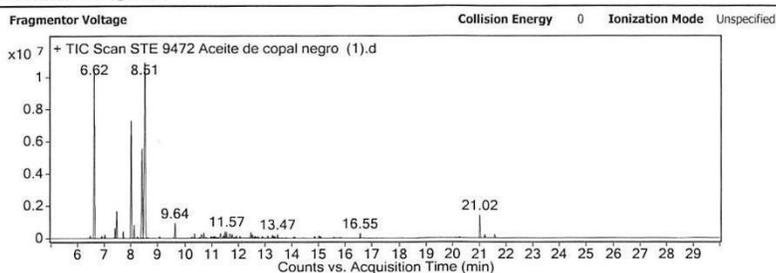
Dra. Patricia Cano Sánchez  
Responsable de Servicios Analíticos  
Instituto de Química, UNAM



## Qualitative Analysis Report

|                               |                                      |                               |   |
|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|---|
| <b>Data Filename</b>          | STE 9472 Aceite de copal negro (1).D | <b>Sample Name</b>            | STE 9472 Aceite de copal negro (1)  |
| <b>Sample Type</b>            |                                      | <b>Position</b>               | 103   |
| <b>Instrument Name</b>        | 7890B-5977A-MSD                      | <b>User Name</b>              | M. en C. Mayra Leon Santiago  |
| <b>Acq Method</b>             | SCAN GENERAL.MLS.M                   | <b>Acquired Time</b>          | 10/03/2023 10:00:19 p.m.  |
| <b>IRM Calibration Status</b> | Not Applicable                       | <b>DA Method</b>              | Mayra reporte completo.m  |
| <b>Comment</b>                |                                      |                               |   |
| <b>Expected Barcode</b>       |                                      | <b>Sample Amount</b>          |   |
| <b>Dual Inj Vol</b>           | 1                                    | <b>TuneName</b>               | atune.u   |
| <b>TunePath</b>               | D:\MassHunter\GCMS\1\5977            | <b>MSFirmwareVersion</b>      | 6.00.21   |
| <b>Acquisition Time #2</b>    | 2023-03-11 04:00:19Z                 | <b>OperatorName</b>           | M. en C. Mayra Leon Santiago  |
| <b>RunCompletedFlag</b>       | True                                 | <b>Acquisition SW Version</b> | MassHunter GC/MS<br>Acquisition B.07.02.1938 08-Sep-2014 Copyright © 1989-2014 Agilent Technologies, Inc. |

### User Chromatograms



### Integration Peak List

| Peak | Start | RT    | End   | Height      | Area        |
|------|-------|-------|-------|-------------|-------------|
| 1    | 6.43  | 6.46  | 6.5   | 159712.32   | 261139.59   |
| 2    | 6.56  | 6.62  | 6.66  | 10424653.14 | 20709597    |
| 3    | 6.84  | 6.9   | 6.97  | 148244.44   | 279036.74   |
| 4    | 6.97  | 7.01  | 7.05  | 235286.85   | 363484.75   |
| 5    | 7.35  | 7.38  | 7.42  | 641293.24   | 1044118.38  |
| 6    | 7.42  | 7.45  | 7.53  | 1661183.29  | 2772211.55  |
| 7    | 7.67  | 7.7   | 7.79  | 435770.72   | 708433.83   |
| 8    | 7.94  | 8     | 8.06  | 7283219.05  | 13746656.18 |
| 9    | 8.07  | 8.11  | 8.19  | 820701.6    | 1354233.72  |
| 10   | 8.2   | 8.24  | 8.26  | 75514.79    | 124395.93   |
| 11   | 8.35  | 8.41  | 8.45  | 5568796.62  | 13609757.52 |
| 12   | 8.45  | 8.51  | 8.59  | 12102191.41 | 35264416.54 |
| 13   | 9.02  | 9.06  | 9.09  | 113729.38   | 176675.26   |
| 14   | 9.58  | 9.64  | 9.7   | 928185.35   | 1775183.57  |
| 15   | 10.21 | 10.27 | 10.32 | 77124.34    | 158238.37   |
| 16   | 10.32 | 10.36 | 10.42 | 284584.91   | 506998.12   |
| 17   | 10.49 | 10.55 | 10.58 | 51477.13    | 111081.23   |
| 18   | 10.58 | 10.62 | 10.67 | 228110.07   | 574631.41   |
| 19   | 10.67 | 10.71 | 10.76 | 339588.73   | 671005.25   |
| 20   | 10.76 | 10.8  | 10.85 | 62497.48    | 126906.18   |
| 21   | 10.94 | 10.98 | 11.01 | 122237.14   | 220433.54   |
| 22   | 11.01 | 11.04 | 11.05 | 61485.14    | 95302.18    |
| 23   | 11.05 | 11.08 | 11.09 | 105731.14   | 201333.92   |
| 24   | 11.09 | 11.12 | 11.15 | 131262.14   | 241657.97   |
| 25   | 11.15 | 11.17 | 11.2  | 48939.14    | 100423.64   |
| 26   | 11.2  | 11.23 | 11.26 | 62268.14    | 117705.58   |
| 27   | 11.26 | 11.33 | 11.37 | 301943.14   | 661280.96   |
| 28   | 11.37 | 11.4  | 11.42 | 56372.14    | 92591.94    |

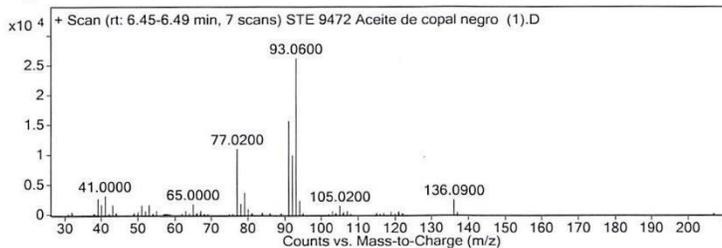


## Qualitative Analysis Report

|    |       |       |       |            |            |
|----|-------|-------|-------|------------|------------|
| 29 | 11.42 | 11.45 | 11.48 | 188802.14  | 365110.88  |
| 30 | 11.48 | 11.5  | 11.53 | 418638.64  | 726542.2   |
| 31 | 11.53 | 11.57 | 11.6  | 424668     | 725152.34  |
| 32 | 11.64 | 11.7  | 11.73 | 264199     | 737101.12  |
| 33 | 11.73 | 11.77 | 11.82 | 235323     | 451729.6   |
| 34 | 11.82 | 11.87 | 11.9  | 58075      | 112706.26  |
| 35 | 11.9  | 11.94 | 11.97 | 147320     | 254955.85  |
| 36 | 12.03 | 12.06 | 12.1  | 128826.15  | 224820.46  |
| 37 | 12.43 | 12.47 | 12.5  | 361663.32  | 613894.17  |
| 38 | 12.5  | 12.53 | 12.57 | 226100.56  | 375195.33  |
| 39 | 12.57 | 12.61 | 12.63 | 92333.21   | 166870.6   |
| 40 | 12.63 | 12.65 | 12.7  | 106236.03  | 223254.36  |
| 41 | 12.7  | 12.73 | 12.79 | 97287.17   | 239328.29  |
| 42 | 12.87 | 12.9  | 12.94 | 95653.41   | 167202.66  |
| 43 | 13.06 | 13.11 | 13.19 | 134901.52  | 280520.58  |
| 44 | 13.23 | 13.27 | 13.31 | 200232.76  | 418659.82  |
| 45 | 13.31 | 13.33 | 13.35 | 102492.53  | 168786.71  |
| 46 | 13.35 | 13.36 | 13.41 | 84369.37   | 147751.64  |
| 47 | 13.43 | 13.47 | 13.51 | 234749.91  | 392280.85  |
| 48 | 13.73 | 13.78 | 13.86 | 39303.51   | 86145.68   |
| 49 | 14.01 | 14.07 | 14.09 | 70770.42   | 133201.97  |
| 50 | 14.09 | 14.1  | 14.19 | 49936.41   | 116893.53  |
| 51 | 14.79 | 14.85 | 14.9  | 111005.97  | 197250.51  |
| 52 | 14.96 | 15.01 | 15.05 | 147168.07  | 315968.23  |
| 53 | 15.05 | 15.07 | 15.15 | 86277.18   | 171346.57  |
| 54 | 15.52 | 15.58 | 15.63 | 54469.12   | 133615.69  |
| 55 | 15.79 | 15.82 | 15.87 | 40689.02   | 79108.13   |
| 56 | 16.51 | 16.55 | 16.62 | 304339.12  | 535891.8   |
| 57 | 20.21 | 20.25 | 20.29 | 46634.49   | 84781.12   |
| 58 | 20.97 | 21.02 | 21.13 | 1423114.51 | 2610806.33 |
| 59 | 21.15 | 21.21 | 21.26 | 232758.68  | 428150.35  |
| 60 | 21.5  | 21.57 | 21.67 | 210658.57  | 502588.51  |

### User Spectra

Spectrum Source: Peak (1) in "+ TIC Scan"      Collision Energy: 0      Ionization Mode: Unspecified

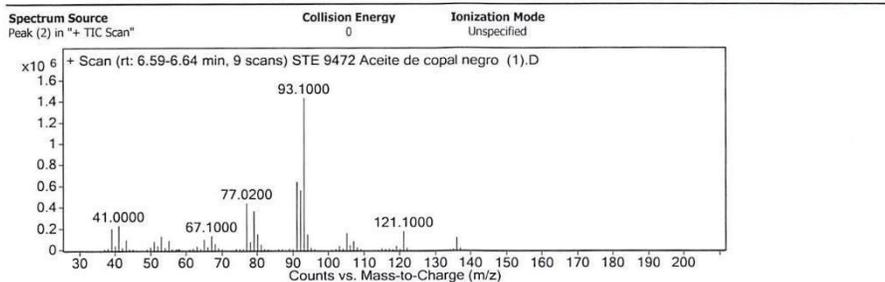


### Peak List

| m/z   | Abund    |
|-------|----------|
| 39.02 | 2594.86  |
| 39.95 | 1609.43  |
| 41    | 3072     |
| 43.05 | 1517.57  |
| 51    | 1479.29  |
| 53.02 | 1531.71  |
| 65    | 1674.14  |
| 77.02 | 10918.86 |
| 77.99 | 1722     |
| 79.07 | 3609.57  |
| 91.07 | 15574.14 |
| 92.07 | 9822     |
| 93.06 | 26133.57 |
| 94.05 | 2240.29  |

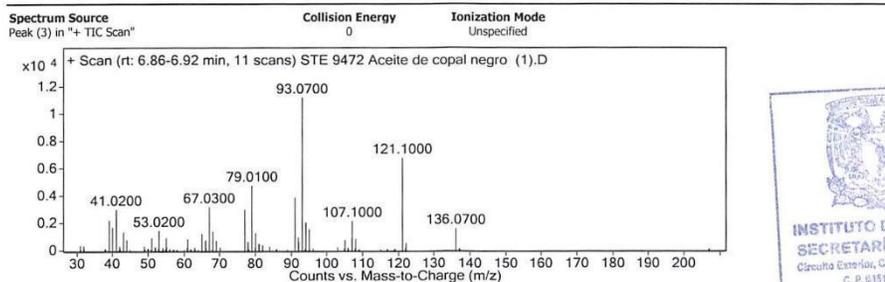
## Qualitative Analysis Report

136.09 2397.43



**Peak List**

| m/z   | z | Abund      |
|-------|---|------------|
| 39    |   | 194932.44  |
| 41    |   | 222636.44  |
| 53    |   | 122224.89  |
| 65    |   | 91079.11   |
| 67.1  |   | 125290.66  |
| 77.02 |   | 434309.34  |
| 79.1  |   | 361712     |
| 80.1  |   | 142300.44  |
| 91.1  |   | 635371.56  |
| 92.1  |   | 556716.44  |
| 93.1  | 1 | 1427783.13 |
| 94.1  | 1 | 139490.67  |
| 105.1 |   | 153089.78  |
| 121.1 | 1 | 169356.44  |
| 136.1 | 1 | 110116.45  |



**Peak List**

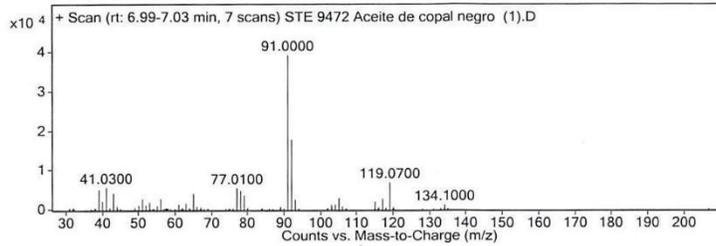
| m/z   | z | Abund    |
|-------|---|----------|
| 39    |   | 2155.45  |
| 39.98 |   | 1638     |
| 41.02 |   | 2942.91  |
| 53.02 |   | 1390.73  |
| 67.03 |   | 3122.36  |
| 68.06 |   | 1334.64  |
| 77.03 |   | 2938     |
| 79.01 |   | 4696.36  |
| 91.01 |   | 3835.27  |
| 93.07 |   | 11135.82 |
| 94.07 |   | 1995.82  |
| 94.99 |   | 1504.18  |
| 107.1 |   | 2097.45  |



## Qualitative Analysis Report

|        |   |         |
|--------|---|---------|
| 121.1  | 1 | 6716.36 |
| 136.07 |   | 1553.45 |

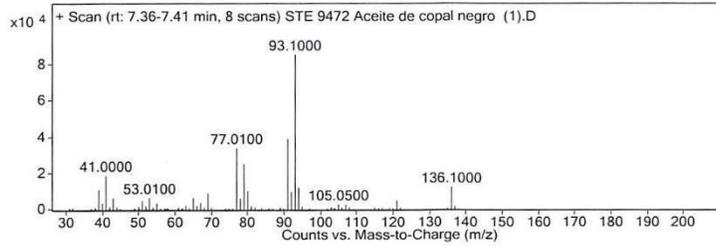
**Spectrum Source**                      **Collision Energy**                      **Ionization Mode**  
 Peak (4) in "+" TIC Scan"                      0                      Unspecified



**Peak List**

| m/z    | Abund    |
|--------|----------|
| 39     | 4916.14  |
| 41.03  | 5474.86  |
| 43.01  | 3999.57  |
| 50.99  | 2533.43  |
| 56.03  | 2569.86  |
| 65.03  | 3890.71  |
| 77.01  | 5307.86  |
| 78.02  | 4652.57  |
| 79.03  | 3460     |
| 91     | 39167.29 |
| 92.08  | 17651.29 |
| 93.04  | 2369.14  |
| 105.03 | 2762.71  |
| 117.08 | 2599.86  |
| 119.07 | 6727.71  |

**Spectrum Source**                      **Collision Energy**                      **Ionization Mode**  
 Peak (5) in "+" TIC Scan"                      0                      Unspecified



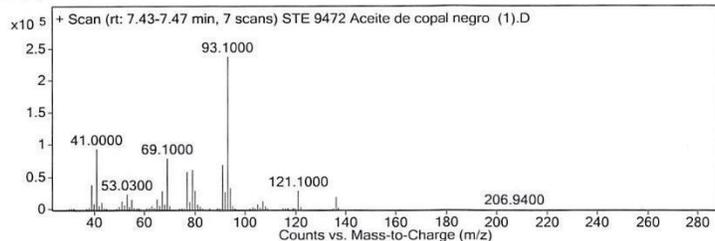
**Peak List**

| m/z   | Abund    |
|-------|----------|
| 39    | 10681.75 |
| 41    | 18455.88 |
| 43    | 6015.13  |
| 53.01 | 6173.88  |
| 65.01 | 6051.75  |
| 69.08 | 8714.75  |
| 77.01 | 33480    |
| 78.01 | 5750.5   |
| 79.02 | 24739.88 |
| 80.05 | 9902.63  |
| 91.09 | 38455.25 |
| 92.07 | 9382     |

## Qualitative Analysis Report

|       |          |
|-------|----------|
| 93.1  | 85259.75 |
| 94.07 | 11605.63 |
| 136.1 | 11845    |

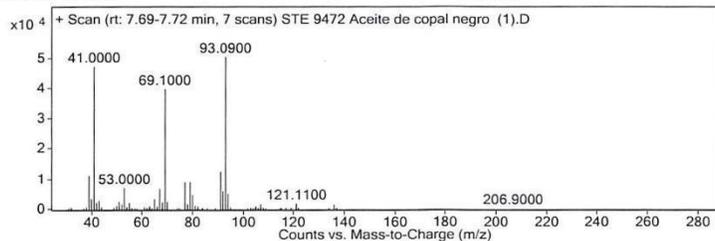
**Spectrum Source** Collision Energy Ionization Mode  
 Peak (6) in "+ TIC Scan" 0 Unspecified



**Peak List**

| m/z   | z | Abund    |
|-------|---|----------|
| 39    |   | 37175.14 |
| 41    |   | 92990.86 |
| 53.03 |   | 22617.43 |
| 65.02 |   | 14591.71 |
| 67.03 |   | 27431.57 |
| 69.1  | 1 | 78278.86 |
| 77    |   | 57376.43 |
| 79.07 |   | 60531.29 |
| 80.06 |   | 28050.57 |
| 91.09 |   | 68735.86 |
| 92.02 |   | 26217    |
| 93.1  |   | 236992   |
| 94.1  |   | 32204.57 |
| 121.1 | 1 | 28296.43 |
| 136.1 | 1 | 18586.86 |

**Spectrum Source** Collision Energy Ionization Mode  
 Peak (7) in "+ TIC Scan" 0 Unspecified



**Peak List**

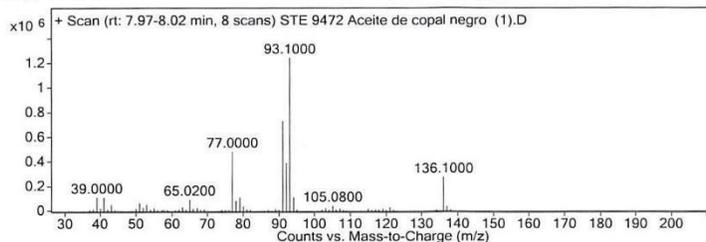
| m/z   | z | Abund    |
|-------|---|----------|
| 39    |   | 11113.43 |
| 39.98 |   | 3239.71  |
| 41    | 1 | 47107.71 |
| 43.01 |   | 2622.14  |
| 53    |   | 6967.57  |
| 65.03 |   | 3158.43  |
| 67.03 |   | 6681.43  |
| 69.1  |   | 39616.14 |
| 77    |   | 8762.57  |
| 79.02 |   | 8851.43  |
| 80    |   | 4572.71  |



## Qualitative Analysis Report

|       |          |
|-------|----------|
| 91.08 | 12309.57 |
| 92.04 | 5814.86  |
| 93.09 | 50278    |
| 94.06 | 4977.14  |

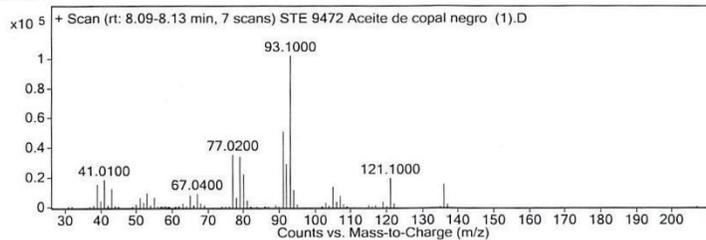
**Spectrum Source** Collision Energy Ionization Mode  
 Peak (8) in "+ TIC Scan" 0 Unspecified



**Peak List**

| m/z    | z | Abund    |
|--------|---|----------|
| 39     |   | 105453   |
| 41     |   | 105218   |
| 43.05  |   | 44983.25 |
| 51     |   | 60694.75 |
| 53     |   | 45200.25 |
| 65.02  |   | 87364    |
| 77     |   | 478644   |
| 78.02  |   | 77355    |
| 79.08  |   | 106278   |
| 91.1   |   | 725547   |
| 92.1   |   | 384184   |
| 93.1   | 1 | 1241016  |
| 94.1   | 1 | 105659   |
| 105.08 |   | 36260.88 |
| 136.1  | 1 | 267918   |

**Spectrum Source** Collision Energy Ionization Mode  
 Peak (9) in "+ TIC Scan" 0 Unspecified



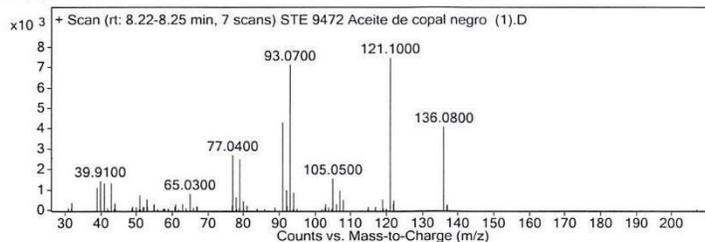
**Peak List**

| m/z   | z | Abund    |
|-------|---|----------|
| 39    |   | 15143.86 |
| 41.01 |   | 18303.57 |
| 43.03 |   | 12250.43 |
| 53    |   | 9175.71  |
| 67.04 |   | 8759.71  |
| 77.02 |   | 35221.14 |
| 79.03 |   | 33960.43 |
| 80.04 |   | 21997.71 |
| 91.1  |   | 50672.29 |
| 92.02 |   | 29026.71 |

## Qualitative Analysis Report

|        |   |           |
|--------|---|-----------|
| 93.1   |   | 101718.86 |
| 94.07  |   | 11184.57  |
| 105.09 |   | 13416.71  |
| 121.1  |   | 19461.29  |
| 136.1  | 1 | 15235.14  |

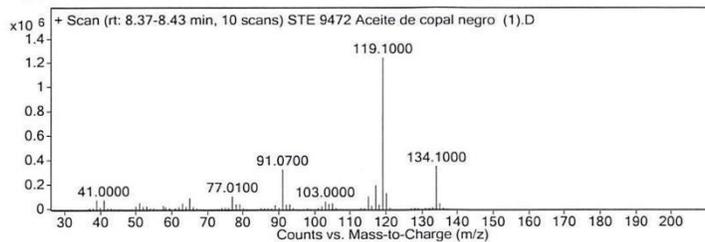
**Spectrum Source** Collision Energy Ionization Mode  
 Peak (10) in "+ TIC Scan" 0 Unspecified



**Peak List**

| m/z    | z | Abund   |
|--------|---|---------|
| 38.99  |   | 1082.86 |
| 39.91  |   | 1415.71 |
| 41.02  |   | 1301.43 |
| 43     |   | 1307    |
| 65.03  |   | 784.29  |
| 77.04  |   | 2674.29 |
| 79.04  |   | 2479    |
| 91.04  |   | 4308.57 |
| 92.05  |   | 966.29  |
| 93.07  |   | 7125.71 |
| 94.05  |   | 843.29  |
| 105.05 |   | 1540    |
| 107.07 |   | 946     |
| 121.1  | 1 | 7473    |
| 136.08 |   | 4076.86 |

**Spectrum Source** Collision Energy Ionization Mode  
 Peak (11) in "+ TIC Scan" 0 Unspecified



**Peak List**

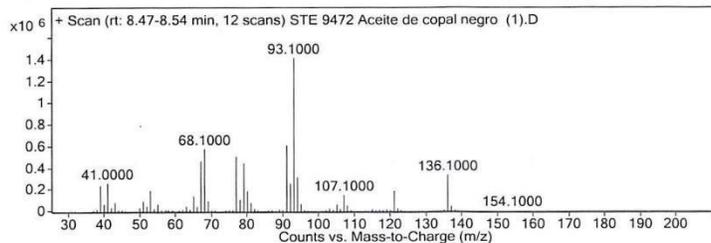
| m/z   | z | Abund    |
|-------|---|----------|
| 39    |   | 68834.4  |
| 41    | 1 | 69026.4  |
| 51    |   | 47365.6  |
| 63    |   | 41145.5  |
| 65    |   | 84900.8  |
| 77.01 |   | 100305.6 |
| 91.07 | 1 | 321540   |
| 103   |   | 59029    |
| 105.1 |   | 43826.7  |



## Qualitative Analysis Report

|        |   |           |
|--------|---|-----------|
| 115.06 |   | 98160.8   |
| 117.1  |   | 191919.2  |
| 119.1  | 1 | 1241856   |
| 120.1  | 1 | 125819.2  |
| 134.1  | 1 | 346004.81 |
| 135.1  | 1 | 38095.6   |

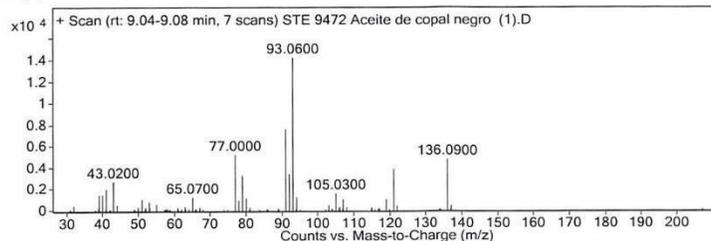
Spectrum Source: Peak (12) in "+ TIC Scan"      Collision Energy: 0      Ionization Mode: Unspecified



**Peak List**

| m/z   | z | Abund      |
|-------|---|------------|
| 39    |   | 231316.67  |
| 41    |   | 253707.33  |
| 53    |   | 186828.67  |
| 67.1  |   | 458088.66  |
| 68.1  |   | 568712     |
| 77.02 |   | 500602.66  |
| 79.1  |   | 439030     |
| 80.1  |   | 182398     |
| 91.1  |   | 603560.69  |
| 92.1  |   | 250712     |
| 93.1  |   | 1408645.38 |
| 94.1  |   | 308460     |
| 107.1 |   | 143596.67  |
| 121.1 | 1 | 181847.33  |
| 136.1 | 1 | 326772     |

Spectrum Source: Peak (13) in "+ TIC Scan"      Collision Energy: 0      Ionization Mode: Unspecified



**Peak List**

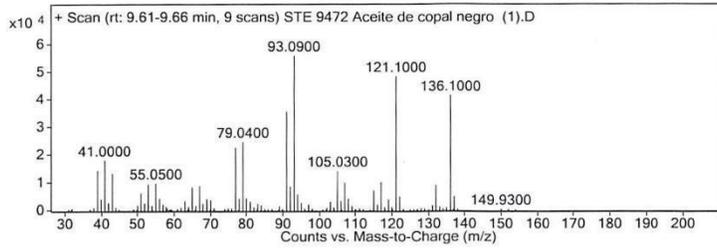
| m/z   | Abund   |
|-------|---------|
| 39.03 | 1415.29 |
| 39.93 | 1443.29 |
| 41.03 | 1966.14 |



## Qualitative Analysis Report

| m/z    | Abund    |
|--------|----------|
| 43.02  | 2651.71  |
| 65.07  | 1182.43  |
| 77     | 5174     |
| 79     | 3217.71  |
| 80.04  | 1126     |
| 91.06  | 7560     |
| 92.07  | 3346.43  |
| 93.06  | 14186.71 |
| 94.04  | 1193.71  |
| 105.03 | 1540.14  |
| 121.1  | 3813.29  |
| 136.09 | 4730.14  |

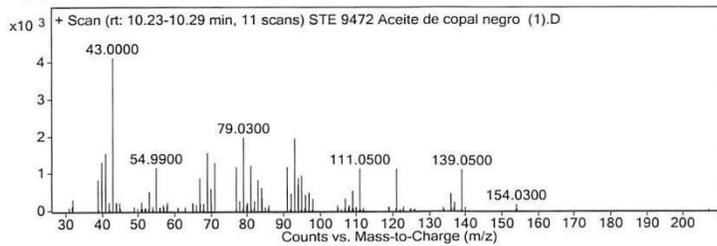
Spectrum Source: Peak (14) in "+ TIC Scan"  
 Collision Energy: 0  
 Ionization Mode: Unspecified



**Peak List**

| m/z    | z | Abund    |
|--------|---|----------|
| 39     |   | 14075.11 |
| 41     |   | 17797.11 |
| 43.02  |   | 13043.11 |
| 53     |   | 9131.78  |
| 55.05  |   | 9482.11  |
| 77     |   | 22368    |
| 79.04  |   | 24388.45 |
| 91.04  |   | 35304.89 |
| 93.09  |   | 55741.89 |
| 105.03 |   | 13883.78 |
| 107.08 |   | 9742     |
| 117    | 1 | 9905.89  |
| 121.1  | 1 | 48187.78 |
| 132.03 |   | 8847.67  |
| 136.1  | 1 | 41305.67 |

Spectrum Source: Peak (15) in "+ TIC Scan"  
 Collision Energy: 0  
 Ionization Mode: Unspecified



**Peak List**

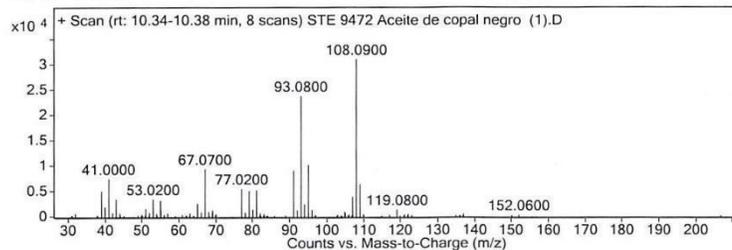
| m/z   | Abund   |
|-------|---------|
| 39.92 | 1301.18 |
| 41.02 | 1533.09 |



## Qualitative Analysis Report

|        |         |
|--------|---------|
| 43     | 4113.55 |
| 54.99  | 1148.91 |
| 69.04  | 1547.64 |
| 71.04  | 1278.82 |
| 77.02  | 1164.64 |
| 79.03  | 1964.09 |
| 81.04  | 1202.55 |
| 91.01  | 1165.64 |
| 93.05  | 1935.91 |
| 95.01  | 934.27  |
| 111.05 | 1118.91 |
| 121.09 | 1109.09 |
| 139.05 | 1090.27 |

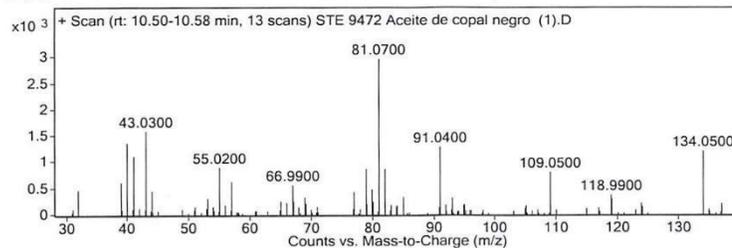
Spectrum Source: Peak (16) in "+ TIC Scan"  
 Collision Energy: 0  
 Ionization Mode: Unspecified



**Peak List**

| m/z    | Abund    |
|--------|----------|
| 39     | 4880.88  |
| 41     | 7340.63  |
| 43     | 3310.88  |
| 53.02  | 3325.75  |
| 55     | 3054.88  |
| 67.07  | 9262.63  |
| 77.02  | 5389.13  |
| 79.05  | 4977.5   |
| 81.07  | 5079.38  |
| 91.04  | 8904.88  |
| 93.08  | 23672.13 |
| 95.08  | 10076.88 |
| 107.08 | 3766.75  |
| 108.09 | 30985.25 |
| 109.08 | 6271.63  |

Spectrum Source: Peak (17) in "+ TIC Scan"  
 Collision Energy: 0  
 Ionization Mode: Unspecified

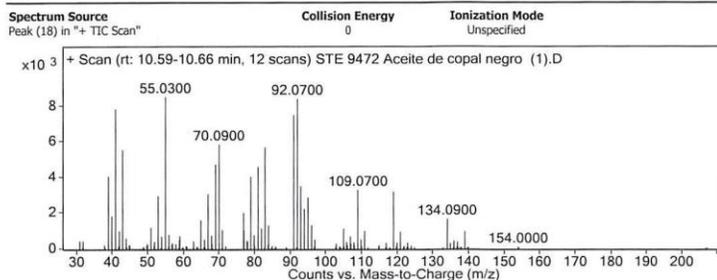


**Peak List**

| m/z   | z | Abund  |
|-------|---|--------|
| 31.93 |   | 450.54 |

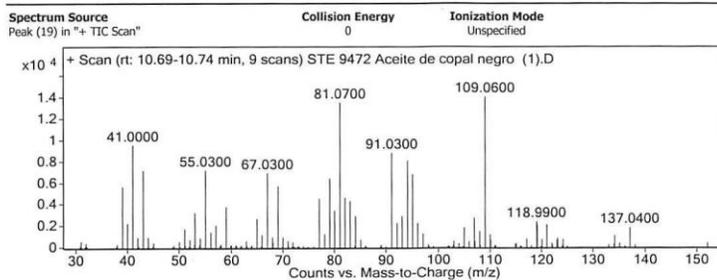
# Qualitative Analysis Report

|        |   |         |
|--------|---|---------|
| 38.97  |   | 594.23  |
| 39.94  |   | 1347.23 |
| 41.02  |   | 1097.38 |
| 43.03  |   | 1579.31 |
| 55.02  |   | 880.38  |
| 57.04  | 1 | 610.54  |
| 66.99  |   | 548.31  |
| 78.98  |   | 851.46  |
| 79.96  |   | 463.62  |
| 81.07  |   | 2959.08 |
| 82.06  |   | 846.23  |
| 91.04  |   | 1274.08 |
| 109.05 |   | 791.46  |
| 134.05 |   | 1197.31 |



**Peak List**

| m/z    | Abund   |
|--------|---------|
| 39     | 3999.83 |
| 41     | 7792.75 |
| 43     | 5492.08 |
| 55.03  | 8461.75 |
| 67.01  | 3008.58 |
| 69.07  | 4678.25 |
| 70.09  | 5806.58 |
| 79.06  | 3987    |
| 81.07  | 4557.08 |
| 83.02  | 5653.25 |
| 91.04  | 7460.83 |
| 92.07  | 8356.92 |
| 93.05  | 3458.67 |
| 109.07 | 3244.25 |
| 119.08 | 3149.17 |



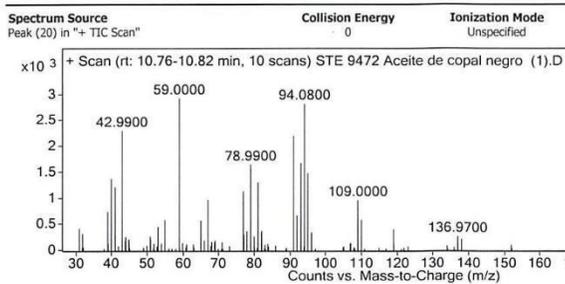
**Peak List**

| m/z      | Abund |
|----------|-------|
| 41.0000  |       |
| 55.0300  |       |
| 67.0300  |       |
| 81.0700  |       |
| 91.0300  |       |
| 109.0600 |       |
| 118.9900 |       |
| 137.0400 |       |



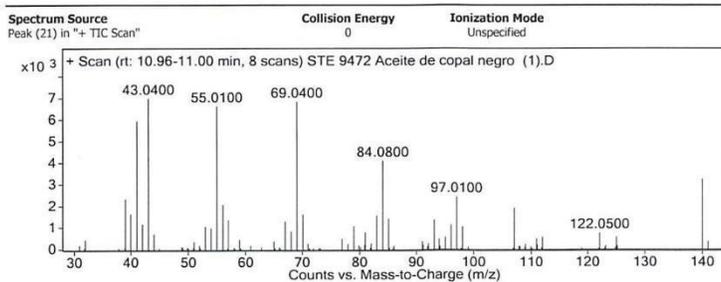
## Qualitative Analysis Report

|        |          |
|--------|----------|
| 39     | 5574.56  |
| 41     | 9488.33  |
| 43     | 7108.44  |
| 55.03  | 7124.78  |
| 67.03  | 6848.33  |
| 69.07  | 5634.33  |
| 77.05  | 4480.44  |
| 79.05  | 6357.78  |
| 81.07  | 13486.67 |
| 82.05  | 4541.44  |
| 83.04  | 4248.22  |
| 91.03  | 8749     |
| 94.07  | 8028.89  |
| 95.03  | 6722.78  |
| 109.06 | 14040.56 |



**Peak List**

| m/z   | z | Abund  |
|-------|---|--------|
| 38.99 |   | 726.2  |
| 39.95 |   | 1357.8 |
| 41.01 |   | 1195.5 |
| 42.99 |   | 2288.1 |
| 59    |   | 2910.5 |
| 67.02 |   | 951    |
| 76.98 |   | 1117.3 |
| 78.99 |   | 1634.3 |
| 79.1  | 1 | 1553.5 |
| 81.06 |   | 1293.1 |
| 91.01 |   | 2183.5 |
| 93.03 |   | 1663.3 |
| 94.08 |   | 2808.2 |
| 95.01 |   | 1468   |
| 109   |   | 944.7  |

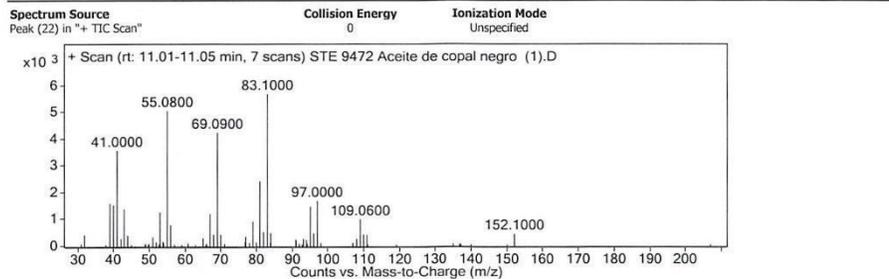


**Peak List**



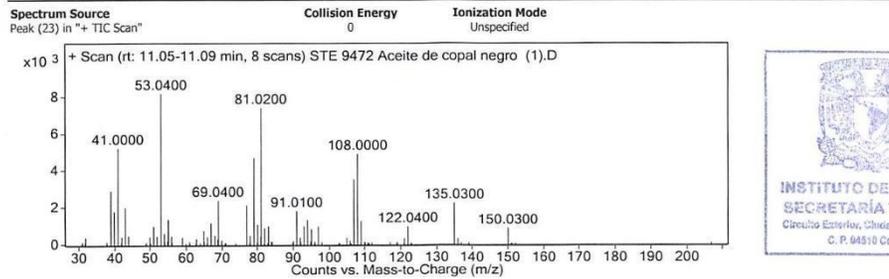
## Qualitative Analysis Report

| <i>m/z</i> | Abund   |
|------------|---------|
| 39.01      | 2287.25 |
| 39.94      | 1606.13 |
| 41.01      | 5904.13 |
| 43.04      | 6954    |
| 55.01      | 6592    |
| 56.05      | 2046.63 |
| 69.04      | 6794.75 |
| 70.07      | 1587.88 |
| 83.03      | 1527.75 |
| 84.08      | 4065.25 |
| 85.09      | 1390.13 |
| 93.07      | 1332.13 |
| 97.01      | 2401.25 |
| 107.08     | 1882.63 |
| 140.09     | 3221.88 |



**Peak List**

| <i>m/z</i> | z | Abund   |
|------------|---|---------|
| 38.99      |   | 1564.14 |
| 39.97      |   | 1502    |
| 41         |   | 3544.43 |
| 42.98      |   | 1351.29 |
| 53.01      |   | 1236.86 |
| 55.08      |   | 5028.29 |
| 56.02      |   | 765.71  |
| 67.03      |   | 1181.71 |
| 69.09      |   | 4217    |
| 79.04      |   | 885.29  |
| 81         |   | 2392    |
| 83.1       |   | 5657.71 |
| 95.09      |   | 1457    |
| 97         | 1 | 1662.71 |
| 109.06     |   | 973.29  |

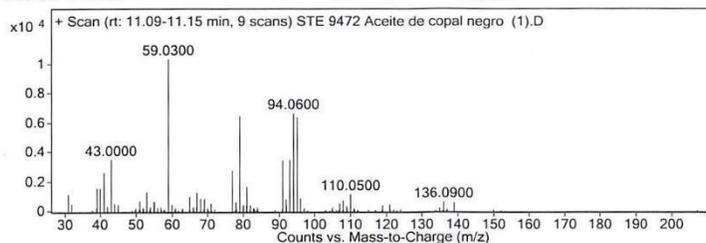


## Qualitative Analysis Report

**Peak List**

| <i>m/z</i> | Abund   |
|------------|---------|
| 39         | 2886.5  |
| 39.96      | 1738.38 |
| 41         | 5196.63 |
| 43.01      | 1967.38 |
| 53.04      | 8171.88 |
| 55.07      | 1309.13 |
| 69.04      | 2353.88 |
| 77.03      | 2106.63 |
| 79.04      | 4670.38 |
| 81.02      | 7399.13 |
| 91.01      | 1777.5  |
| 94.03      | 1279.5  |
| 107.03     | 3493.38 |
| 108        | 4889.38 |
| 135.03     | 2208.75 |

Spectrum Source: Peak (24) in "+ TIC Scan"  
 Collision Energy: 0  
 Ionization Mode: Unspecified



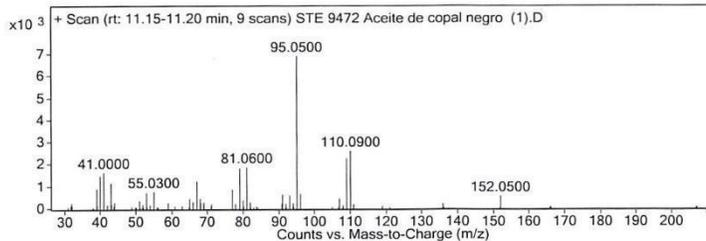
**Peak List**

| <i>m/z</i> | Abund    |
|------------|----------|
| 39.01      | 1520.67  |
| 39.92      | 1496.44  |
| 41         | 2578.11  |
| 43         | 3457     |
| 53.02      | 1249.56  |
| 59.03      | 10308.44 |
| 67.01      | 1223.33  |
| 77.02      | 2712.56  |
| 79.06      | 6426.33  |
| 81.03      | 1616.56  |
| 91.04      | 3400.67  |
| 93.03      | 3422.11  |
| 94.06      | 6613.33  |
| 95.08      | 6340.11  |
| 110.05     | 1107.33  |



Spectrum Source: Peak (25) in "+ TIC Scan"  
 Collision Energy: 0  
 Ionization Mode: Unspecified

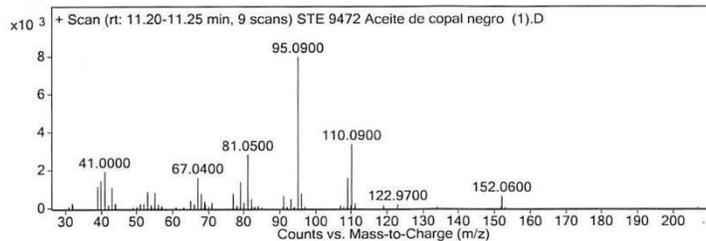
## Qualitative Analysis Report



**Peak List**

| m/z    | Abund   |
|--------|---------|
| 38.97  | 867.22  |
| 39.94  | 1444.56 |
| 41     | 1605.22 |
| 42.98  | 1118.11 |
| 52.98  | 684.67  |
| 55.03  | 735.33  |
| 67     | 1208    |
| 77     | 825.78  |
| 79.07  | 1793.67 |
| 81.06  | 1841.11 |
| 91.04  | 610.78  |
| 95.05  | 6886.89 |
| 96.02  | 622.33  |
| 109.05 | 2238.89 |
| 110.09 | 2569.89 |

**Spectrum Source**                      **Collision Energy**                      **Ionization Mode**  
 Peak (26) in "+ TIC Scan"                      0                      Unspecified



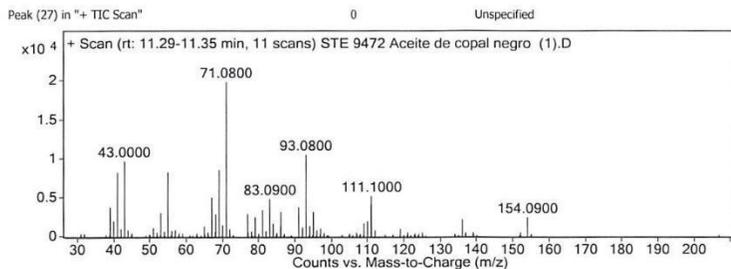
**Peak List**

| m/z    | Abund   |
|--------|---------|
| 39     | 1135.11 |
| 39.92  | 1442.67 |
| 41     | 1906.89 |
| 43.02  | 1085.89 |
| 53.01  | 850.22  |
| 55.03  | 810.22  |
| 67.04  | 1593.44 |
| 68.06  | 749.78  |
| 77.01  | 738     |
| 79.04  | 1370.11 |
| 81.05  | 2799.56 |
| 95.09  | 7957.67 |
| 96.03  | 753     |
| 109.05 | 1561.22 |
| 110.09 | 3342.78 |



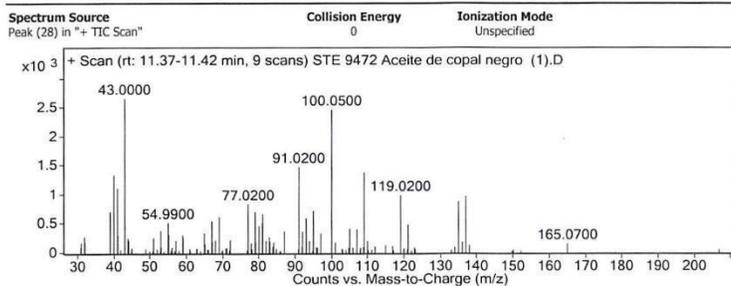
**Spectrum Source**                      **Collision Energy**                      **Ionization Mode**

## Qualitative Analysis Report



**Peak List**

| m/z   | Abund    |
|-------|----------|
| 39.01 | 3639.18  |
| 41.01 | 8108.55  |
| 43    | 9583.91  |
| 55    | 8160.36  |
| 67.03 | 4938.27  |
| 69.05 | 8449.18  |
| 71.08 | 19831.54 |
| 81.06 | 3333.64  |
| 83.09 | 4721.45  |
| 86.1  | 3049.55  |
| 91.03 | 3677     |
| 93.08 | 10439.64 |
| 95.04 | 3083.27  |
| 111   | 4056.18  |
| 111.1 | 5093.45  |

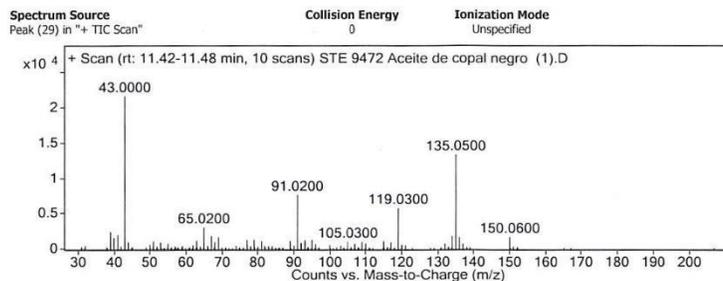


**Peak List**

| m/z    | Abund   |
|--------|---------|
| 39     | 692.78  |
| 39.95  | 1325    |
| 40.99  | 1097.44 |
| 43     | 2650.11 |
| 69.01  | 602.22  |
| 77.02  | 822.33  |
| 78.98  | 688.44  |
| 81.1   | 649.22  |
| 91.02  | 1463.56 |
| 95.03  | 708.44  |
| 100.05 | 2456.22 |
| 109.05 | 1371.89 |
| 119.02 | 976.22  |
| 135.03 | 865.67  |
| 137.08 | 957.78  |

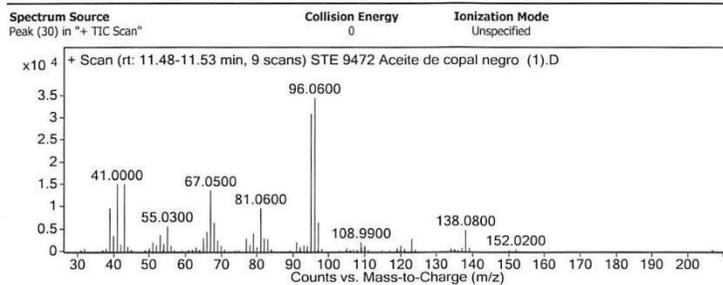


## Qualitative Analysis Report



**Peak List**

| m/z    | z | Abund   |
|--------|---|---------|
| 39.01  |   | 2308    |
| 39.96  |   | 1465.1  |
| 41.03  |   | 1908.7  |
| 43     |   | 21591.6 |
| 65.02  |   | 2938    |
| 67.05  |   | 1733.9  |
| 69.03  |   | 1572.4  |
| 78.99  |   | 1246.1  |
| 91.02  |   | 7561.5  |
| 95.05  |   | 1212.4  |
| 119.03 | 1 | 5681.9  |
| 134.01 |   | 1688    |
| 135.05 |   | 13253.4 |
| 136.07 |   | 1529.8  |
| 150.06 |   | 1572.8  |

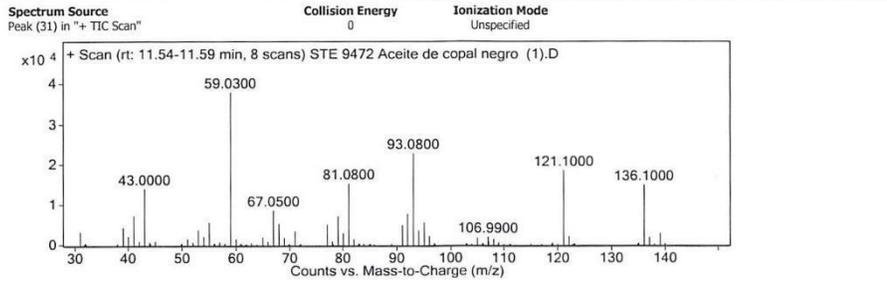


**Peak List**

| m/z    | z | Abund    |
|--------|---|----------|
| 39     |   | 9470.78  |
| 39.98  |   | 3293     |
| 41     |   | 14881.33 |
| 43.01  |   | 14879.33 |
| 53.01  |   | 3547.22  |
| 55.03  |   | 5475.67  |
| 66.04  |   | 4214     |
| 67.05  |   | 13474.44 |
| 68     |   | 6267.67  |
| 79.03  |   | 3829.89  |
| 81.06  |   | 9511.44  |
| 95.02  |   | 30704.33 |
| 96.06  |   | 34363.67 |
| 97.03  | 1 | 6328.22  |
| 138.08 |   | 4613.56  |

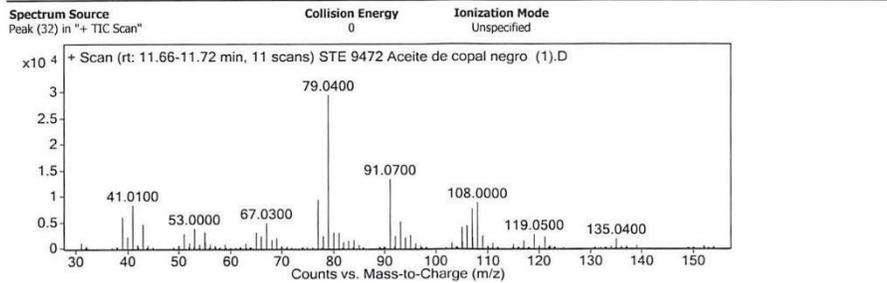


## Qualitative Analysis Report



**Peak List**

| m/z   | z | Abund    |
|-------|---|----------|
| 41.01 |   | 7134.63  |
| 43    |   | 13826.13 |
| 55.04 |   | 5515.13  |
| 59.03 | 1 | 37881.63 |
| 67.05 |   | 8480.38  |
| 68.07 |   | 5183.88  |
| 77.02 |   | 4962     |
| 79.07 |   | 6942.88  |
| 81.08 |   | 15114.13 |
| 91.05 |   | 4776.88  |
| 92.03 |   | 7642.38  |
| 93.08 |   | 22668.38 |
| 95.08 |   | 5446.63  |
| 121.1 | 1 | 18393.5  |
| 136.1 | 1 | 14771.13 |



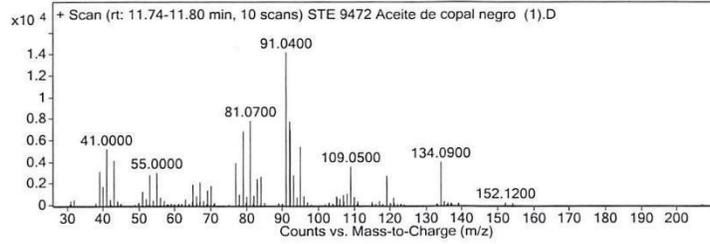
**Peak List**

| m/z    | Abund    |
|--------|----------|
| 39     | 5890     |
| 41.01  | 8179.45  |
| 43     | 4522     |
| 53     | 3648.64  |
| 54.99  | 2972.36  |
| 65.02  | 2896.36  |
| 67.03  | 4734     |
| 77.02  | 9214.18  |
| 79.04  | 29345.18 |
| 91.07  | 13212.09 |
| 93.05  | 5009     |
| 105    | 3889     |
| 106.02 | 4189.27  |
| 107    | 7505.27  |
| 108    | 8683.91  |



## Qualitative Analysis Report

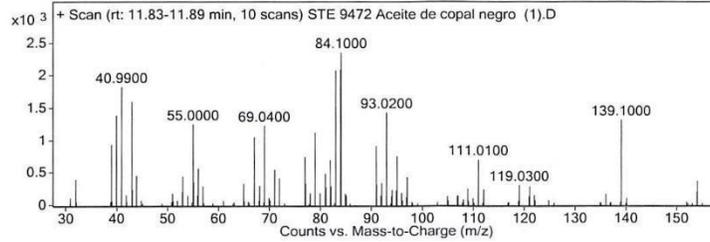
Spectrum Source: Peak (33) in "+ TIC Scan"  
 Collision Energy: 0  
 Ionization Mode: Unspecified



**Peak List**

| m/z    | z | Abund   |
|--------|---|---------|
| 39     |   | 3095.3  |
| 41     |   | 5156.1  |
| 43     |   | 4084.1  |
| 53.01  |   | 2751.1  |
| 55     |   | 2958.3  |
| 77.02  |   | 3871.1  |
| 79.06  |   | 6807.4  |
| 81.07  | 1 | 7787.3  |
| 91.04  |   | 14127.4 |
| 92     |   | 7730.7  |
| 92.1   |   | 6963.3  |
| 93.04  |   | 2742    |
| 95.02  |   | 5351.3  |
| 109.05 |   | 3527.4  |
| 134.09 |   | 3941.2  |

Spectrum Source: Peak (34) in "+ TIC Scan"  
 Collision Energy: 0  
 Ionization Mode: Unspecified

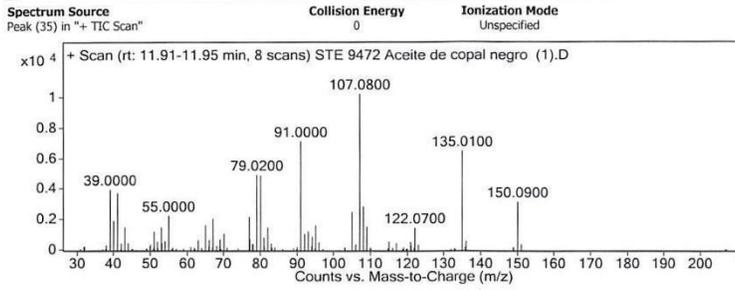


**Peak List**

| m/z   | z | Abund  |
|-------|---|--------|
| 38.98 |   | 927.3  |
| 39.94 |   | 1381.9 |
| 40.99 | 1 | 1821.1 |
| 42.99 |   | 1597.1 |
| 55    |   | 1243.4 |
| 67.05 |   | 1042.7 |
| 69.04 |   | 1221.1 |
| 79    |   | 1114.4 |
| 83.05 |   | 2072.5 |
| 84    |   | 2083.9 |
| 84.1  |   | 2347.5 |
| 90.99 |   | 902.1  |
| 93.02 |   | 1423.6 |
| 95.06 |   | 747.3  |
| 139.1 |   | 1309.5 |

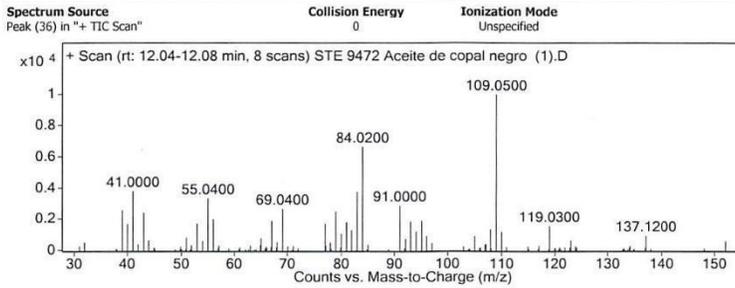


## Qualitative Analysis Report



**Peak List**

| m/z    | Abund    |
|--------|----------|
| 39     | 3920.13  |
| 39.95  | 1875.38  |
| 41     | 3694.5   |
| 55     | 2209.13  |
| 65.02  | 1593.75  |
| 67.04  | 2005.25  |
| 76.99  | 2130     |
| 79.02  | 4881.75  |
| 80.05  | 4839.13  |
| 91     | 7093.88  |
| 105.02 | 2439.63  |
| 107.08 | 10202.63 |
| 108.06 | 2809     |
| 135.01 | 6469.38  |
| 150.09 | 3112.38  |



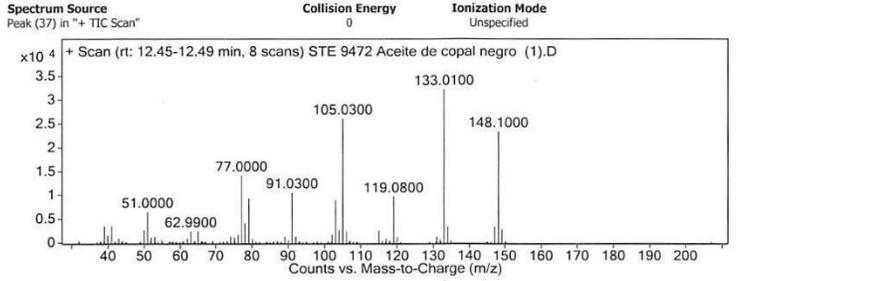
**Peak List**

| m/z   | z | Abund   |
|-------|---|---------|
| 39    |   | 2535    |
| 41    |   | 3768.13 |
| 43    |   | 2381.25 |
| 55.04 |   | 3296.13 |
| 56.04 |   | 1968.5  |
| 67.04 |   | 1847    |
| 69.04 |   | 2626.63 |
| 79    |   | 2455    |
| 81.04 |   | 1768.63 |
| 83    |   | 3706.75 |
| 84.02 |   | 6603.13 |
| 91    |   | 2827.63 |
| 93.03 |   | 1805.13 |
| 95.06 |   | 1871.13 |



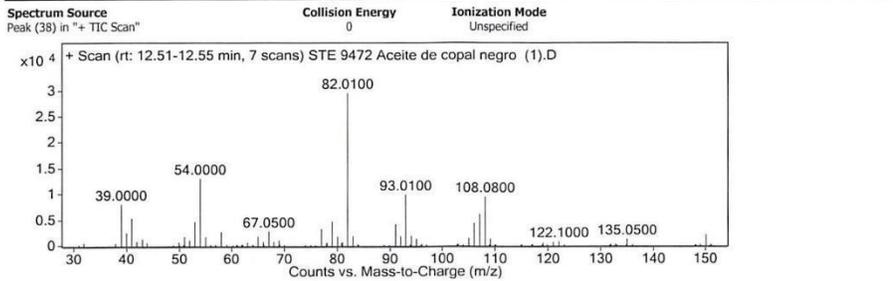
# Qualitative Analysis Report

109.05 | 1 | 9935



**Peak List**

| m/z    | z | Abund    |
|--------|---|----------|
| 39.03  |   | 3386     |
| 41.02  |   | 3470.5   |
| 51     |   | 6398.63  |
| 77     |   | 14097.13 |
| 78.03  |   | 3963.88  |
| 79.06  |   | 9219.38  |
| 91.03  |   | 10503.5  |
| 103.02 |   | 8851.25  |
| 105.03 | 1 | 26003.63 |
| 119.08 |   | 9643.63  |
| 133.01 |   | 32170.75 |
| 134.05 |   | 3229.38  |
| 147.06 |   | 3298.5   |
| 148.1  |   | 23311.25 |
| 149.08 |   | 2681.25  |



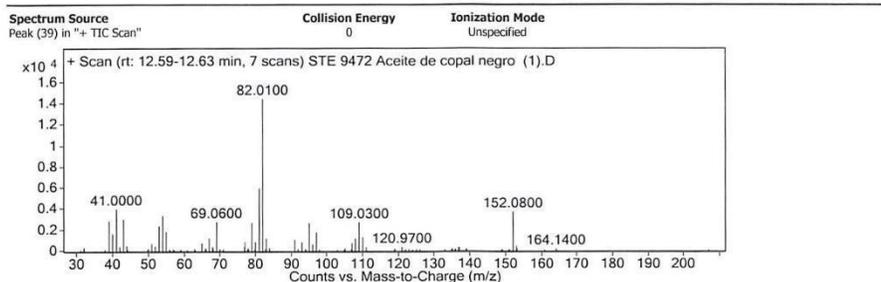
**Peak List**

| m/z    | Abund    |
|--------|----------|
| 39     | 7962     |
| 40     | 2422.71  |
| 41     | 5216.29  |
| 53     | 4528.43  |
| 54     | 12962.57 |
| 58.01  | 2571.86  |
| 67.05  | 2664.29  |
| 77.01  | 3167.29  |
| 79.03  | 4605.29  |
| 82.01  | 29437.57 |
| 91.08  | 4074.86  |
| 93.01  | 9822.43  |
| 106.02 | 4252.57  |



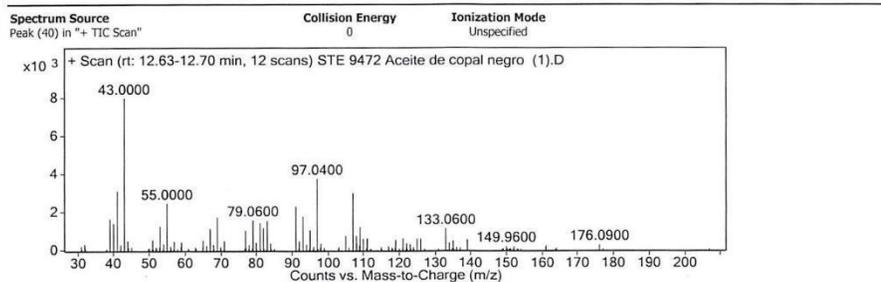
## Qualitative Analysis Report

|        |         |
|--------|---------|
| 107.08 | 5991.71 |
| 108.08 | 9407.86 |



**Peak List**

| m/z    | Abund    |
|--------|----------|
| 38.99  | 2797     |
| 39.97  | 1547.43  |
| 41     | 3921.29  |
| 43.02  | 2942.14  |
| 53.03  | 2296.57  |
| 54.02  | 3270.14  |
| 54.99  | 1771.71  |
| 69.06  | 2685     |
| 79.04  | 2626.57  |
| 81.06  | 5894.86  |
| 82.01  | 14380.57 |
| 95.04  | 2588     |
| 97.04  | 1715     |
| 109.03 | 2648.14  |
| 152.08 | 3646.14  |



**Peak List**

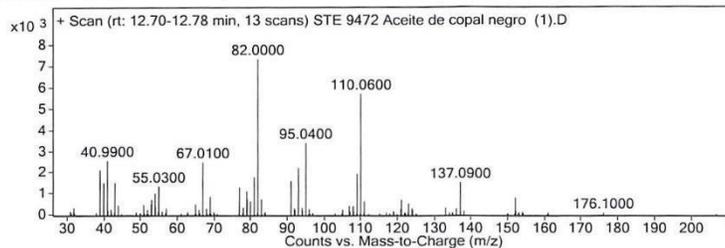
| m/z   | z | Abund   |
|-------|---|---------|
| 38.99 |   | 1612.08 |
| 39.95 |   | 1377.92 |
| 41    |   | 3072.33 |
| 43    |   | 7975.08 |
| 53.03 |   | 1223.25 |
| 55    |   | 2429.42 |
| 69.03 |   | 1693.42 |
| 79.06 |   | 1550.42 |
| 81.04 |   | 1408.58 |
| 83.06 |   | 1514.75 |
| 91.05 |   | 2265.08 |
| 93.08 |   | 1744.83 |



## Qualitative Analysis Report

|        |   |         |
|--------|---|---------|
| 97.04  | 1 | 3728.83 |
| 107.06 |   | 2948.5  |
| 109.06 |   | 1176.5  |

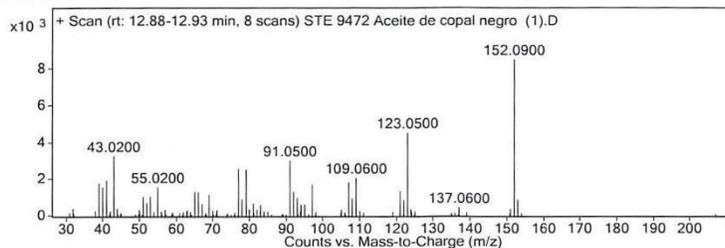
**Spectrum Source** Peak (41) in "+" TIC Scan"      **Collision Energy** 0      **Ionization Mode** Unspecified



**Peak List**

| m/z    | Abund   |
|--------|---------|
| 38.98  | 2090    |
| 39.96  | 1460    |
| 40.99  | 2525.85 |
| 43.01  | 1474.08 |
| 55.03  | 1304.62 |
| 67.01  | 2451.38 |
| 77.01  | 1254.92 |
| 81.04  | 1739.23 |
| 82     | 7326.77 |
| 91.04  | 1558.85 |
| 93.02  | 2189.23 |
| 95.04  | 3366.54 |
| 109.06 | 1909.54 |
| 110.06 | 5690.85 |
| 137.09 | 1493.92 |

**Spectrum Source** Peak (42) in "+" TIC Scan"      **Collision Energy** 0      **Ionization Mode** Unspecified



**Peak List**

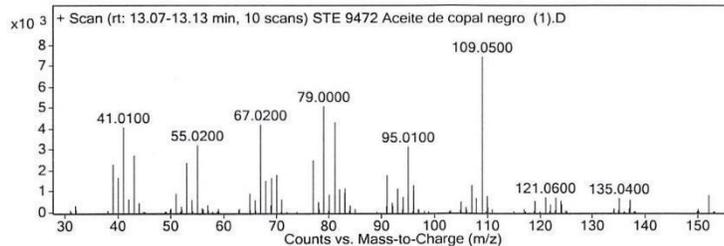
| m/z    | z | Abund   |
|--------|---|---------|
| 38.98  |   | 1755.38 |
| 39.96  |   | 1538.5  |
| 41.03  |   | 1925.38 |
| 43.02  |   | 3246.38 |
| 55.02  |   | 1551.25 |
| 77.02  |   | 2546    |
| 79.07  |   | 2498.88 |
| 91.05  |   | 3001.13 |
| 92.01  |   | 1282.13 |
| 97.04  | 1 | 1709    |
| 107.05 |   | 1799.88 |



## Qualitative Analysis Report

|        |         |
|--------|---------|
| 109.06 | 2049.13 |
| 121.04 | 1314.13 |
| 123.05 | 4518.38 |
| 152.09 | 8463.13 |

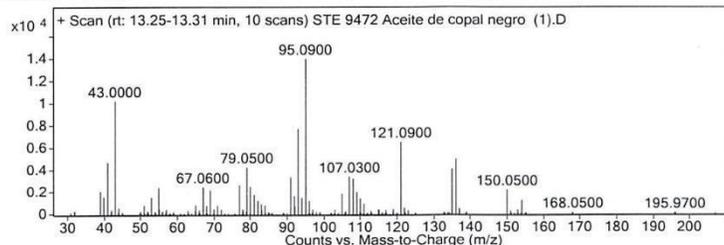
Spectrum Source: Peak (43) in "+ TIC Scan"  
 Collision Energy: 0  
 Ionization Mode: Unspecified



**Peak List**

| m/z    | Abund  |
|--------|--------|
| 39.01  | 2278.7 |
| 39.98  | 1633.1 |
| 41.01  | 4053.4 |
| 43.01  | 2699.2 |
| 53.02  | 2352.4 |
| 55.02  | 3207   |
| 67.02  | 4190.1 |
| 69.1   | 1624.6 |
| 70.09  | 1763.5 |
| 77     | 2471.5 |
| 79     | 5063.1 |
| 81.09  | 4298.3 |
| 91.04  | 1765.9 |
| 95.01  | 3126.5 |
| 109.05 | 7417.7 |

Spectrum Source: Peak (44) in "+ TIC Scan"  
 Collision Energy: 0  
 Ionization Mode: Unspecified



**Peak List**

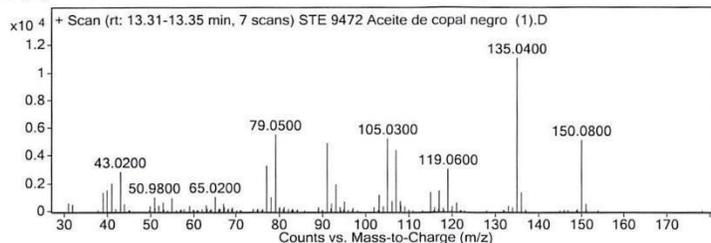
| m/z   | z | Abund   |
|-------|---|---------|
| 41    |   | 4634.2  |
| 43    |   | 10137.2 |
| 54.99 |   | 2359.8  |
| 67.06 |   | 2400.7  |
| 77.02 |   | 2584.7  |
| 79.05 |   | 4200.2  |
| 80.03 |   | 2458.4  |
| 91.03 |   | 3315.5  |



## Qualitative Analysis Report

| m/z    | z | Abund   |
|--------|---|---------|
| 93.05  |   | 7662.8  |
| 95.09  |   | 13907.4 |
| 107.03 |   | 3355.5  |
| 108.09 |   | 3165    |
| 121.09 |   | 6482.4  |
| 135.04 |   | 4053.2  |
| 136.1  | 1 | 4948    |

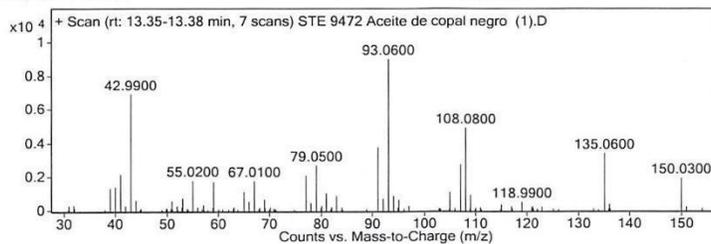
Spectrum Source: Peak (45) in "+ TIC Scan"  
 Collision Energy: 0  
 Ionization Mode: Unspecified



**Peak List**

| m/z    | z | Abund    |
|--------|---|----------|
| 39.93  |   | 1487.14  |
| 41.03  |   | 1974.43  |
| 43.02  |   | 2799.86  |
| 77     |   | 3260.86  |
| 79.05  |   | 5492     |
| 91.02  |   | 4882.29  |
| 93.07  |   | 1922     |
| 105.03 |   | 5214.57  |
| 107.01 |   | 4372.43  |
| 114.99 |   | 1348     |
| 117.02 |   | 1449.86  |
| 119.06 |   | 3009.14  |
| 135.04 |   | 11039.14 |
| 136.06 | 1 | 1369.14  |
| 150.08 | 1 | 5088.29  |

Spectrum Source: Peak (46) in "+ TIC Scan"  
 Collision Energy: 0  
 Ionization Mode: Unspecified



**Peak List**

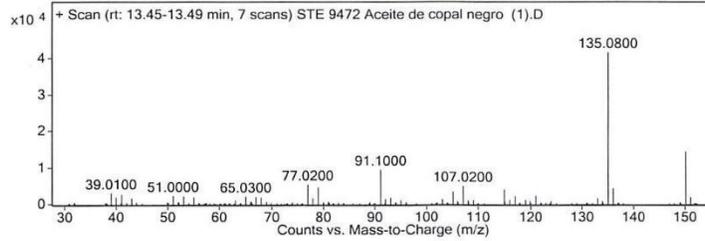
| m/z   | z | Abund   |
|-------|---|---------|
| 38.97 |   | 1296.86 |
| 39.94 |   | 1370.29 |
| 41    |   | 2105.86 |
| 42.99 |   | 6904.57 |
| 55.02 |   | 1752.86 |
| 59.07 |   | 1680.29 |
| 67.01 |   | 1721.43 |



## Qualitative Analysis Report

|        |           |
|--------|-----------|
| 77     | 2046.14   |
| 79.05  | 2657.43   |
| 91.03  | 3727.86   |
| 93.06  | 8980.43   |
| 107.05 | 2709.86   |
| 108.08 | 4887.71   |
| 135.06 | 3360.57   |
| 150.03 | 1 1903.57 |

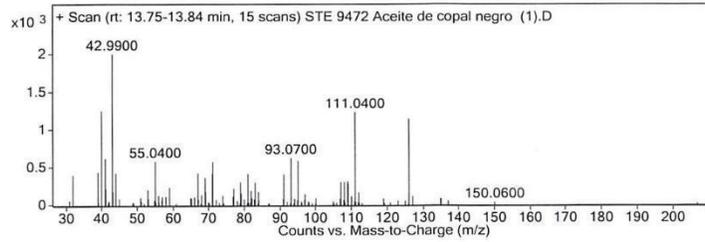
**Spectrum Source** Peak (47) in "+ TIC Scan"      **Collision Energy** 0      **Ionization Mode** Unspecified



**Peak List**

| m/z    | Abund    |
|--------|----------|
| 39.01  | 2861.71  |
| 41.02  | 2464.29  |
| 51     | 2131.43  |
| 52.99  | 1972     |
| 77.02  | 5215.71  |
| 79.03  | 4427.14  |
| 91.1   | 9310.14  |
| 105.08 | 3132.57  |
| 107.02 | 4795.86  |
| 115    | 3763.29  |
| 117.03 | 2008.71  |
| 121.07 | 2122.29  |
| 135.08 | 41413.29 |
| 136.06 | 4129.43  |
| 150.1  | 14229.43 |

**Spectrum Source** Peak (48) in "+ TIC Scan"      **Collision Energy** 0      **Ionization Mode** Unspecified



**Peak List**

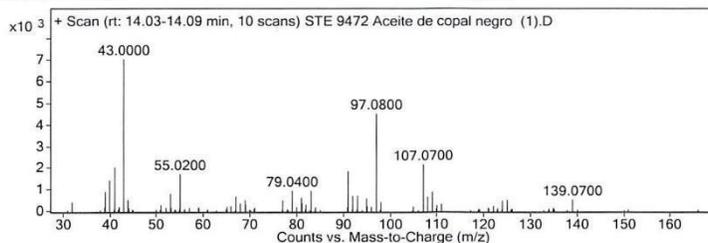
| m/z   | Abund   |
|-------|---------|
| 38.97 | 428.93  |
| 39.95 | 1246.6  |
| 40.99 | 611.8   |
| 42.99 | 1996.13 |
| 43.93 | 417     |
| 55.04 | 571.93  |



## Qualitative Analysis Report

|        |         |
|--------|---------|
| 66.98  | 413.4   |
| 70.99  | 403.2   |
| 71.1   | 565.6   |
| 81.02  | 404.87  |
| 91.03  | 397.73  |
| 93.07  | 614.33  |
| 95.03  | 577.8   |
| 111.04 | 1227.93 |
| 126.07 | 1136.93 |

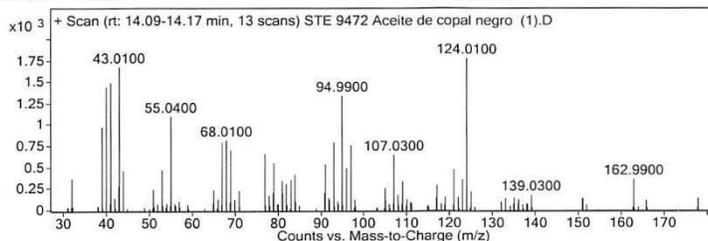
**Spectrum Source** Peak (49) in "+ TIC Scan"  
**Collision Energy** 0  
**Ionization Mode** Unspecified



**Peak List**

| m/z    | z | Abund  |
|--------|---|--------|
| 39     |   | 881.3  |
| 39.95  |   | 1406.8 |
| 41.03  |   | 2011.7 |
| 43     |   | 7026.9 |
| 52.98  |   | 784.6  |
| 55.02  | 1 | 1707   |
| 67.02  |   | 661.5  |
| 79.04  |   | 927.4  |
| 83.04  |   | 924.5  |
| 91.04  |   | 1826.3 |
| 92.02  |   | 686.9  |
| 93.02  |   | 705.6  |
| 97.08  |   | 4514.7 |
| 107.07 |   | 2146   |
| 109    |   | 863.4  |

**Spectrum Source** Peak (50) in "+ TIC Scan"  
**Collision Energy** 0  
**Ionization Mode** Unspecified



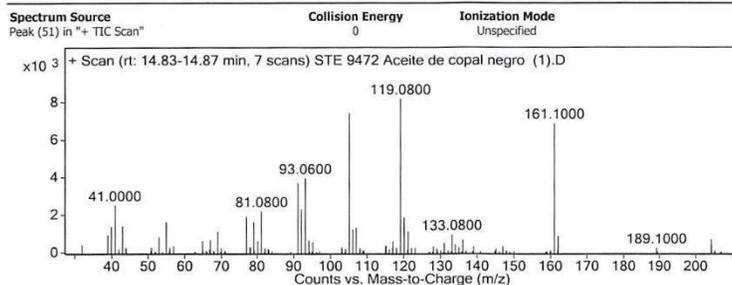
**Peak List**

| m/z   | Abund   |
|-------|---------|
| 38.98 | 963.38  |
| 39.94 | 1434.23 |
| 41.02 | 1485.46 |
| 43.01 | 1668.46 |
| 55.04 | 1091.69 |



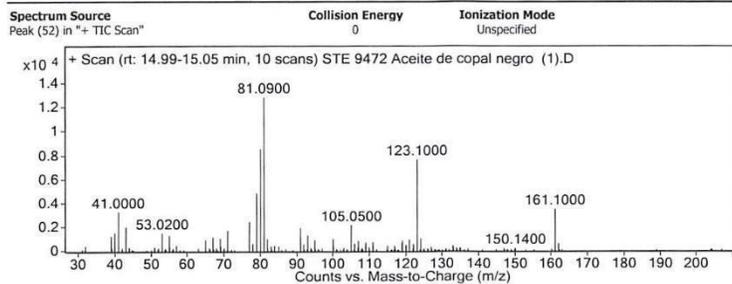
## Qualitative Analysis Report

|        |         |
|--------|---------|
| 67.01  | 786.23  |
| 68.01  | 809.92  |
| 69.02  | 697.08  |
| 76.97  | 649.54  |
| 79.04  | 546.15  |
| 93.07  | 784.69  |
| 94.99  | 1334.54 |
| 97.04  | 753.54  |
| 107.03 | 641.08  |
| 124.01 | 1769.62 |



**Peak List**

| m/z    | z | Abund   |
|--------|---|---------|
| 39.96  |   | 1358.14 |
| 41     |   | 2511    |
| 43.03  |   | 1406.43 |
| 55     |   | 1598    |
| 77.01  |   | 1886.14 |
| 78.99  |   | 1623.29 |
| 81.08  |   | 2185.14 |
| 91.04  |   | 3684.71 |
| 92     |   | 2297.29 |
| 93.06  |   | 3954.43 |
| 105.04 |   | 7434.29 |
| 107.01 |   | 1295.14 |
| 119.08 |   | 8180.71 |
| 120.05 |   | 1851.86 |
| 161.1  | 1 | 6876.57 |



**Peak List**

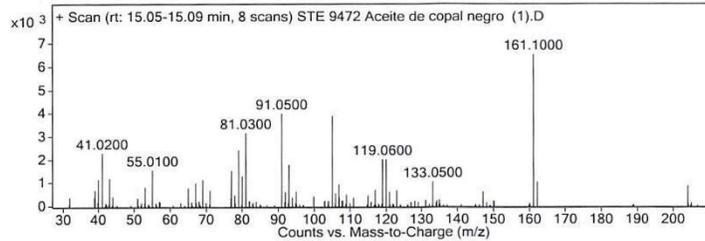
| m/z   | z | Abund  |
|-------|---|--------|
| 39.95 |   | 1463.1 |
| 41    |   | 3220.9 |
| 43.02 |   | 1937.8 |
| 53.02 |   | 1431.8 |



## Qualitative Analysis Report

|        |           |
|--------|-----------|
| 55     | 1226.5    |
| 71.02  | 1626.6    |
| 77.03  | 2375.6    |
| 79.04  | 4792.5    |
| 80.08  | 8491.7    |
| 81.09  | 1 12799.8 |
| 91     | 1860.1    |
| 93.05  | 1235.3    |
| 105.05 | 2087.2    |
| 123.1  | 1 7599.3  |
| 161.1  | 3436.2    |

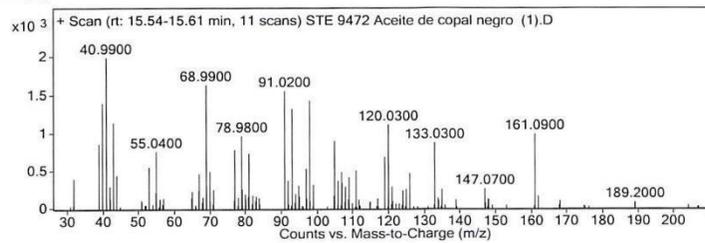
Spectrum Source: Peak (53) in "+ TIC Scan"  
 Collision Energy: 0  
 Ionization Mode: Unspecified



**Peak List**

| m/z    | z | Abund   |
|--------|---|---------|
| 39.93  |   | 1131.38 |
| 41.02  | 1 | 2269.38 |
| 43.02  | 1 | 1176.75 |
| 55.01  |   | 1530.88 |
| 69.02  |   | 1104.88 |
| 77.03  |   | 1514.5  |
| 79.05  |   | 2402.88 |
| 80.08  |   | 1272.63 |
| 81.03  |   | 3135    |
| 91.05  |   | 3975.5  |
| 93.05  |   | 1762.38 |
| 105.09 |   | 3871.25 |
| 119.06 |   | 1999.75 |
| 120.05 |   | 1998.13 |
| 161.1  |   | 6511.75 |

Spectrum Source: Peak (54) in "+ TIC Scan"  
 Collision Energy: 0  
 Ionization Mode: Unspecified



**Peak List**

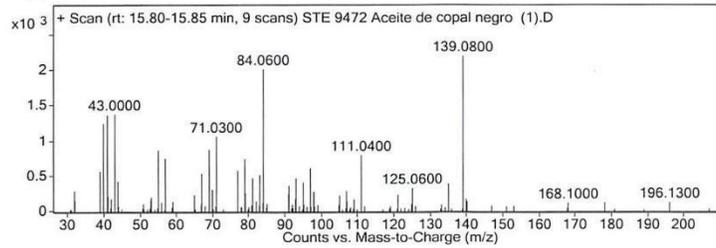
| m/z   | Abund   |
|-------|---------|
| 38.97 | 849.55  |
| 39.92 | 1388.73 |
| 40.99 | 1985.82 |



## Qualitative Analysis Report

|        |         |
|--------|---------|
| 43.01  | 1132.45 |
| 55.04  | 747.73  |
| 68.99  | 1628.73 |
| 77.02  | 769     |
| 78.98  | 952.91  |
| 91.02  | 1549.45 |
| 93.05  | 1316.91 |
| 97.99  | 1421.82 |
| 105.01 | 887     |
| 120.03 | 1102.09 |
| 133.03 | 862.27  |
| 161.09 | 980.27  |

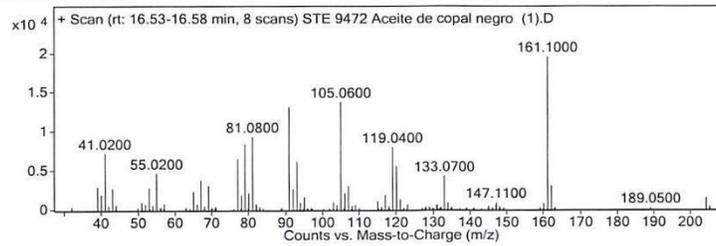
Spectrum Source: Peak (55) in "+ TIC Scan"      Collision Energy: 0      Ionization Mode: Unspecified



**Peak List**

| m/z    | z | Abund   |
|--------|---|---------|
| 38.99  |   | 554.56  |
| 39.93  |   | 1235.67 |
| 40.99  |   | 1353.89 |
| 43     | 1 | 1365.44 |
| 55.06  |   | 859.44  |
| 57.02  |   | 738.56  |
| 67.04  |   | 522.33  |
| 69.06  |   | 863.56  |
| 71.03  |   | 1049.67 |
| 76.95  |   | 566.33  |
| 78.98  |   | 732.78  |
| 84.06  | 1 | 2002.22 |
| 97     |   | 600.89  |
| 111.04 |   | 788.22  |
| 139.08 |   | 2188.33 |

Spectrum Source: Peak (56) in "+ TIC Scan"      Collision Energy: 0      Ionization Mode: Unspecified



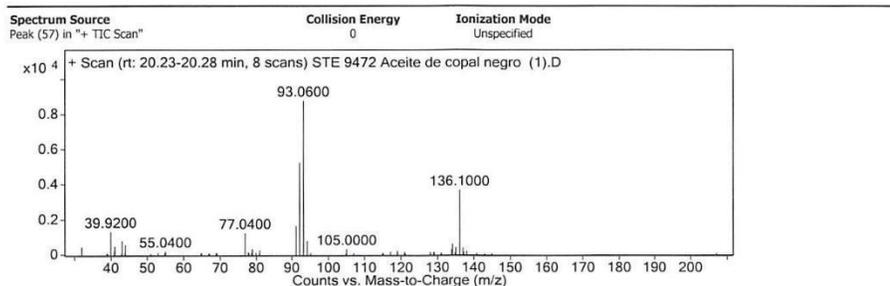
**Peak List**

| m/z   | z | Abund   |
|-------|---|---------|
| 41.02 |   | 7172.5  |
| 55.02 |   | 4627.38 |



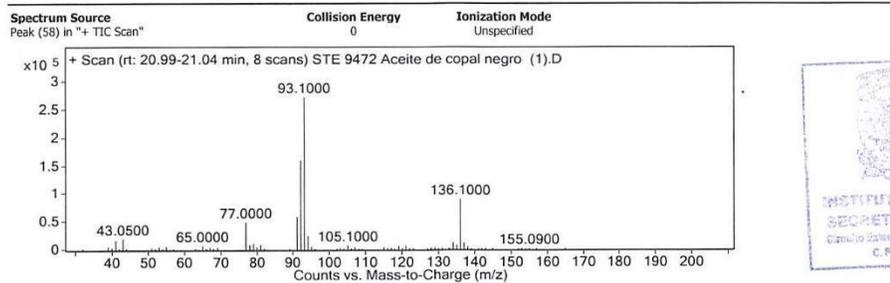
## Qualitative Analysis Report

|        |   |          |
|--------|---|----------|
| 67.01  |   | 3686     |
| 69.08  | 1 | 3012.38  |
| 77.04  |   | 6417.75  |
| 79.06  |   | 8356.25  |
| 81.08  |   | 9303.75  |
| 91     |   | 13052.63 |
| 93.09  |   | 6086.13  |
| 105.06 |   | 13698.25 |
| 119.04 |   | 7947.25  |
| 120.08 |   | 5470.38  |
| 133.07 |   | 4242.63  |
| 161.1  |   | 19510.38 |
| 162.09 |   | 2941.25  |



**Peak List**

| m/z    | Abund   |
|--------|---------|
| 31.94  | 403.63  |
| 39.92  | 1277.13 |
| 41.02  | 441.5   |
| 43.02  | 762.25  |
| 43.95  | 530.38  |
| 77.04  | 1207.75 |
| 79.04  | 284.88  |
| 91.02  | 1614.25 |
| 92.05  | 5229.13 |
| 93.06  | 8735.63 |
| 94.08  | 741.25  |
| 134.11 | 569.5   |
| 135.06 | 366.75  |
| 136.1  | 3660.38 |
| 137.05 | 340     |



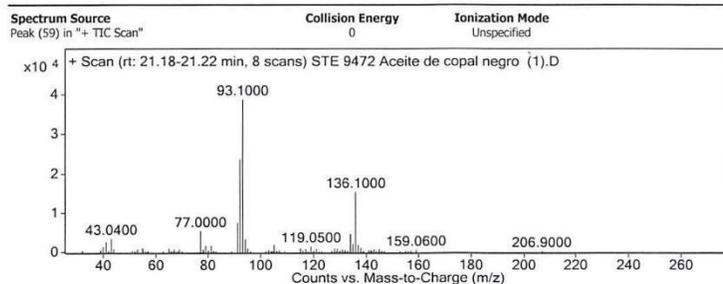
**Peak List**

| m/z   | z | Abund    |
|-------|---|----------|
| 41.03 |   | 14946.75 |



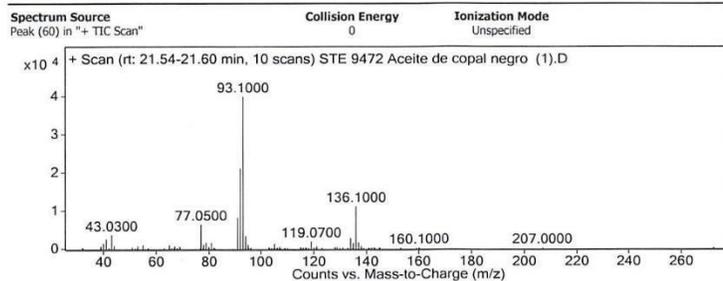
## Qualitative Analysis Report

|        |   |          |
|--------|---|----------|
| 43.05  |   | 17895    |
| 77     |   | 47372.75 |
| 78.04  |   | 7032.13  |
| 79.08  |   | 9162.25  |
| 81.1   |   | 7064.13  |
| 91.1   |   | 57176.25 |
| 92.1   |   | 158602   |
| 93.1   | 1 | 271306   |
| 94.1   | 1 | 23164.63 |
| 105.1  |   | 5865.75  |
| 134.09 |   | 10588.38 |
| 135.1  |   | 6019.75  |
| 136.1  | 1 | 88696    |
| 137.1  | 1 | 10355.5  |



**Peak List**

| m/z    | z | Abund    |
|--------|---|----------|
| 41.03  |   | 2485.63  |
| 43.04  |   | 3317     |
| 77     |   | 5209.25  |
| 79     |   | 1535     |
| 81.05  |   | 1510.25  |
| 91.02  |   | 7336.25  |
| 92.05  |   | 23563.5  |
| 93.1   |   | 38726.13 |
| 94.06  |   | 3197.63  |
| 105.05 |   | 1737.88  |
| 119.05 |   | 1280.13  |
| 134.1  |   | 4512.38  |
| 135.08 |   | 1926.63  |
| 136.1  | 1 | 15206.63 |
| 137.1  | 1 | 1755.25  |



**Peak List**

| m/z | Abund |
|-----|-------|
|-----|-------|



## Qualitative Analysis Report

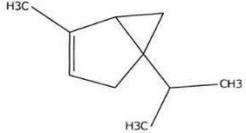
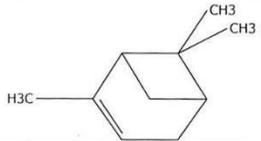
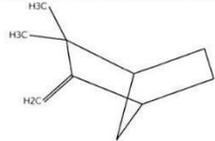
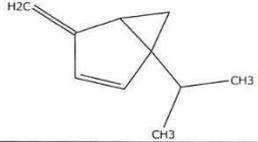
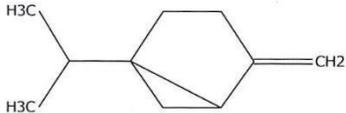
---

|        |         |
|--------|---------|
| 39.92  | 1293.1  |
| 41.02  | 2478.4  |
| 43.03  | 3507.3  |
| 77.05  | 6240    |
| 79.05  | 1520.1  |
| 81.02  | 1483.9  |
| 91.08  | 8061    |
| 92.08  | 21021.4 |
| 93.1   | 39782.6 |
| 94.08  | 3230.8  |
| 119.07 | 1758.5  |
| 134.09 | 2622.4  |
| 135.07 | 1339.8  |
| 136.1  | 10997.7 |
| 137.08 | 1502    |

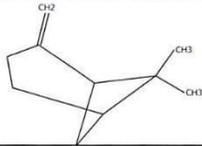
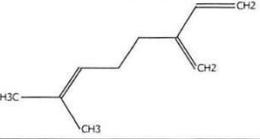
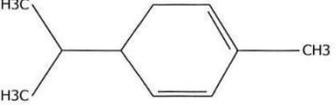
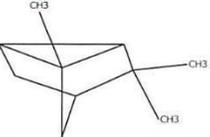
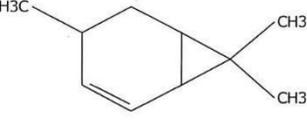
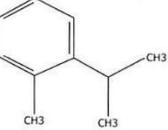


--- End Of Report ---

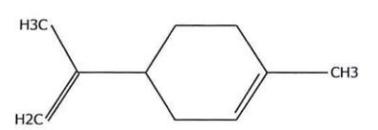
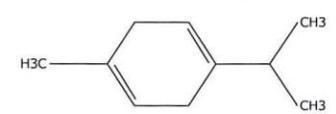
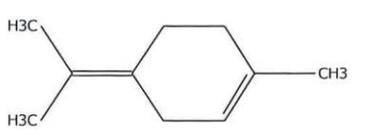
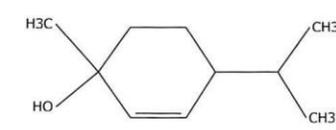
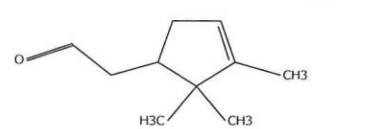
STE 9472 Aceite esencial de copal negro

| Tiempo | Nombre  | Match | Área       | Fórmula  | % Área |
|--------|---|-------|------------|--|--------|
| 6.46   | Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 2-methyl-5-(1-methylethyl)-    | 95.3  | 261139.59  |   | 0.24   |
| 6.62   | .alpha.-Pinene  | 99.4  | 20709597   |   | 19.13  |
| 6.90   | Camphene  | 97.7  | 279036.74  |   | 0.26   |
| 7.01   | Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methylene-1-(1-methylethyl)- | 96.1  | 363484.75  |   | 0.34   |
| 7.38   | Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-    | 98.9  | 1044118.38 |  | 0.96   |



|      |   |      |             |  |       |
|------|---|------|-------------|--|-------|
| 7.45 | Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)- | 98.8 | 2772211.55  |   | 2.56  |
| 7.70 | .beta.-Myrcene  | 98.3 | 708433.83   |   | 0.65  |
| 8.00 | .alpha.-Phellandrene                                    | 97.5 | 13746656.18 |   | 12.70 |
| 8.11 | Tricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptane, 1,3,3-trimethyl-         | 98.1 | 1354233.72  |   | 1.25  |
| 8.24 | (+)-4-Carene  | 93.7 | 124395.93   |   | 0.11  |
| 8.41 | o-Cymene  | 98.9 | 13609757.52 |  | 12.57 |



|       |   |      |             |   |       |
|-------|---|------|-------------|---|-------|
| 8.51  | D-Limonene                                    | 93.7 | 35264416.54 |  | 32.57 |
| 9.06  | .gamma.-Terpinene                             | 94.5 | 176675.26   |  | 0.16  |
| 9.64  | Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)- | 98.3 | 1775183.57  |  | 1.64  |
| 10.27 | 4-Isopropyl-1-methylcyclohex-2-enol           | 91.3 | 158238.37   |  | 0.15  |
| 10.36 | .alpha.-Campholenal                           | 97.2 | 506998.12   |  | 0.47  |
| 10.55 | No identificado                               |      | 111081.23   |   | 0.10  |

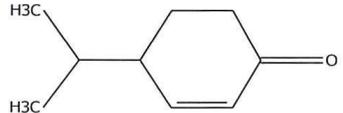
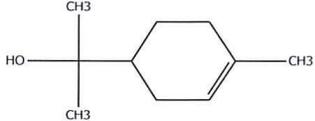
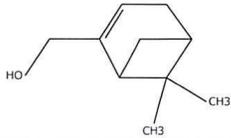
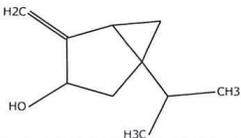
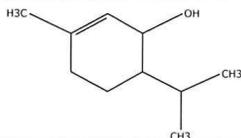
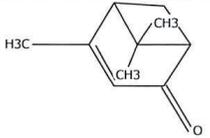


|       |  |      |           |  |      |
|-------|--|------|-----------|--|------|
| 10.62 | Bicyclo[3.1.1]heptan-3-ol, 6,6-dimethyl-2-methylene- | 94.2 | 574631.41 |  | 0.53 |
| 10.71 | Verbenol   | 94.7 | 671005.25 |  | 0.62 |
| 10.80 | p-Mentha-1,5-dien-8-ol                               | 86.7 | 126906.18 |  | 0.12 |
| 10.98 | 4-Isopropylcyclohexanone                             | 96.1 | 220433.54 |  | 0.20 |
| 11.04 | No identificado                                      |      | 95302.18  |  | 0.09 |
| 11.08 | Pinocarvone  | 87.3 | 201333.92 |  | 0.19 |

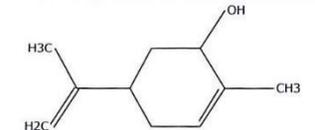
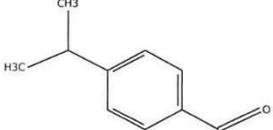
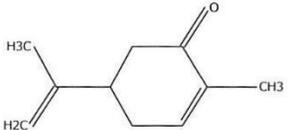
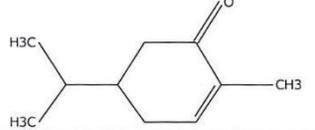
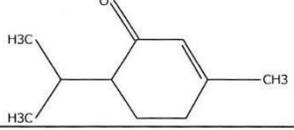


|       |  |      |           |  |      |
|-------|--|------|-----------|--|------|
| 11.12 | p-Mentha-1,5-dien-8-ol                               | 83.2 | 241657.97 |  | 0.22 |
| 11.17 | No identificado                                      |      | 100423.64 |  | 0.09 |
| 11.23 | No identificado                                      |      | 117705.58 |  | 0.11 |
| 11.33 | 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-, (R)- | 94.5 | 661280.96 |  | 0.61 |
| 11.40 | No identificado                                      |      | 92591.94  |  | 0.09 |
| 11.45 | Benzenemethanol, .alpha.,.alpha.,4-trimethyl-        | 86.6 | 365110.88 |  | 0.34 |

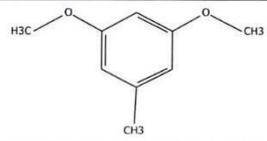
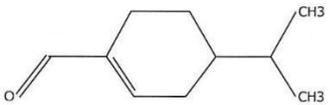
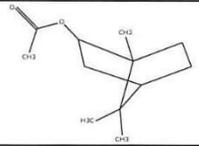
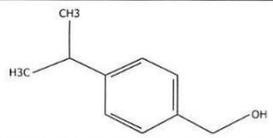
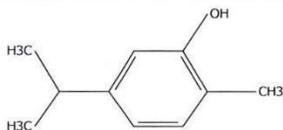


|       |   |      |           |  |      |
|-------|---|------|-----------|--|------|
| 11.50 | 2-Cyclohexen-1-one, 4-(1-methylethyl)-  | 98.6 | 726542.2  |   | 0.67 |
| 11.57 | .alpha.-Terpineol   | 97.2 | 725152.34 |   | 0.67 |
| 11.70 | (-)-Myrtenol  | 94.4 | 737101.12 |   | 0.68 |
| 11.77 | Bicyclo[3.1.0]hexan-3-ol, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-, (1.alpha.,3.alpha.,5.alpha.)- | 95.2 | 451729.6  |   | 0.42 |
| 11.87 | 2-Cyclohexen-1-ol, 3-methyl-6-(1-methylethyl)-, trans-                                  | 80.2 | 112706.26 |   | 0.10 |
| 11.94 | Bicyclo[3.1.1]hept-3-en-2-one, 4,6,6-trimethyl-, (1S)-                                  | 94.0 | 254955.85 |  | 0.24 |

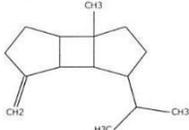


|       |  |      |           |  |      |
|-------|--|------|-----------|--|------|
| 12.06 | 2-Cyclohexen-1-ol, 2-methyl-5-(1-methylethenyl)-, cis- | 93.8 | 224820.46 |   | 0.21 |
| 12.47 | Benzaldehyde, 4-(1-methylethyl)-                       | 97.7 | 613894.17 |   | 0.57 |
| 12.53 | Carvone  | 97.8 | 375195.33 |   | 0.35 |
| 12.61 | 2-Cyclohexen-1-one, 2-methyl-5-(1-methylethyl)-, (S)-  | 82.7 | 166870.6  |   | 0.15 |
| 12.65 | No identificado  |      | 223254.36 |  | 0.21 |
| 12.73 | 2-Cyclohexen-1-one, 3-methyl-6-(1-methylethyl)-        | 91.5 | 239328.29 |  | 0.22 |

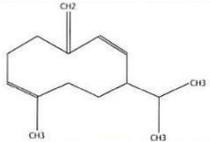
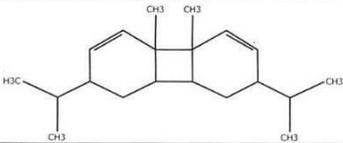
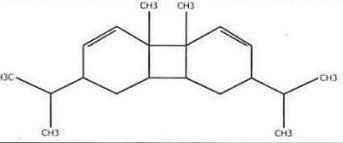
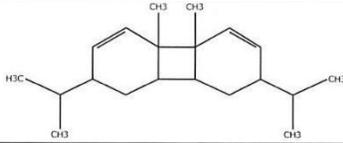


|       |  |      |           |  |      |
|-------|--|------|-----------|--|------|
| 12.90 | 3,5-Dimethoxytoluene                               | 93.2 | 167202.66 |   | 0.15 |
| 13.11 | 1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethyl)- | 94.9 | 280520.58 |   | 0.26 |
| 13.27 | Bornyl acetate                                     | 94.1 | 418659.82 |   | 0.39 |
| 13.33 | p-Cymen-7-ol                                       | 87.6 | 168786.71 |   | 0.16 |
| 13.36 | No identificado                                    |      | 147751.64 |  | 0.14 |
| 13.47 | Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)-                | 95.2 | 392280.85 |  | 0.36 |

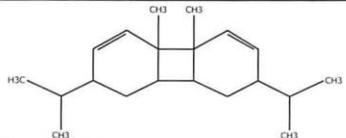


|       |                       |      |           |   |      |
|-------|-----------------------|------|-----------|---|------|
| 13.78 | No identificado       |      | 86145.68  |   | 0.08 |
| 14.07 | No identificado       |      | 133201.97 |   | 0.12 |
| 14.10 | No identificado       |      | 116893.53 |   | 0.11 |
| 14.85 | Copaene               | 91.6 | 197250.51 |  | 0.18 |
| 15.01 | (-)-.beta.-Bourbonene | 90.1 | 315968.23 |  | 0.29 |
| 15.07 | No identificado       |      | 171346.57 |   | 0.16 |

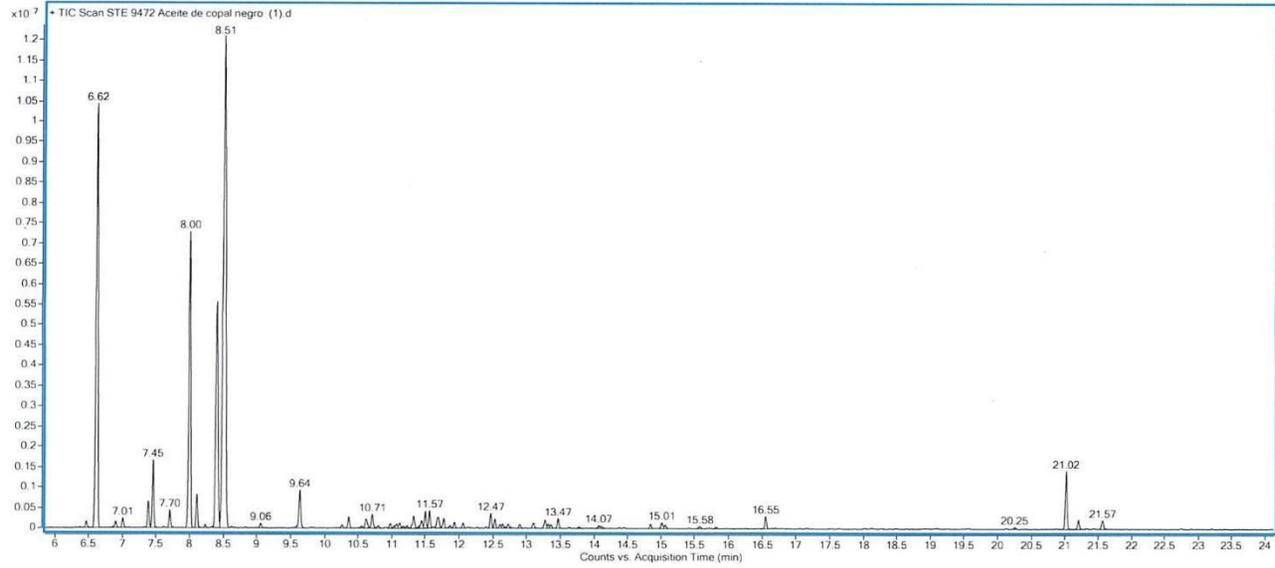


|       |                             |      |            |  |      |
|-------|-----------------------------|------|------------|--|------|
| 15.58 | No identificado             |      | 133615.69  |  | 0.12 |
| 15.82 | No identificado             |      | 79108.13   |  | 0.07 |
| 16.55 | Germacrene D                | 96.7 | 535891.8   |   | 0.50 |
| 20.25 | .alpha.-Phellandrene, dimer | 91.9 | 84781.12   |   | 0.08 |
| 21.02 | .alpha.-Phellandrene, dimer | 98.4 | 2610806.33 |   | 2.41 |
| 21.21 | .alpha.-Phellandrene, dimer | 95.4 | 428150.35  |  | 0.40 |



|       |                             |      |           |   |        |
|-------|-----------------------------|------|-----------|---|--------|
| 21.57 | .alpha.-Phellandrene, dimer | 96.0 | 502588.51 |  | 0.46   |
|       |                             |      | 108256543 |   | 100.00 |





## Qualitative Analysis Report

|                               |                                       |                      |                                     |
|-------------------------------|---------------------------------------|----------------------|-------------------------------------|
| <b>Data Filename</b>          | STE 9473 Aceite de copal blanco (1).D | <b>Sample Name</b>   | STE 9473 Aceite de copal blanco (1) |
| <b>Sample Type</b>            |                                       | <b>Position</b>      | 104                                 |
| <b>Instrument Name</b>        | 7890B-5977A-MSD                       | <b>User Name</b>     | M. en C. Mayra Leon Santiago        |
| <b>Acq Method</b>             | SCAN GENERAL.MLS.M                    | <b>Acquired Time</b> | 10/03/2023 10:45:57 p.m.            |
| <b>IRM Calibration Status</b> | Not Applicable                        | <b>DA Method</b>     | Mayra reporte completo.m            |
| <b>Comment</b>                |                                       |                      |                                     |

|                         |                           |                          |         |
|-------------------------|---------------------------|--------------------------|---------|
| <b>Expected Barcode</b> |                           | <b>Sample Amount</b>     |         |
| <b>Dual Inj Vol</b>     | 1                         | <b>TuneName</b>          | atune.u |
| <b>TunePath</b>         | D:\MassHunter\GCMS\1\5977 | <b>MSFirmwareVersion</b> | 6.00.21 |

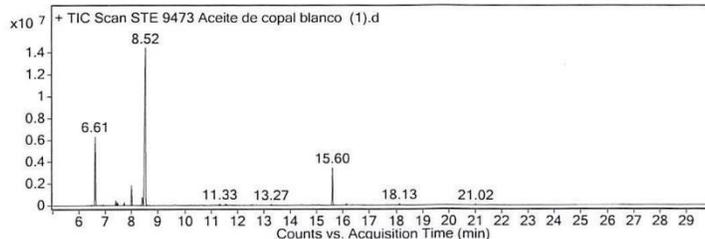
|                            |                      |                     |                              |
|----------------------------|----------------------|---------------------|------------------------------|
| <b>Acquisition Time #2</b> | 2023-03-11 04:45:57Z | <b>OperatorName</b> | M. en C. Mayra Leon Santiago |
|----------------------------|----------------------|---------------------|------------------------------|

|                         |      |                               |  |
|-------------------------|------|-------------------------------|--|
| <b>RunCompletedFlag</b> | True | <b>Acquisition SW Version</b> | MassHunter GC/MS<br>Acquisition B.07.02.1938 08-<br>Sep-2014 Copyright © 1989-<br>2014 Agilent Technologies,<br>Inc. |
|-------------------------|------|-------------------------------|--|

### User Chromatograms

Fragmentor Voltage      Collision Energy 0      Ionization Mode Unspecified



### Integration Peak List

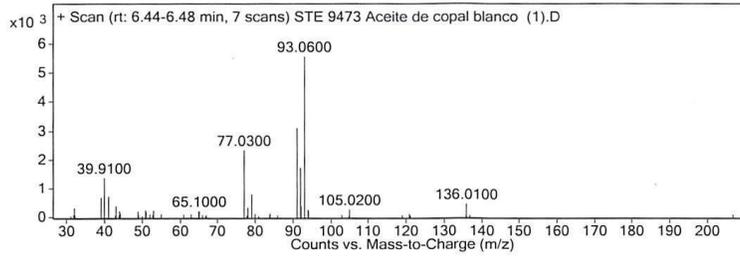
| Peak | Start | RT    | End   | Height      | Area        |
|------|-------|-------|-------|-------------|-------------|
| 1    | 6.44  | 6.46  | 6.49  | 34538.9     | 50342.59    |
| 2    | 6.55  | 6.61  | 6.65  | 6347830.69  | 10754137.8  |
| 3    | 6.84  | 6.9   | 6.97  | 47776.87    | 87705.11    |
| 4    | 7.34  | 7.38  | 7.42  | 440641.13   | 675052.82   |
| 5    | 7.42  | 7.45  | 7.49  | 266482.32   | 430194.13   |
| 6    | 7.67  | 7.7   | 7.75  | 278804.69   | 426772.4    |
| 7    | 7.94  | 7.99  | 8.03  | 1885774.04  | 3030429.83  |
| 8    | 8.34  | 8.4   | 8.44  | 746051.38   | 1684511.65  |
| 9    | 8.44  | 8.52  | 8.6   | 14489711.22 | 43699867.01 |
| 10   | 10.68 | 10.71 | 10.77 | 18634.44    | 56520.98    |
| 11   | 11.28 | 11.33 | 11.37 | 114742.31   | 193374.47   |
| 12   | 11.53 | 11.56 | 11.61 | 104209.81   | 176829.74   |
| 13   | 12.5  | 12.53 | 12.58 | 37088.11    | 64130.78    |
| 14   | 13.24 | 13.27 | 13.36 | 51587.68    | 89977.21    |
| 15   | 15.54 | 15.6  | 15.64 | 3447121.97  | 6456448.29  |
| 16   | 16.09 | 16.13 | 16.17 | 101111.01   | 181970.41   |
| 17   | 18.05 | 18.13 | 18.21 | 107611.53   | 208980.05   |
| 18   | 20.97 | 21.02 | 21.06 | 27943.82    | 50128.78    |



### User Spectra

Spectrum Source: Peak (1) in "+ TIC Scan"      Collision Energy 0      Ionization Mode Unspecified

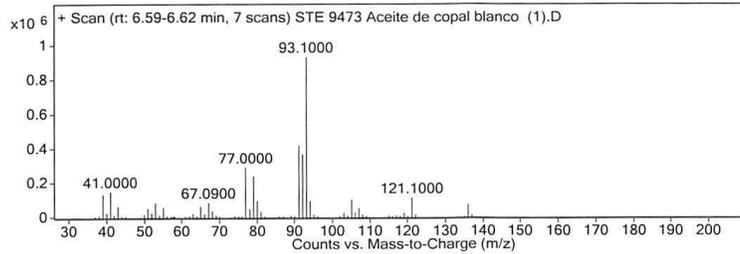
## Qualitative Analysis Report



**Peak List**

| m/z    | Abund   |
|--------|---------|
| 31.96  | 301     |
| 39.02  | 665.29  |
| 39.91  | 1350.43 |
| 41.02  | 697.86  |
| 43.02  | 365.14  |
| 77.03  | 2313.57 |
| 78.05  | 321     |
| 79.04  | 779.86  |
| 91.06  | 3080.71 |
| 92     | 1706    |
| 92.1   | 357.43  |
| 93.06  | 5548.14 |
| 93.97  | 235     |
| 105.02 | 252.86  |
| 136.01 | 446.14  |

Spectrum Source: Peak (2) in "+ TIC Scan"      Collision Energy: 0      Ionization Mode: Unspecified



**Peak List**

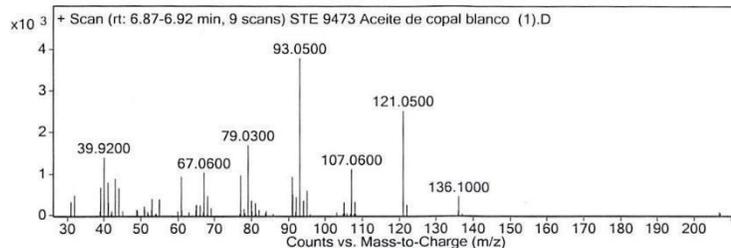
| m/z    | z | Abund     |
|--------|---|-----------|
| 39     |   | 128712    |
| 41     |   | 146800    |
| 53     |   | 79941.71  |
| 65     |   | 60518.86  |
| 67.09  |   | 82165.71  |
| 77     |   | 286733.72 |
| 79.1   |   | 235960    |
| 80.1   |   | 92276.57  |
| 91.1   |   | 416552    |
| 92.1   |   | 363350.84 |
| 93.1   | 1 | 930688    |
| 94.1   | 1 | 90065.14  |
| 105.09 |   | 98769.14  |
| 121.1  | 1 | 108811.43 |
| 136.1  | 1 | 69660.57  |



Spectrum Source      Collision Energy      Ionization Mode

## Qualitative Analysis Report

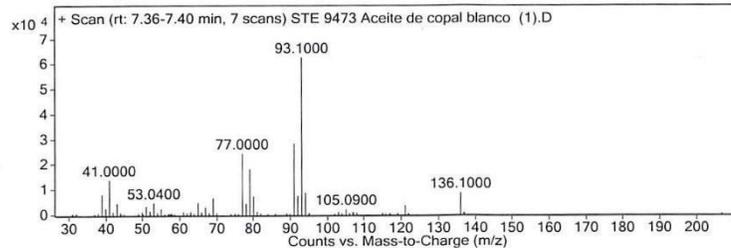
Peak (3) in "+ TIC Scan" 0 Unspecified



**Peak List**

| m/z    | z | Abund   |
|--------|---|---------|
| 39.01  |   | 657.33  |
| 39.92  |   | 1384.78 |
| 40.98  |   | 779.33  |
| 42.99  |   | 875     |
| 43.98  |   | 647.89  |
| 60.95  |   | 920.33  |
| 67.06  |   | 1016.56 |
| 77.03  |   | 954.89  |
| 79.03  |   | 1684.67 |
| 90.99  |   | 922.11  |
| 91.1   |   | 489.22  |
| 93.05  |   | 3771.78 |
| 95.03  |   | 585.44  |
| 107.06 |   | 1103.56 |
| 121.05 | 1 | 2513.11 |

Spectrum Source Collision Energy Ionization Mode  
 Peak (4) in "+ TIC Scan" 0 Unspecified



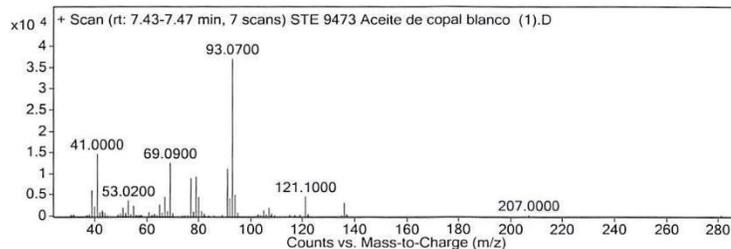
**Peak List**

| m/z   | z | Abund    |
|-------|---|----------|
| 39    |   | 7957.29  |
| 41    |   | 13644    |
| 43.03 |   | 4336.57  |
| 53.04 |   | 4476.14  |
| 65.02 |   | 4620.29  |
| 69.07 |   | 6396.29  |
| 77    |   | 24157.43 |
| 78.03 |   | 4113.71  |
| 79.05 |   | 17963.71 |
| 80.04 |   | 7132.71  |
| 91.04 |   | 28091    |
| 92.03 |   | 7313.43  |
| 93.1  |   | 62433.57 |
| 94.07 |   | 8507.43  |
| 136.1 | 1 | 8409.29  |



## Qualitative Analysis Report

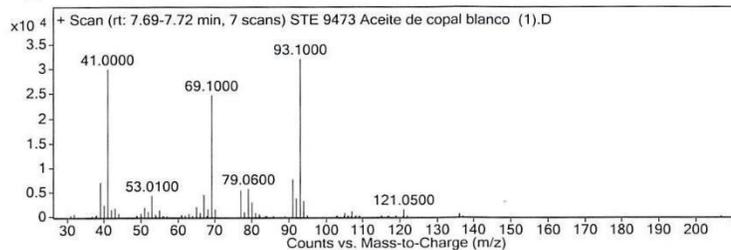
Spectrum Source: Peak (5) in "+ TIC Scan"      Collision Energy: 0      Ionization Mode: Unspecified



**Peak List**

| m/z   | z | Abund    |
|-------|---|----------|
| 39    |   | 5918.29  |
| 41    | 1 | 14553.57 |
| 53.02 |   | 3526     |
| 65.01 |   | 2528.14  |
| 67.02 |   | 4422.43  |
| 69.09 |   | 12451.57 |
| 77.01 |   | 8861.14  |
| 79.03 |   | 9203.14  |
| 80.03 |   | 4343     |
| 91.07 |   | 11096.43 |
| 92.01 |   | 4030.86  |
| 93.07 |   | 36984.57 |
| 94.01 |   | 4876.14  |
| 121.1 |   | 4517.14  |
| 136.1 |   | 2996     |

Spectrum Source: Peak (6) in "+ TIC Scan"      Collision Energy: 0      Ionization Mode: Unspecified



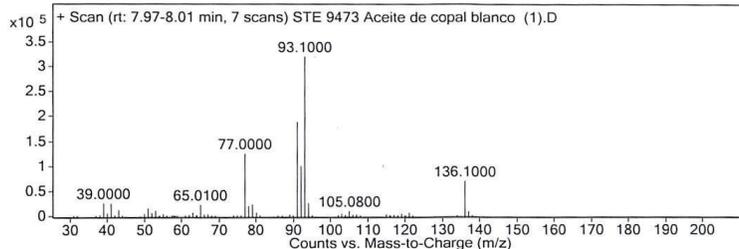
**Peak List**

| m/z   | Abund    |
|-------|----------|
| 39    | 6942     |
| 39.98 | 2322.14  |
| 41    | 29944.86 |
| 51    | 1759.14  |
| 53.01 | 4269.71  |
| 65.02 | 1942.71  |
| 67.03 | 4430     |
| 69.1  | 24661.43 |
| 77.01 | 5275.86  |
| 79.06 | 5634.71  |
| 80.03 | 2890.86  |
| 91.07 | 7643.29  |
| 92.04 | 3725     |
| 93.1  | 32011.43 |
| 94.02 | 3135.86  |



## Qualitative Analysis Report

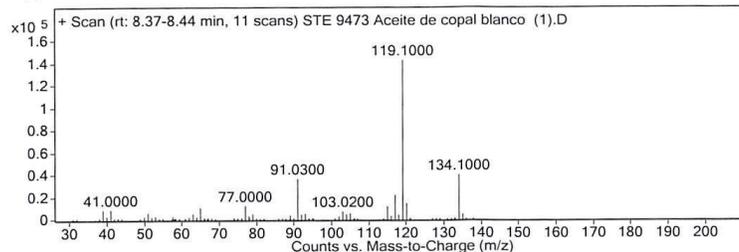
Spectrum Source: Peak (7) in "+ TIC Scan"      Collision Energy: 0      Ionization Mode: Unspecified



**Peak List**

| m/z    | z | Abund     |
|--------|---|-----------|
| 39     |   | 25390.71  |
| 41     |   | 24882.57  |
| 43.05  |   | 11579     |
| 51.01  |   | 15228.86  |
| 53     |   | 10364.57  |
| 65.01  |   | 21994.57  |
| 77     |   | 124337.14 |
| 78.05  |   | 19475.14  |
| 79.04  |   | 22861.14  |
| 91.09  |   | 188093.72 |
| 92.08  |   | 99542.86  |
| 93.1   |   | 319707.44 |
| 94.09  | 1 | 26016     |
| 105.08 |   | 9158.57   |
| 136.1  | 1 | 69322.29  |

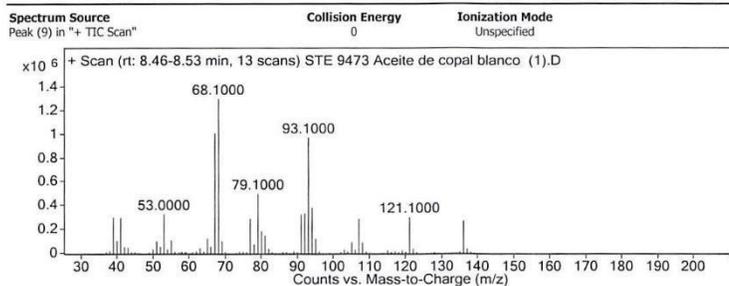
Spectrum Source: Peak (8) in "+ TIC Scan"      Collision Energy: 0      Ionization Mode: Unspecified



**Peak List**

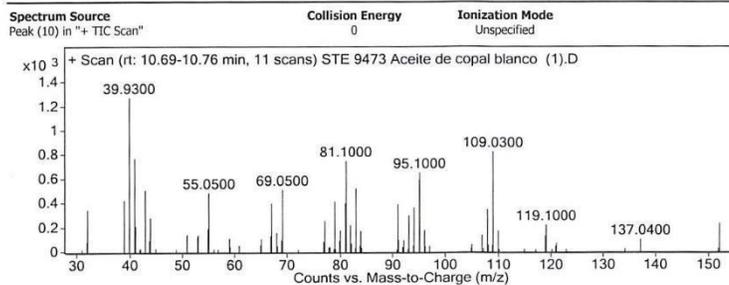
| m/z    | z | Abund     |
|--------|---|-----------|
| 39     |   | 8023.82   |
| 41     |   | 8101.82   |
| 51.02  |   | 5331.82   |
| 63     |   | 4536.27   |
| 65     |   | 9819.27   |
| 77     |   | 11648.64  |
| 91.03  | 1 | 36085.64  |
| 93.06  |   | 4518.45   |
| 103.02 |   | 6672.45   |
| 105.03 | 1 | 5043.55   |
| 115.03 |   | 10986.36  |
| 117.08 |   | 21415.27  |
| 119.1  |   | 142613.91 |
| 120.09 |   | 13847.27  |
| 134.1  | 1 | 39568     |

## Qualitative Analysis Report



**Peak List**

| m/z   | z | Abund      |
|-------|---|------------|
| 39    |   | 294600     |
| 41    |   | 289924.94  |
| 53    |   | 320507.69  |
| 67.1  |   | 1000797.56 |
| 68.1  | 1 | 1292317.5  |
| 77.01 |   | 283725.53  |
| 79.1  |   | 491124.31  |
| 80.1  |   | 177375.39  |
| 91.1  |   | 316318.78  |
| 92.1  |   | 326115.69  |
| 93.1  |   | 965139.69  |
| 94.1  |   | 374632     |
| 107.1 |   | 280113.22  |
| 121.1 | 1 | 295224.63  |
| 136.1 | 1 | 263295.38  |

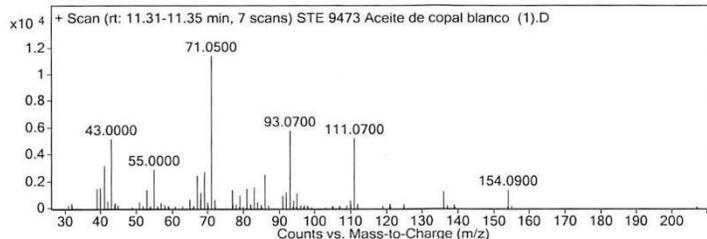


**Peak List**

| m/z    | z | Abund   |
|--------|---|---------|
| 38.97  |   | 419.91  |
| 39.93  |   | 1268.91 |
| 40.99  |   | 764.45  |
| 42.96  |   | 501.27  |
| 55.05  |   | 477.73  |
| 67.03  |   | 394.73  |
| 69.05  |   | 504     |
| 78.96  |   | 407.55  |
| 80.99  |   | 394.64  |
| 81.1   | 1 | 742.27  |
| 83.04  |   | 516     |
| 90.96  |   | 384.82  |
| 95     |   | 588     |
| 95.1   |   | 646.64  |
| 109.03 |   | 820.09  |

## Qualitative Analysis Report

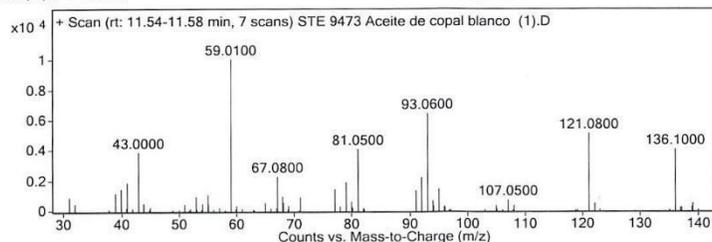
Spectrum Source: Peak (11) in "+ TIC Scan"  
 Collision Energy: 0  
 Ionization Mode: Unspecified



**Peak List**

| m/z    | z | Abund    |
|--------|---|----------|
| 38.99  |   | 1427.43  |
| 39.91  |   | 1447     |
| 41.02  |   | 3104.43  |
| 43     |   | 5109.14  |
| 53     |   | 1340.29  |
| 55     |   | 2833.14  |
| 67.06  |   | 2384.71  |
| 69.06  |   | 2638.43  |
| 71.05  |   | 11382.71 |
| 81.03  |   | 1395.71  |
| 83.04  |   | 1516.57  |
| 86.04  | 1 | 2443     |
| 93.07  | 1 | 5726.43  |
| 111.07 |   | 5157.71  |
| 154.09 |   | 1326.29  |

Spectrum Source: Peak (12) in "+ TIC Scan"  
 Collision Energy: 0  
 Ionization Mode: Unspecified

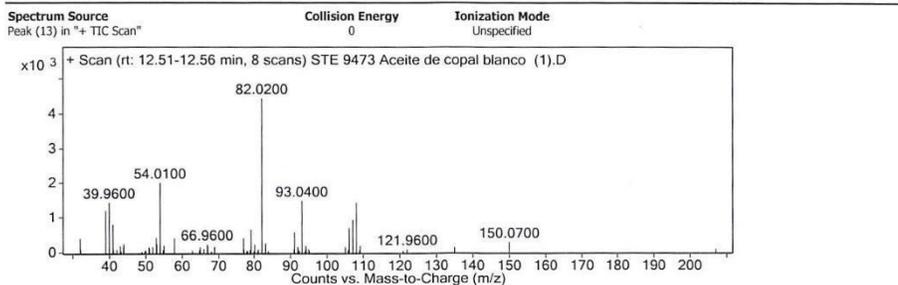


**Peak List**

| m/z    | z | Abund    |
|--------|---|----------|
| 38.97  |   | 1135     |
| 39.96  |   | 1420     |
| 41.02  |   | 1818.29  |
| 43     |   | 3847     |
| 59.01  |   | 10023.43 |
| 67.08  |   | 2236.57  |
| 77.02  |   | 1402.86  |
| 79.03  |   | 1861     |
| 81.05  |   | 4045.57  |
| 91.06  |   | 1316.57  |
| 92.03  |   | 2184     |
| 93.06  |   | 6404.14  |
| 95.02  |   | 1415.43  |
| 121.08 | 1 | 5085.43  |

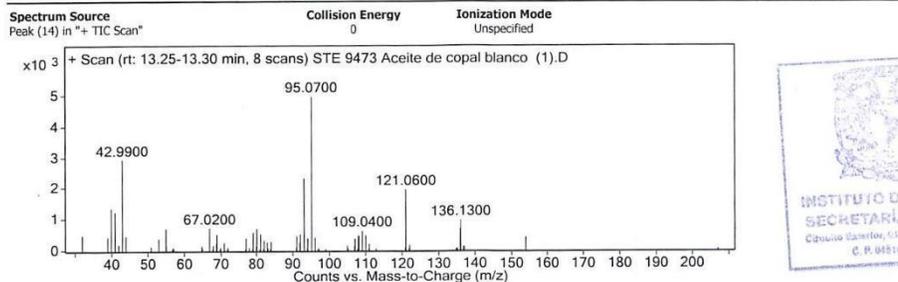
## Qualitative Analysis Report

136.1      4035.43



**Peak List**

| m/z    | Abund   |
|--------|---------|
| 31.93  | 388.25  |
| 39     | 1203.38 |
| 39.96  | 1431.75 |
| 40.99  | 795.25  |
| 52.95  | 423.5   |
| 54.01  | 2002    |
| 57.97  | 396.25  |
| 76.98  | 402     |
| 79.05  | 642     |
| 82.02  | 4430.5  |
| 91.03  | 563.13  |
| 93.04  | 1475.25 |
| 106.06 | 682     |
| 107.05 | 918.75  |
| 108.03 | 1419.38 |



**Peak List**

| m/z    | z | Abund   |
|--------|---|---------|
| 39.94  |   | 1330.88 |
| 41     |   | 1209.75 |
| 42.99  |   | 2913.5  |
| 54.99  |   | 673.88  |
| 67.02  |   | 693.13  |
| 79.04  |   | 550.75  |
| 80.03  |   | 677.25  |
| 81.06  |   | 504.75  |
| 92.02  |   | 491.25  |
| 93.05  |   | 2300.63 |
| 95.07  |   | 4955.63 |
| 109.04 |   | 605.38  |
| 121.06 | 1 | 1939.63 |

## Qualitative Analysis Report

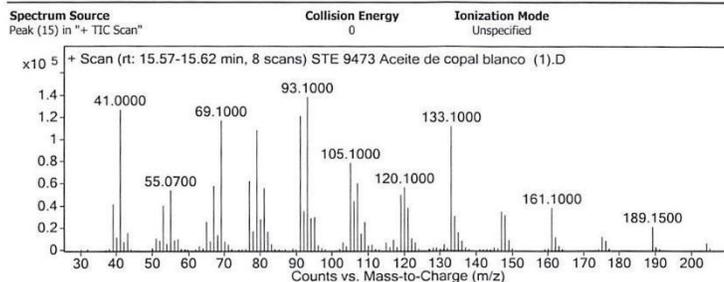
---

|     |        |
|-----|--------|
| 136 | 668.13 |
|-----|--------|



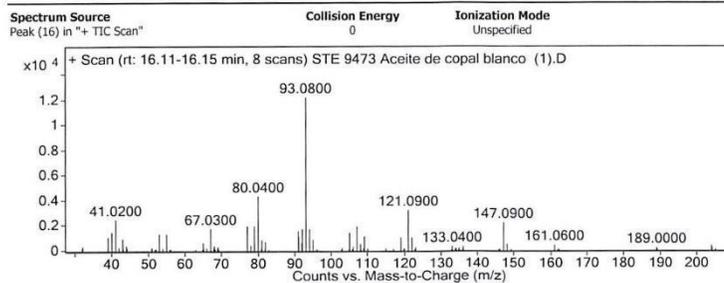
## Qualitative Analysis Report

| m/z    | z | Abund  |
|--------|---|--------|
| 136.13 |   | 943.25 |



**Peak List**

| m/z   | z | Abund    |
|-------|---|----------|
| 41    |   | 126617   |
| 55.07 |   | 53558.75 |
| 67.09 |   | 57664.5  |
| 69.1  | 1 | 116742   |
| 77.01 |   | 62195    |
| 79.09 |   | 108445   |
| 81.1  |   | 55595.25 |
| 91.1  |   | 121046   |
| 93.1  |   | 138142   |
| 105.1 |   | 78543    |
| 106.1 |   | 43900.63 |
| 107.1 |   | 60259.88 |
| 119.1 |   | 49740    |
| 120.1 |   | 56510    |
| 133.1 |   | 111995   |



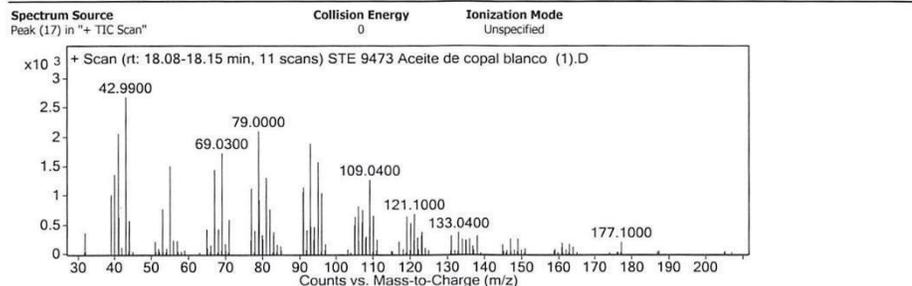
**Peak List**

| m/z    | Abund    |
|--------|----------|
| 39.95  | 1408.88  |
| 41.02  | 2422     |
| 52.99  | 1257.88  |
| 67.03  | 1683.25  |
| 77.03  | 1887.5   |
| 79     | 1889.75  |
| 80.04  | 4284     |
| 91     | 1493.25  |
| 92.1   | 1659.88  |
| 93.08  | 12126.75 |
| 94.08  | 1665.75  |
| 105.02 | 1344.75  |
| 107.09 | 1870.13  |



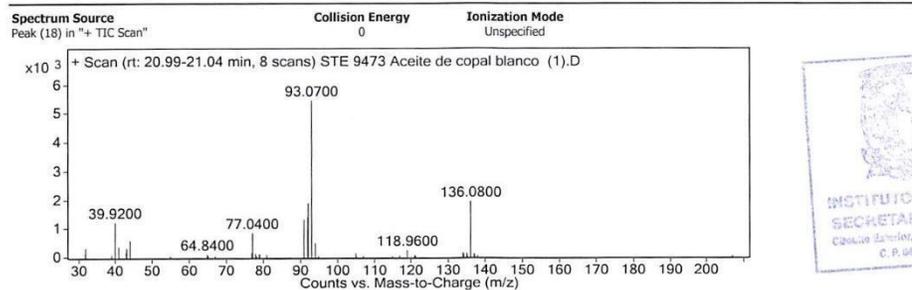
## Qualitative Analysis Report

|        |         |
|--------|---------|
| 121.09 | 3164.63 |
| 147.09 | 2179.75 |



**Peak List**

| m/z    | Abund   |
|--------|---------|
| 39.93  | 1352.91 |
| 41     | 2052.18 |
| 42.99  | 2669.82 |
| 55     | 1497.73 |
| 67.01  | 1434.82 |
| 69.03  | 1716.64 |
| 77     | 1115.55 |
| 79     | 2091    |
| 81.03  | 1298.64 |
| 91     | 1049.55 |
| 91.11  | 1135.27 |
| 92.99  | 1879.73 |
| 95.06  | 1563.45 |
| 96.01  | 1035.27 |
| 109.04 | 1264    |



**Peak List**

| m/z   | Abund   |
|-------|---------|
| 31.95 | 297.25  |
| 39.92 | 1196.5  |
| 40.93 | 338.75  |
| 42.9  | 152.88  |
| 43.01 | 297.38  |
| 43.93 | 557.63  |
| 76.9  | 138.63  |
| 77.04 | 828.5   |
| 91.04 | 1302.38 |
| 92    | 1386.25 |
| 92.11 | 1869.25 |
| 93.07 | 5442.63 |



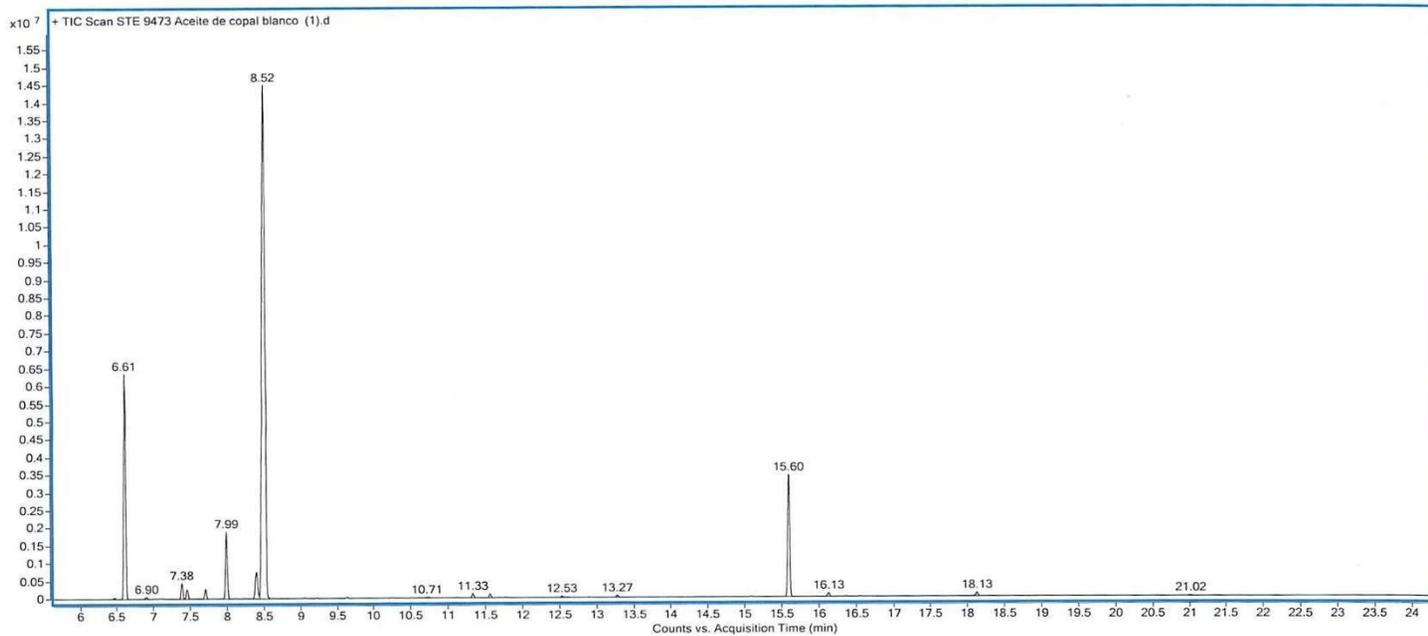
## Qualitative Analysis Report

---

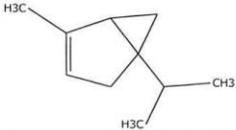
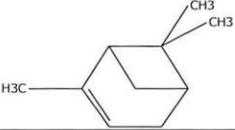
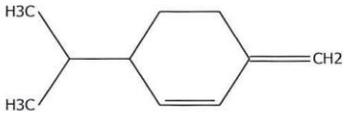
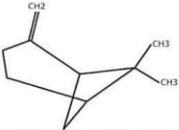
|        |         |
|--------|---------|
| 94.06  | 472.25  |
| 118.96 | 225.75  |
| 136.08 | 1923.25 |

--- End Of Report ---

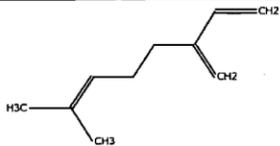
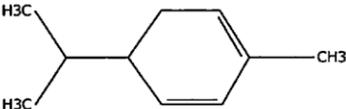
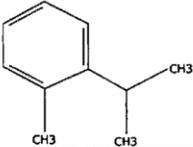
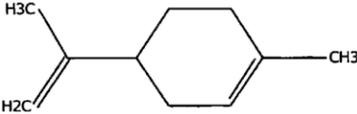
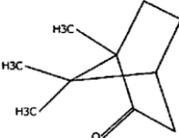
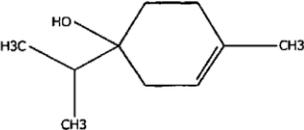




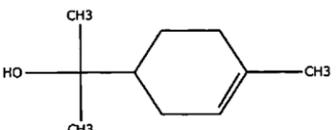
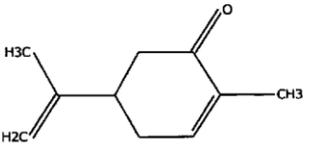
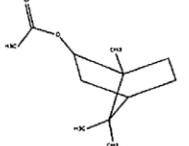
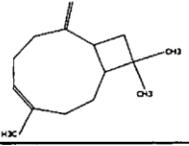
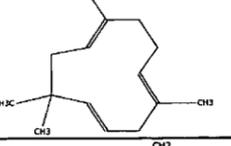
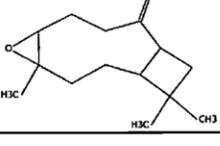
STE 9473 Aceite esencial de copal blanco de penca

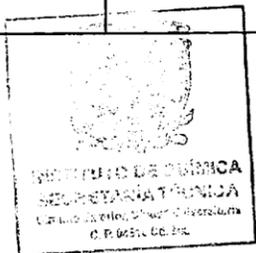
| Tiempo | Nombre   | Match | Área       | Fórmula  | % Área |
|--------|--|-------|------------|--|--------|
| 6.46   | Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 2-methyl-5-(1-methylethyl)- | 87.9  | 50342.59   |   | 0.07   |
| 6.61   | .alpha.-Pinene                                       | 99.4  | 10754137.8 |   | 15.74  |
| 6.90   | Camphene   | 91.1  | 87705.11   |   | 0.13   |
| 7.38   | .beta.-Phellandrene                                  | 97.2  | 675052.82  |   | 0.99   |
| 7.45   | .beta.-Pinene  | 97.1  | 430194.13  |  | 0.63   |

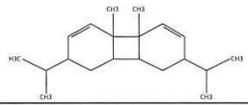


|       |                      |      |             |  |       |
|-------|----------------------|------|-------------|--|-------|
| 7.70  | .beta.-Myrcene       | 98.0 | 426772.4    |   | 0.62  |
| 7.99  | .alpha.-Phellandrene | 97.2 | 3030429.83  |   | 4.44  |
| 8.40  | o-Cymene             | 98.2 | 1684511.65  |   | 2.47  |
| 8.52  | D-Limonene           | 98.5 | 43699867.01 |   | 63.97 |
| 10.71 | (+)-2-Bornanone      | 81.5 | 56520.98    |   | 0.08  |
| 11.33 | Terpinen-4-ol        | 91.6 | 193374.47   |  | 0.28  |



|       |                     |      |            |   |      |
|-------|---------------------|------|------------|---|------|
| 11.56 | .alpha.-Terpineol   | 93.7 | 176829.74  |    | 0.26 |
| 12.53 | Carvone             | 83.8 | 64130.78   |    | 0.09 |
| 13.27 | Bornyl acetate      | 87.3 | 89977.21   |    | 0.13 |
| 15.60 | Caryophyllene       | 99.6 | 6456448.29 |    | 9.45 |
| 16.13 | Humulene            | 91.3 | 181970.41  |    | 0.27 |
| 18.13 | Caryophyllene oxide | 87.3 | 208980.05  |  | 0.31 |



|       |                             |      |             |  |        |
|-------|-----------------------------|------|-------------|--|--------|
| 21.02 | .alpha.-Phellandrene, dimer | 85.2 | 50128.78    |  | 0.07   |
|       |                             |      | 68317374.05 |  | 100.00 |

