

**Universidad de San Carlos de Guatemala  
Dirección General de Investigación**

**Programa Universitario de Investigación en Desarrollo Industrial**

(nombre del programa universitario de investigación de la Digi)

**Evaluación de la actividad antimicrobiana de extractos obtenidos de la Okra (*Abelmoschus esculentus L. Moench*) cultivada en Guatemala y su aplicación en productos cosméticos.**

Nombre del proyecto de investigación

**4.8.63.0.53**

Partida presupuestaria

**AP14-2022**

código del proyecto de investigación

unidad académica o centro no adscrito a unidad académica avaladora

**Ing. Qco. Mario José Mérida Meré**

**Ing.Qca. Telma Maricela Cano Morales**

**Ing.Qco. Gerson Joél Ortega Morales**

**Ing.Mec. Osber Isabel Carías Palencia**

**Br. Juan Pablo López Cano**

nombre del coordinador del proyecto y equipo de investigación contratado por Digi

Guatemala 28/03/2023

## **Contraportada**

### **Autoridades**

Dra. Alice Burgos Paniagua  
Directora General de Investigación

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar  
Coordinador General de Programas

Inga. Luiba María Cabrera de Villagrán  
Coordinadora del Programa de Investigación en Desarrollo Industrial (PUIDI)

### **Autores**

Ing. Qco. Mario José Mérida Meré  
Coordinador del proyecto

Inga. Qca. Telma Maricela Cano Morales  
Investigadora

Ing. Qco. Gerson Joel Ortega Morales  
Investigador

Ing. Mec. Osber Isabel Carías Palencia  
Investigador

Br. Juan Pablo López Cano  
Auxiliar de investigación II

Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación (Digi), 2022. El contenido de este informe de investigación es responsabilidad exclusiva de sus autores.

Esta investigación fue cofinanciada con recursos del Fondo de Investigación de la Digi de la Universidad de San Carlos de Guatemala a través de la partida presupuestaria 4.8.63.0.53 con código AP 14 en el Programa Universitario de Investigación en Desarrollo Industrial .

Los autores son responsables del contenido, de las condiciones éticas y legales de la investigación desarrollada.



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Dirección General de Investigación



## 1 Índice general

1	Índice general .....	3
1.1.	Índice de tablas .....	5
1.2.	Índice de figuras .....	7
2	Resumen y palabras claves .....	9
3	Introducción.....	11
4	Planteamiento del problema .....	11
5	Delimitación en tiempo y espacio .....	12
6	Marco teórico.....	13
6.1	Extractos Naturales.....	13
6.1.1	Aceites esenciales .....	13
6.1.2	Oleorresinas .....	13
6.1.3	Actividad antimicrobiana de extractos naturales .....	13
6.1.4	Cosmético .....	13
6.1.5	Actividad antimicrobiana de extractos naturales .....	13
6.2	Antecedentes del uso de extractos naturales de Okra ( <i>Abelmoschus Esculentus L. Moench</i> ) como agente antimicrobiano.....	14
6.3	Okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ).....	15
6.3.1	Hábitat .....	15
6.3.2	Composición química .....	15
7	Estado del arte .....	16
8	Objetivos .....	17
8.1	Objetivo General.....	17
8.2	Objetivos específicos .....	17
9	Hipótesis .....	18
9.1	Hipótesis de Trabajo.....	18
9.2	Hipótesis nula.....	18

# Informe final proyecto de investigación 2022

Dirección General de Investigación –DIGI-

9.3 Hipótesis alternativa.....	18
10 Materiales y métodos.....	19
10.2. Método.....	19
10.3. Recolección de Información.....	19
10.4. Técnicas e instrumentos.....	19
10.5. Operacionalización de las variables.....	23
10.6. Procesamiento y análisis de información.....	24
10.7. Coherencia de la propuesta de investigación.....	24
11. Resultados y discusión.....	25
11.1. Rendimiento extractivo de aceite fijo de semilla, Oleorresina de Hojas y concreto de flores de Okra ( <i>Abelmoschus esculentus</i> L. Moench).....	25
11.2. Caracterización fisicoquímica de los extractos obtenidos de Okra ( <i>Abelmoschus esculentus</i> L. Moench).....	29
11.3. Composición química de los extractos obtenidos de Okra ( <i>Abelmoschus esculentus</i> L. Moench).....	29
12. Referencias.....	38
13. Apéndice.....	40
14. Vinculación.....	71
15. Estrategia de difusión, divulgación y protección intelectual.....	71
16. Aporte de la propuesta de investigación a los ODS:.....	71
17. Orden de pago final.....	72
18. Declaración del Coordinador(a) del proyecto de investigación.....	72
19. Aval del Director(a) del instituto, centro o departamento de investigación o Coordinador de investigación del centro regional universitario.....	73
20. Visado de la Dirección General de Investigación.....	73

## 1.5. Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Operacionalización de variables .....	23
<b>Tabla 2</b> Coherencia de la propuesta de investigación. ....	24
<b>Tabla 3</b> Análisis Microbiológico del extracto de aceite fijo de Okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ) .....	34
<b>Tabla 4</b> Análisis Microbiológico del extracto de concreto de flores de Okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ).....	34
<b>Tabla 5</b> Análisis Microbiológico del extracto de aceite oleorresina de hojas ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ).....	34
<b>Tabla 6</b> Análisis Microbiológico de jabón de tocador utilizando extracto de aceite fijo de Okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ).....	35
<b>Tabla 7</b> Análisis Microbiológico de jabón en gel utilizando extracto de aceite fijo de Okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ).....	35
<b>Tabla 8</b> Análisis Microbiológico de jabón de tocador utilizando extracto de concreto de flores de Okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ).....	36
<b>Tabla 9</b> Análisis Microbiológico de jabón en gel utilizando extracto de concreto de flores de Okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ).....	36
<b>Tabla 10</b> . Análisis Microbiológico de jabón de tocador utilizando extracto de oleorresina de hojas de Okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ).....	36
<b>Tabla 11</b> Análisis Microbiológico en gel utilizando extracto de concreto de oleorresina de hojas de Okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ).....	37
<b>Tabla 12</b> Rendimiento porcentual de extractos de aceite fijo de semillas de okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ) utilizando el método de extracción Soxhlet. ....	40
<b>Tabla 13</b> Rendimiento porcentual de extractos de aceite fijo de semillas de okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ) utilizando el método de extracción Maceración Dinámica. ....	40
<b>Tabla 14</b> Rendimiento porcentual de extractos de oleorresina de Hojas de okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ) utilizando el método de extracción Soxhlet. ....	41
<b>Tabla 15</b> Rendimiento porcentual de extractos de oleorresina de Hojas de okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ) utilizando el método de extracción Maceración Dinámica. ....	41
<b>Tabla 16</b> Rendimiento porcentual de extractos de concreto de Flores de okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ) utilizando el método de extracción Soxhlet. ....	42

<b>Tabla 17</b> Rendimiento porcentual de extractos de concreto de Flores de okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ) utilizando el método de extracción Maceración Dinámica .	42
<b>Tabla 18</b> Composición química del aceite fijo de Okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ) utilizando el método extractivo Soxhlet.	43
<b>Tabla 19</b> Composición química del aceite fijo de Okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ) utilizando el método extractivo Maceración Dinámica.	43
<b>Tabla 20</b> Composición química de la oleorresina de hojas de Okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ) utilizando el método extractivo Soxhlet.	44
<b>Tabla 21</b> Composición química de la oleorresina de hojas de Okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ) utilizando el método extractivo Maceración Dinámica.	44
<b>Tabla 22</b> .Composición química del concreto de flores de Okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ) utilizando el método extractivo Soxhlet.	45
<b>Tabla 23</b> .Composición química del concreto de flores de Okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ) utilizando el método extractivo Maceración Dinámica.	45
<b>Tabla 24</b> ANOVA para el Porcentaje de Rendimiento del Extractivo de Aceite fijo de Okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ) analizando el método extractivo Soxhlet y Maceración Dinámica.	46
<b>Tabla 25</b> ANOVA para el Porcentaje de Rendimiento del Extractivo Concreto de Flores de Okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ) analizando el método extractivo Soxhlet y Maceración Dinámica.	46
<b>Tabla 26</b> ANOVA para el Porcentaje de Rendimiento del Extractivo de Oleorresina de Hojas de Okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ) analizando el método extractivo Soxhlet y Maceración Dinámica.	47

## 1.6. Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Extractos obtenidos de Okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ) utilizando Soxhlet y Maceración Dinámica.....	26
<b>Figura 2.</b> Rendimientos extractivos promedios de aceite fijo de Okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ) utilizando Soxhlet y Maceración Dinámica. ....	27
<b>Figura 3.</b> Rendimientos extractivos promedios de Oleorresinas de Hojas de Okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ) utilizando Soxhlet y Maceración Dinámica. ....	27
<b>Figura 4.</b> Rendimientos extractivos promedios de Concreto de Flores de Okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ) utilizando Soxhlet y Maceración Dinámica. ....	28
<b>Figura 5.</b> Composición química de la oleorresina de flores de Okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ) utilizando el método extractivo Soxhlet.....	29
<b>Figura 6.</b> Composición química de la oleorresina de flores de Okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ) utilizando el método extractivo Maceración Dinámica. ....	30
<b>Figura 7.</b> Composición química de la oleorresina de Hojas de Okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ) utilizando el método extractivo Soxhlet. ....	30
<b>Figura 8.</b> Composición química de la oleorresina de Hojas de Okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ) utilizando el método extractivo Maceración Dinámica. ....	31
<b>Figura 9.</b> Composición química del aceite fijo de semillas de Okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ) utilizando el método extractivo Soxhlet.....	31
<b>Figura 10.</b> Composición química del aceite fijo de semillas de Okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ) utilizando el método extractivo Maceración Dinámica.....	32
<b>Figura 11.</b> Reunión con agricultores productores de Okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> )....	48
<b>Figura 12.</b> Visita de campo a las plantaciones de Okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ).....	49
, Estanzuela, Zacapa.....	49
<b>Figura 13.</b> Obtención de semilla de Okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ) de forma artesanal ...	50
.....	50
<b>Figura 14.</b> Secado de flores y hojas de Okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ).....	51
<b>Figura 15.</b> Proceso de obtención de oleorresina de hojas de Okra mediante el método de Maceración Dinámica ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ).....	52
<b>Figura 16.</b> Proceso de obtención de aceite fijo de Okra ( <i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i> ) y Concreto de flores mediante el método Soxhlet.....	53
<b>Figura 17.</b> Proceso de separación de los extractos y solvente utilizando el equipo de Rotaevaporación.....	53

<b>Figura 18.</b> Aplicación de los extractos obtenidos de las hojas, flores y semillas de Okra para la elaboración de productos cosméticos. ....	54
<b>Figura 19.</b> Productos cosméticos elaborados con extractos obtenidos de Okra .....	55
<b>Figura 20.</b> .. Composición química de los extractos de Okra Concreto de Flores Utilizando el método extractivo de Maceración Dinámica.....	56
<b>Figura 21.</b> .. Composición química de los extractos de Okra Concreto de Flores Utilizando el método extractivo Soxhlet.....	57
<b>Figura 22.</b> Composición química de los extractos de Okra Oleorresina de Hojas, Utilizando el método extractivo de Maceración Dinámica.....	58
<b>Figura 23.</b> Composición química de los extractos de Okra Oleorresina de Hojas, Utilizando el método extractivo Soxhlet.....	59
<b>Figura 24.</b> Composición química de los extractos de Okra, aceite fijo, Utilizando el método extractivo Maceración Dinámica.....	60
<b>Figura 25.</b> Composición química de los extractos de Okra, aceite fijo, Utilizando el método extractivo Soxhlet.....	61
<b>Figura 26.</b> Análisis microbiológico de extracto de aceite fijo de Okra. ....	62
<b>Figura 27.</b> Análisis microbiológico de extracto de concreto de flores de Okra.....	63
<b>Figura 28.</b> Análisis microbiológico de extracto de oleorresina de hojas de Okra. ....	64
<b>Figura 29.</b> Análisis microbiológico de cosmético jabón el gel aplicando extracto de concreto de Flores de Okra. ....	65
<b>Figura 30.</b> Análisis microbiológico de cosmético jabón de tocador aplicando extracto de concreto de Flores de Okra. ....	66
<b>Figura 31.</b> Análisis microbiológico de cosmético jabón en gel aplicando extracto de oleorresina de hojas de Okra.....	67
<b>Figura 32.</b> .. Análisis microbiológico de cosmético jabón de tocador aplicando extracto de oleorresina de hojas de Okra. ....	68
<b>Figura 33.</b> Análisis microbiológico de cosmético jabón gel aplicando extracto de aceite fijo de semilla de Okra.....	69
<b>Figura 34.</b> Análisis microbiológico de cosmético jabón tocador aplicando extracto de aceite fijo de semilla de Okra.....	70

## 2 Resumen y palabras claves

El presente proyecto tuvo como finalidad evaluar los rendimientos entre métodos (Maceración Dinámica y Soxhlet) extractivos de la Okra (*Abelmoschus esculentus L. Moench*) de sus hojas, flores y semillas, para luego proceder a la caracterización fisicoquímica de cada uno de los extractos, aceite fijo de la semilla, concreto de las flores y oleorresina de las hojas, para posteriormente realizar la aplicación a dos tipos de cosméticos (jabón de tocador y jabón en gel). Finalmente se procedió a la realización de un análisis microbiológico de los extractos y sus aplicaciones bajo el RTCA 71.03.45:07.

En el caso de los rendimientos extractivos promedios se obtuvo para el aceite fijo: Rendimiento Soxhlet, 22.89% y Rendimiento Maceración 20.46. Para el caso del concreto de flores los rendimientos extractivos promedios fueron: Rendimiento Soxhlet, 10.64% y Rendimiento Maceración 9.64. Y finalmente para la oleorresina de hojas se obtuvieron los siguientes rendimientos extractivos promedios: Rendimiento Soxhlet, 12.36% y Rendimiento Maceración 11.26%.

La composición química de los extractos analizados por cada método extractivo reflejó compuestos para el caso del concreto de flores: Propil mercaptano, (11E,14E)-icosa-11,14-dienoato de metilo Fluoximesterona Ácido oleico mayoritariamente. Para los aceites fijos de semilla se encontró mayoritariamente: Palmítico Estearico Oleico Linoleico. En el caso de la oleorresina de hojas los compuestos mayoritarios fueron: á Caroteno y Acido Linoleico Etil Ester.

El análisis microbiológico de los extractos y sus aplicaciones bajo el RTCA 71.03.45:07 cumplieron exitosamente inhibiendo el crecimiento de bacterias gram negativas y gram positivas como *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa* entre otras.

### Palabras claves

Okra, Aceite fijo, Oleorresina, Concreto de Flores, RTCA 71.03.45:07, Análisis microbiológico, Cosméticos

## Abstract

The present project aimed to evaluate the yields between extractive methods (Dynamic Maceration and Soxhlet) of Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) from its leaves, flowers, and seeds. Then, the physicochemical characterization of each extract, fixed seed oil, flower concrete, and leaf oleoresin was carried out, followed by application to two types of cosmetics (toilet soap and gel soap). Finally, a microbiological analysis of the extracts and their applications was performed under RTCA 71.03.45:07.

In the case of average extractive yields, the following were obtained for fixed oil: Soxhlet Yield, 22.89% and Maceration Yield 20.46. For the flower concrete, the average extractive yields were: Soxhlet Yield, 10.64% and Maceration Yield 9.64. Finally, for the leaf oleoresin, the following average extractive yields were obtained: Soxhlet Yield, 12.36% and Maceration Yield 11.26.

The chemical composition of the extracts analyzed by each extractive method reflected compounds for the flower concrete: Propyl mercaptan, (11E,14E)-icosa-11,14-dienoate methyl ester Fluoxymesterone Oleic acid mainly. For fixed seed oils, Palmitic Stearic Oleic Linoleic acids were found mainly. In the case of leaf oleoresin, the major compounds were  $\beta$ -carotene and Ethyl Linoleate.

The microbiological analysis of the extracts and their applications under RTCA 71.03.45:07 successfully inhibited the growth of gram-negative and gram-positive bacteria such as *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, and *Pseudomonas aeruginosa* among others.

## Keyword

Okra, Fixed oil, Oleoresin, Flower Concrete, RTCA 71.03.45:07, Microbiological analysis, Cosmetics.

### 3 Introducción

La vida del ser humano gira entorno a la interacción con el ambiente que lo rodea, esta interacción lo expone a un mundo microscópico que incluye a agentes patógenos que alteran el correcto funcionamiento del organismo, enfermándolo, y por lo cual se encuentra en una lucha contante, en donde el sistema inmune responde a cada uno de esos ataques y de los cuales buena parte repele, debido a la existencia de estos patógenos sumamente resistentes, el ser humano trató la manera de encontrar mecanismos externos que le ayudaran a prevenir la invasión de estos. Esta necesidad lo llevo a descubrir y formular los llamados sanitizantes, mayormente conocidos como desinfectantes, consiguiendo de esta manera la forma de reducir la carga de microbiana hasta un nivel en el cual inactivara su funcionamiento, el cual en muchos casos han provocado un alto número de muertes. Solo en Guatemala según estudios realizados por el ministerio de salud, la diarrea causada por la mala limpieza de superficies o alimentos permanece entre las primeras 10 causas de morbilidad y mortalidad a nivel país.(MSPAS, 2015)

Un cosmético sanitizante se emplea para destruir los microorganismos o inhibir su desarrollo en un 99.9% y además de actuar sobre agentes patógenos como los virus. Existe una gama de sanitizantes en fases sólidas, líquidas, gaseosas y coloidales que también se pueden clasificar por el rango de acción a ciertas familias de microorganismos y agentes patógenos.

El presente proyecto de investigación tiene como finalidad, evaluar el efecto antibacterial de los extractos obtenidos de la Okra (*Abelmoschus esculentus L. Moench*), que son: aceite esencial, aceite fijo y oleorresina, evaluar su rendimiento extractivo, perfil fitoquímico y su capacidad antimicrobiana y su aplicación en productos cosméticos como jabón de tocador y jabón en gel con el objeto de obtener un producto sanitizante a base de extractos vegetales, aprovechando el potencial de la planta Okra y darle un valor añadido más allá de su uso como producto comestible y de exportación.

### 4 Planteamiento del problema

En los últimos años se ha tenido un incremento en la identificación de potenciales super bacterias que han desarrollado resistencia a ciertos compuestos químicos que se han aplicado en el proceso de sanitización tradicionalmente, así como el surgimiento de la pandemia histórica, enfermedad por infección por. SARS-CoV-2, que ha llevado a realizar procesos de sanitización y desinfección obligatorios y ha puesto en la mira a la industria de la limpieza y aseo personal; por lo que se ha buscado alternativas a los productos convencionales, el uso de extractos de materias primas vegetales tales como los aceites fijos, aceites esenciales y oleorresinas y su aplicación se perfila como una de

esas alternativas para afrontar el futuro donde se prevé un mundo con un mayor asedio de organismos peligrosos y de los cuales se debe de proteger ingeniando productos que ayuden a eliminar y controlar esta problemática que afecta de maneras drásticas a nuestro país en la actualidad, Guatemala tiene un bajo acceso a productos de limpieza, es por ello que se busca dar un giro a ello y al mismo tiempo fomentar una nueva actividad en el ámbito de la agricultura, ya que el estudio extractivo de la Okra y su posterior cultivo masivo beneficiara no solo a la industria de la limpieza y aseo personal, sino que incrementara el cultivo de la misma en el territorio del corredor seco del país. Los métodos convencionales químicos que en algunos casos causantes de ciertas afecciones es parte de la problemática que se busca combatir en la presente investigación.

## 5 Delimitación en tiempo y espacio

### 5.1. Delimitación en tiempo

Fecha de inicio: febrero 2022

Fecha finalización: marzo 2023

### 5.2. Delimitación espacial

La obtención de la materia prima Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench), se obtuvo en el municipio de Estanzuela, Zacapa y la parte experimental de la investigación se llevó a cabo en la Universidad de San Carlos de Guatemala. La deshidratación, molienda de la materia prima, la obtención y caracterización fisicoquímica del concreto, aceite fijo y oleorresina, de Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench), se llevó a cabo en el Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur -ITUGS-, Universidad de San Carlos de Guatemala.

La composición del aceite esencial obtenido se realizó por Cromatografía de gases con acoplamiento de espectrometría de masas CG-MS y la composición de la oleorresina, extracto fluido y extracto seco, se analizarán por HPLC. El análisis se llevará a cabo en el Laboratorio de Química Analítica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia Usac. Los ensayos microbiológicos se realizaron en el Laboratorio de Análisis Fisicoquímicos LAFYM, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia USA. El ensayo de perfil de ácidos grasos por Cromatografía Gaseosa con Detector de ionización de llama FID, se realizó en Grupo Hame, Olmeca, Guatemala.

El proceso de aplicación del concreto, aceite fijo y la oleorresina de Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench), en jabón de tocador y jabón en gel se llevará a cabo en el Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur -ITUGS-, Universidad de San Carlos de Guatemala.

## **6 Marco teórico**

### **1.7. Extractos Naturales**

#### **6.1.1 Aceites esenciales**

Son las fracciones líquidas volátiles que contienen las sustancias responsables del aroma de las plantas, son mezclas complejas de hasta 100 componentes, entre ellos: terpenoides, fenoles aromáticos, éteres, ésteres, aldehídos y cetonas que determinan el aroma característico de la planta (Bandoni, 2002)

#### **6.1.2 Oleorresinas**

Son líquidos muy viscosos o sustancias semisólidas. Constituyen las verdaderas esencias de las especias en su forma más concentrada y contienen gran variedad de compuestos volátiles y no volátiles. (Shiva Ramayoni, 2007).

#### **6.9.3 Actividad antimicrobiana de extractos naturales**

Los principales extractos vegetales con actividad antimicrobiana son los aceites esenciales y las oleorresinas.(Henández et al., 2011) estudiaron la actividad antimicrobiana y las propiedades antioxidantes de los aceites esenciales y las oleorresinas, atribuyendo a la presencia de componentes fenólicos este comportamiento. (Guzmán et al., 2015)

#### **6.9.4 Cosmético**

Por definición son aquellos productos que se utilizan sobre el cuerpo humano con fines de limpieza, belleza o para alterar apariencia externa, sin afecta el funcionamiento o estructura del organismo. Esto incluye: productos para proteger la piel, cremas, lociones, polvos y spray, perfumes, jabones, entre otros. (Reardon, 2008)

#### **6.9.5 Actividad antimicrobiana de extractos naturales**

Los principales extractos vegetales con actividad antimicrobiana son los aceites esenciales y las oleorresinas. (Hernández-Ochoa et al., 2011) estudiaron la actividad antimicrobiana y las propiedades antioxidantes de los aceites esenciales y las oleorresinas,(Sharapin et al., 2000) atribuyendo a la presencia de componentes fenólicos este comportamiento.(Guzmán et al., 2015).

## 1.8. Antecedentes del uso de extractos naturales de Okra (*Abelmoschus Esculentus L. moench*) como agente antimicrobiano

En un estudio realizado en el Instituto Superior Técnico, en Lisbon, Portugal titulado “Propiedades antibacterianas del extracto de *Abelmoschus esculentus L. Moench*” dirigido por Carla C.C. R. de Carvalho, se demuestra que la fracción lipídica contenida en el fruto de Okra, es la responsable de sus propiedades antibacteriales frente a microorganismos como *Rhodococcus erythropolis*, *R. opacus*, *Mycobacterium sp.* Y *Xanthobacter Py2*. (De Carvalho et al., 2011)

En India, se realizó un estudio titulado como “Actividad antimicrobiana de *Abelmoschus esculentus* (Flores)” dirigido por S. Solomon del Departamento de química, Periyar E.V.R. College. En dicho estudio se demuestra que el extracto obtenido de las flores de Okra (*Abelmoschus esculentus L. Moench*) está constituido por flavonoides los cuales son los responsables de otorgarle su poder inhibitorio frente a bacterias como *Salmonella typhi*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Bacillus cereus* y dos cepas de hongos como *Curvularia lunata* y *Candida albicans*. (Solomon et al., 2016)

De igual manera, en India, se realizó el estudio basado en la formulación de un jabón antibacterial a base de extractos de semilla de Okra (*Abelmoschus esculentus L. Moench*) obtenidos por lixiviación con etanol, en el cual se determinó su efectividad antimicrobiana frente a bacterias como *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. (Nagesh Malji, 2019)

En Guatemala, la Okra (*Abelmoschus esculentus L. Moench*) es considerada como un producto hortícola no tradicional, cultivado en regiones de clima cálido y templado-cálido, el cual ha obtenido una alta demanda por parte de los consumidores norteamericanos, principalmente por sus valores nutricionales y curativos que este posee. El 99% de la Okra cultivada en Guatemala es exportada a Estados Unidos, mientras que el 1% restante es consumido por los mismos agricultores o productores de la Okra, o por las personas que viven en regiones donde ésta se cultiva. (Ruíz Valladares, 2005)

## 1.9. Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench)

### 6.3.1 Hábitat

El cultivo de Okra (*Abelmoschus esculentus*) en Guatemala se inició en el año 1978, siendo una oportunidad para mejorar expectativas económicas para los agricultores; inicialmente fue cultivada solamente en el departamento de Zacapa. En los años 80's hasta la actualidad, crecen en regiones que van desde El Progreso, Chiquimula, Jalapa, Jutiapa hasta Santa Rosa, siendo estas regiones de clima cálido seco y área beneficiadas bajo riesgo. (Ruíz Valladares, 2005).

### 6.9.2 Composición química

El tamizaje fitoquímico de las semillas de Okra (*Abelmoschus esculentus*) están constituidas por un 17.9 % de aceite fijo (Jarret et al., 2011), 6.6% de humedad, 21.1 % de proteína, 23.4 % de fibra cruda, 25 mg/100g polifenoles, y minerales como magnesio, calcio, hierro, zinc, cobre y manganeso. (Udayasekhara Rao, 1985)

## 7 Estado del arte

Los cosméticos convencionales se componen principalmente de sustancias químicas que en su gran mayoría son perjudiciales para la salud de los seres humanos. Según la HPA del Reino Unido, la lista de sustancias químicas empleadas cuenta con 80,000 existentes, a los cuales se añaden cada mes un promedio de 600 sustancias nuevas. (Vivanco Carrillo, 2016). El triclosán, es uno de los ingredientes comúnmente utilizado en jabón y gel antibacterial, dado su efecto antiséptico, sin embargo, su uso ha sido objeto de controversia ya que se ha informado que presenta diversos efectos adversos, tales como alergias, resistencia a los antibióticos, alteraciones endocrinas, toxicidad aguda-crónica y bioacumulación, además un estudio incluso identificó sustancias cancerígenas. Por lo que se recomienda utilizar de manera esporádica o nula los productos cosméticos que lo contengan. (Zuñiga Carrasco & Caro Lozano, 2017)

Por otro lado, la naturaleza nos ofrece una amplia gama de moléculas que resultan ser una medida sustitutiva en la manufactura de este tipo de productos, tal es el caso de los cosméticos naturales, los cuales no son perjudiciales para la salud ya que mantienen propiedades naturales y beneficiosas para el uso prolongado, además de concientizar a la población del impacto medioambiental. (Pereira & Dourado, 2017). Por consiguiente, la Okra, al ser una planta cultivada en el oriente del país con potencial aprovechable, avalado por estudios de investigación, promete ser un candidato en la búsqueda de este tipo de alternativas ecológicas y beneficiosas en esta época de pandemia.

Asimismo, a través de esta investigación se busca darle un valor agregado a esta planta, ya que en Guatemala es cultivada exclusivamente para su exportación, y en su minoría la población aledaña la utiliza para su consumo. Además, con este estudio se busca ampliar los horizontes impulsando la investigación en el país e incrementar y favorecer el cultivo en el sector industrial a nivel municipal y nacional a mediano y largo plazo.

## 8 Objetivos

### 1.10. Objetivo General

Evaluar la actividad antimicrobiana de extractos obtenidos a partir de las hojas, flores y semillas de la Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) cultivada en Guatemala y su aplicación en productos cosméticos.

### 1.11. Objetivos específicos

1. Evaluar el rendimiento extractivo y caracterizar fisicoquímicamente el aceite fijo de la semilla de Okra por el método de maceración dinámica y Soxhlet a escala laboratorio.
2. Evaluar el rendimiento extractivo y caracterizar fisicoquímicamente la oleorresina obtenida de las hojas de Okra mediante el método de maceración dinámica y Soxhlet a escala laboratorio.
3. Evaluar el rendimiento extractivo y caracterizar fisicoquímicamente el concreto obtenido de las flores de Okra mediante el método de maceración dinámica y soxhlet a escala laboratorio.
4. Analizar la actividad antimicrobiana y concentración mínima inhibitoria de los extractos de aceite fijo, aceite esencial y oleorresina obtenidos de Okra, ante microorganismos patógenos.
5. Aplicar los extractos obtenidos de aceite fijo, aceite esencial y oleorresina de Okra en la elaboración de productos cosméticos.
6. Realizar un control de calidad para el jabón de tocador y jabón en gel según norma RTCA 71.03.45:07 “Productos cosméticos verificación de la calidad”.

## 9 Hipótesis

### 1.12. Hipótesis de Trabajo

Es viable valorar la actividad antibacterial del extracto obtenido de hojas y semillas de la Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) proveniente del municipio de Estanzuela, Zacapa, y su aplicación en productos cosméticos.

#### 9.1 Hipótesis nula

**H<sub>01</sub>:** No es factible valorar el rendimiento extractivo y caracterizar fisicoquímicamente el concreto, aceite fijo y oleorresina de Okra a escala laboratorio.

**H<sub>02</sub>:** No existe diferencia alguna significativa del efecto antimicrobiano de los extractos obtenidos de concreto, aceite fijo y oleorresina al aplicarlos en productos cosméticos.

**H<sub>03</sub>:** Los cosméticos formulados con los extractos de Okra no cumplen con la calidad según norma RTCA 71.03.45:07 RTCA.

#### 9.2 Hipótesis alternativa

**H<sub>i1</sub>:** Es factible evaluar el rendimiento extractivo y caracterizar fisicoquímicamente el concreto, aceite fijo y oleorresina de Okra a escala laboratorio.

**H<sub>i2</sub>:** Existe diferencia significativa del efecto antimicrobiano de los extractos obtenidos de concreto, aceite fijo y oleorresina al aplicarlos en productos cosméticos.

**H<sub>i3</sub>:** Los cosméticos formulados con los extractos de Okra cumplen con la calidad según norma RTCA 71.03.45:07.

## 10 Materiales y métodos

### 10.1. Enfoque de la investigación:

La investigación tiene un enfoque cuantitativo, es experimental, tipo correlacional y exploratoria.

### 10.2. Método

Objetivo 1, 2 y 3: Se realiza por medio del método de maceración dinámica con reflujo para la obtención de aceite fijo de la semilla de Okra y también utilizando el equipo de Soxhlet para la obtención de oleorresina obtenida a partir de las hojas de Okra. Para la obtención del concreto de flores se utilizan ambos métodos.

Objetivo 4: Se toma muestras de cada extracto obtenido de Okra y aplicar en productos cosméticos.

Objetivo 5: Se toma muestras de jabón de tocador y jabón en gel para realizar un control de calidad utilizando la norma RTCA 71.03.45:07.

### 10.3. Recolección de Información

Recolección de datos mediante la investigación in situ a escala Laboratorio en las instalaciones del ITUGS.

La obtención de la materia prima Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench), se obtuvieron en La Plantación de Agricultor local en el municipio de Estanzuela, Zacapa, Guatemala, y la parte experimental de la investigación se llevó a cabo en la Universidad de San Carlos de Guatemala e Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur ITUGS USAC. La deshidratación, molienda de la materia prima, la obtención y caracterización fisicoquímica del aceite esencial, oleorresina y aceite fijo de Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench), se llevó a cabo en el Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales –Liexve-.

### 10.4. Técnicas e instrumentos

Como la compilación, valoración, manuales, encuestas, muestreos, observación, experimentación, entre otros. Como ayuda en la recolección y registro de la información se utilizó cuaderno de apuntes y formulario de tabla de datos en el paquete de ®Microsoft Office Excel 2019.

### Deshidratado y molido de materia prima

El proceso de deshidratado de la Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) se realizó en el Liexve, en un secador de bandejas a temperatura de 40°C, para obtener un porcentaje de humedad

menor al 10%. La reducción del tamaño de la materia prima se realizó en un molino de cuchillas ubicada en el Liexve, para posteriormente realizar su tamizaje utilizando tamices No. 8 y No. 12.

## **Extracción de aceite esencial de la Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) a escala laboratorio utilizando el método de hidrodestilación**

1. Limpieza de materia prima
2. Disminuir el tamaño de la materia prima mediante un molino de cuchillas
3. Calcular humedad
4. Verificar que la humedad sea menor al 10%
5. Montar equipo Neoclevenger con su respectiva plancha de calentamiento.
6. Agregar 50 g de Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) con agua destilada en la proporción 1:15.
7. Encender plancha de calentamiento
8. Asegurarse que el sistema de disminución de temperatura sea el idóneo.
9. Aguardar hasta que se produzca la primera gota de condensado y dejar el tiempo preliminar
10. Tomar nota del horario de inicio del proceso extractivo y dejar el sistema funcionando por 4h.
11. Al momento de finalizar la extracción, tomar el aceite extraído en los recipientes color ámbar previamente tarados.
12. Anotar la cantidad del aceite esencial extraído.

## **Extracción de la oleorresina de la Okra (*Abelmoschus esculentus*) a escala laboratorio utilizando el método de maceración dinámica**

1. Limpieza materia prima
2. Disminuir el tamaño de la materia prima mediante un molino de cuchillas
3. Calcular humedad
4. Verificar que la humedad sea inferior a 10%.
5. Armar equipo de maceración estática con reflujo
6. Colocar 50 g de Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) y 250 mL de etanol en un balón de 500 mL de fondo plano.
7. Encender plancha de calentamiento, seleccionar la temperatura y agitación de trabajo
8. Asegurarse que el sistema de disminución de temperatura sea el idóneo.
9. Tomar nota del horario de inicio del proceso extractivo y dejar el sistema funcionando por 4h.
10. Preparar el equipo de filtrado y filtrar la muestra obtenida

11. Concentrar la oleorresina por medio del rotaevaporador
12. Pesar y anotar la cantidad de oleorresina obtenida y rendimiento.

## **Extracción del aceite fijo de la Okra (*Abelmoschus esculentus*) a escala laboratorio utilizando un sistema de extracción Soxhlet**

1. Limpieza de materia prima
2. Disminuir el tamaño de las semillas de Okra (*Abelmoschus esculentus*) mediante un molino de cuchillas
3. Calcular humedad
4. Verificar que la humedad sea inferior a 10%.
5. Montar equipo Neoclevenger con su respectiva plancha de calentamiento.
6. Agregar las semillas de Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) previamente molidas en un dedal y en un balón de 500 mL utilizar como solvente etanol.
7. Poner en funcionamiento la plancha de calentamiento.
8. Asegurarse que el sistema de disminución de temperatura sea el idóneo.
9. Aguardar a que se produzca el primer sifón de condensado.
10. Tomar nota del horario de inicio del proceso extractivo y dejar el sistema funcionando por 4h.
11. Proceder a separar el solvente del extracto mediante destilación a presión reducida utilizando el equipo de rotaevaporación.
12. Repetir el todo el proceso utilizando como solvente hexano.
13. Anotar la cantidad de oleorresina obtenida.

## **Evaluación invitro de los extractos obtenidos de los segmentos de la Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench)**

1. Colocar 100  $\mu$ L de cada microorganismo en su respectivo medio de cultivo.
2. Colocar círculos de el extracto de Okra sobre el agar.
3. Incubar los microorganismos y realizar el recuento de carga microbiana.
4. Determinar efectividad de cada extracto según norma RTCA 71.03.45:07.

## **Aplicación del extracto obtenido de la Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) a la formulación de jabón en gel.**

1. Agregar lentamente carbopol a través de un tamiz en un beaker provisto de agua desmineralizada y agitar hasta observar una sola fase.
2. En otro beaker agregar el triclosán al etanol y agitar hasta que se solubilice por completo.

3. Agregar el aceite esencial de Okra a la mezcla triclosán-etanol y agitar.
4. Agregar la trietanolamina a la mezcla agua-carbopol.
5. Agregar la solución de etanol en el beaker que contiene el agua desmineralizada.
6. Agitar hasta formar una sola fase.

## **Aplicación del extracto obtenido de la Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) a la formulación de jabón de tocador**

2. Agregar el hidróxido de potasio en el agua, mezclar hasta que esté totalmente disuelto y añadir dióxido de titanio. (reactor 1)
3. Dejar reposar hasta temperatura ambiente.
4. Mezclar aceite de coco, de oliva y ricino. (reactor 2)
5. Calentar los aceites hasta alcanzar los 40 C.
6. Añadir lentamente la solución del paso 1 a la mezcla de aceites, a temperatura constante. Asegurarse que no haya una diferencia de 5 grados entre ambos reactores.
7. Mezclar de forma constante hasta conseguir una mezcla homogénea.
8. Agregar el antioxidante en este caso se usará la vitamina E y el extracto, el cual será el principio activo en la formulación, cuando lo mezclado alcance una temperatura equivalente o inferior a los 40°C.
9. Añadir cuidadosamente la mezcla a sus moldes
10. Dejar en reposo por 24 horas para finalmente proceder a su desmoldado.
11. Dejar curar por dos meses para culminar el proceso de saponificación.

## **Análisis de la actividad antimicrobiana, concentración mínima inhibitoria a extractos y análisis microbiológicos a productos cosméticos aplicando extractos de okra.**

1. La realización metodológica de esta sección se llevó a cabo en el Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos LAFYM, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia USAC.

## 11.5.Operacionalización de las variables

**Tabla 1**

*Operacionalización de variables*

Objetivo específicos	Variable	Técnica	Instrumentos	Medición o cualificación
1	Rendimiento Extractivo Caracterización Fisicoquímica	Hidrodestilación	Laboratorio	Porcentaje de rendimiento (%)
2	Rendimiento Extractivo Caracterización Fisicoquímica	Hidrodestilación	Laboratorio	Porcentaje de Rendimiento (%)
3	Rendimiento Extractivo Caracterización Fisicoquímica	Hidrodestilación	Laboratorio	Porcentaje de Rendimiento (%)
5	Microorganismos	Análisis microbiológico	Difusión en Agar	UFC/g
6	Dosis de aplicación	Porcentaje en masa respecto al total de la aplicación en la formulación de sanitizante y desinfectante.	Laboratorio	Porcentaje de dosis
7	Microorganismos	Análisis microbiológico	Difusión en Agar	UFC/g

Nota: Liexve 2023

## 11.6. Procesamiento y análisis de información

Se realizó un diseño completamente al azar con un arreglo combinatorio, se obtuvieron 3 extractos naturales (aceite esencial, oleorresina y aceite fijo) de Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench), cada uno de los cuales, con 3 repeticiones, obteniendo un total de 9 tratamientos. Los 6 tipos de extractos obtenidos de Okra serán utilizados para determinar su efectividad microbicida *in vitro* aplicándola a 4 microorganismos: *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella choleraesuis* y *Listeria monocytogenes*, para un total de 24 tratamientos. También se determinará si los cosméticos formulados con los extractos cumplen con la norma RTCA 71.03.45:07 “Productos cosméticos verificación de la calidad”. Siendo estos 2 cosméticos, Jabón de tocador y jabón en gel, con tres repeticiones, siendo un total de 18 actividades microbianas. Por último, para la elaboración estadística se utilizará un análisis de varianza basado en la prueba de medias de Tukey.

## 11.7. Coherencia de la propuesta de investigación

**Tabla 2**

*Coherencia de la propuesta de investigación.*

Objetivos específicos	Actividades	Responsables	Alcances o productos esperados (en función de cada objetivo)
Objetivos 1, 2, 3	Compra, secado, molienda y tamizado de materia prima	Titular y auxiliar II	Beneficio económico de comunidad proveedora
	Extracción de aceite esencial, oleorresina, y aceite fijo	Titular y auxiliar II	Extracto de Okra
	Caracterización fisicoquímica de extractos	Auxiliar II	Componentes con actividad antimicrobiana
Objetivo 4	Elaboración de Cosméticos	Titular y auxiliar II	Desarrollo tecnológico de agentes antimicrobianos
Objetivo 4	Análisis microbiológico <i>in vitro</i>	Titular y auxiliar II	Acción antimicrobiana de cada extracto

Objetivo 5	Análisis microbiológico <i>in vivo</i>	Titular	Aplicación y evaluación de efectividad de los productos formulados
-	Recopilación, tabulación de resultados y elaboración de informa final	Titular y auxiliar II	Presentación de informe final

Nota: Liexve 2023

## 12. Resultados y discusión

### 11.1. Rendimiento extractivo de aceite fijo de semilla, Oleorresina de Hojas y concreto de flores de Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench)

Se realizó la fase experimental de extracción de aceite fijo de Okra a escala laboratorio. Se procedió a deshidratar las semillas en el secador de bandejas de flujo transversal. Posterior se realizó el proceso de molienda utilizando un molino de discos. Para el proceso de extracción a escala laboratorio se procedió armar la unidad de extracción tipo soxhlet, utilizando como solvente extractor etanol 99%. Posterior a obtener el extracto etanólico se procedió a realizar la separación del solvente a presión reducida utilizando el equipo de Rota evaporador. Así también se realizó la revisión bibliográfica de metodologías de pre-tratamiento de materia prima de Okra, se determinó que la relación optima materia prima solvente es de 1:15. Así mismo se realizó el pretratamiento y tratamiento de materia prima de las semillas para ponerla en contacto directo con el solvente (Maceración dinámica), obteniendo un extracto de color amarillento [A] el cual es muy característicos de los aceites fijos.

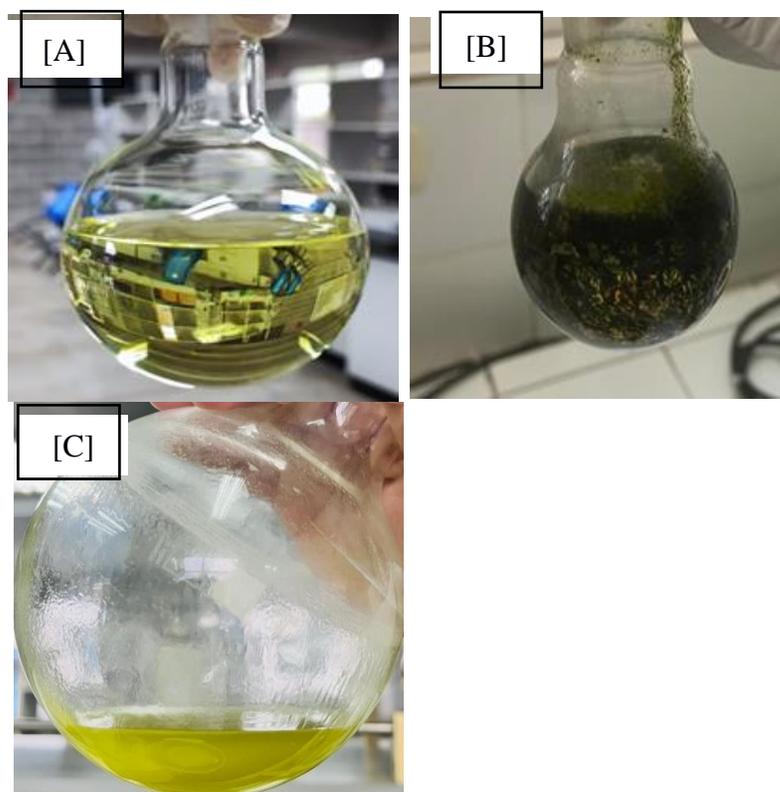
Para la obtención de oleorresinas de las hojas de Okra, el cual se llevó a cabo procesando la materia prima reduciendo el tamaño de partícula, luego de esto se procedió a la realización del proceso extractivo utilizando de igual manera el método de maceración dinámica, utilizando una relación extractiva de 1:14 teniendo como solvente extractor etanol al 99% luego de la realización de éste proceso se procedió a filtrar el extracto y posteriormente a la separación de la oleorresina del solvente etanólico mediante el método de rotaevaporación, y finalmente se procedió a la medición del porcentaje de rendimiento extractivo. Obteniendo una sustancia viscosa de color verde [B] muy intenso lo que puede representar la presencia de sustancias colorantes, de la misma manera se realizó el pretratamiento y tratamiento de materias primas de hojas para la utilización del método extractivo Soxhlet.

Finalmente, se realizaron los trabajos correspondientes a la extracción del concreto de flores (oleorresina) mediante ambos métodos extractivos (maceración y soxhlet) para los cuales también se realizaron los análisis de tratamiento, procesos de secado y disminución de tamaño de partícula,

utilizando etanol al 99%. Para ambos procesos extractivos es imperativo acotar que el etanol se utilizó debido a su afinidad por los componentes lipofílicos como los colorantes naturales presentes en las flores (flavonoides) tomando como fundamento lo indicado por (Nagesh Malji, 2019) el cual establece que existe actividad bactericida del extracto proveniente de los flavonoides de las flores. Sus características fueron: una apariencia amarillenta [C], fluida, con un olor dulce característico de las flores.

## **Figura 1.**

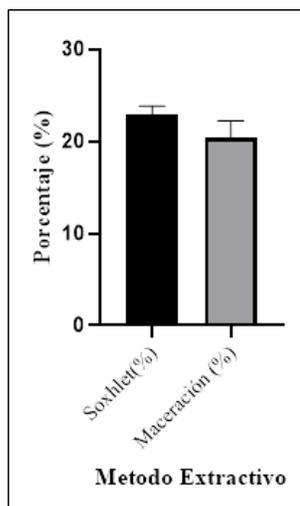
*Extractos obtenidos de Okra (Abelmoschus esculentus L. Moench) utilizando Soxhlet y Maceración Dinámica.*



Nota: , [A]: Aceite Fijo, [B]: Oleoresina Hojas, [C]: Concreto flores

**Figura 2.**

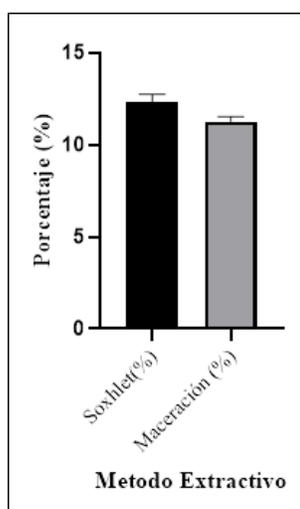
*Rendimientos extractivos promedios de aceite fijo de Okra (Abelmoschus esculentus L. Moench) utilizando Soxhlet y Maceración Dinámica.*



*Nota: Liexve, 2023.*

**Figura 3.**

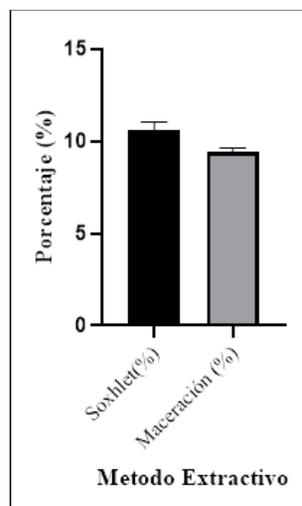
*Rendimientos extractivos promedios de Oleorresinas de Hojas de Okra (Abelmoschus esculentus L. Moench) utilizando Soxhlet y Maceración Dinámica.*



*Nota: Liexve, 2023.*

**Figura 4.**

*Rendimientos extractivos promedios de Concreto de Flores de Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) utilizando Soxhlet y Maceración Dinámica.*



Nota: Liexve, 2023.

En cuanto a la evaluación de los métodos empleados para extraer los productos derivados de los segmentos de la planta (hojas, flores y semillas) se determinó que existe una diferencia estadísticamente significativa para el extracto obtenido de las flores. El concreto de las flores mostró un mayor rendimiento extractivo (10.64%) utilizando el método Soxhlet, lo que sugiere que es el apropiado para conseguir mejores resultados. Del mismo modo, las oleorresinas de las hojas mostraron una diferencia estadísticamente significativa para los métodos utilizados en su extracción. En este caso el método que mejor resultados proporcionó fue Soxhlet con un 12.36%. Por otro lado, los métodos utilizados para extraer el aceite fijo de las semillas de Okra no mostraron una diferencia estadísticamente significativa lo que indica que tanto el método extractivo Soxhlet (22.89%) como la Maceración Dinámica (20.46%) son muy buenas alternativas para extraerlo.

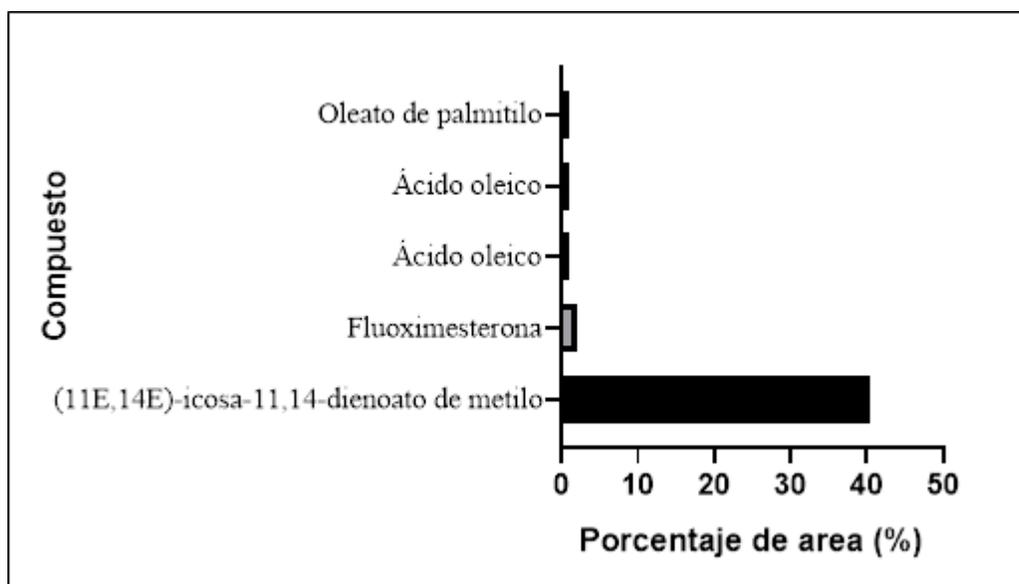
## 11.2. Caracterización fisicoquímica de los extractos obtenidos de Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench)

Se presentan las características fisicoquímicas de los extractos, obtenidos de la Okra, analizados por método extractivo.

## 11.3. Composición química de los extractos obtenidos de Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench)

### Figura 5.

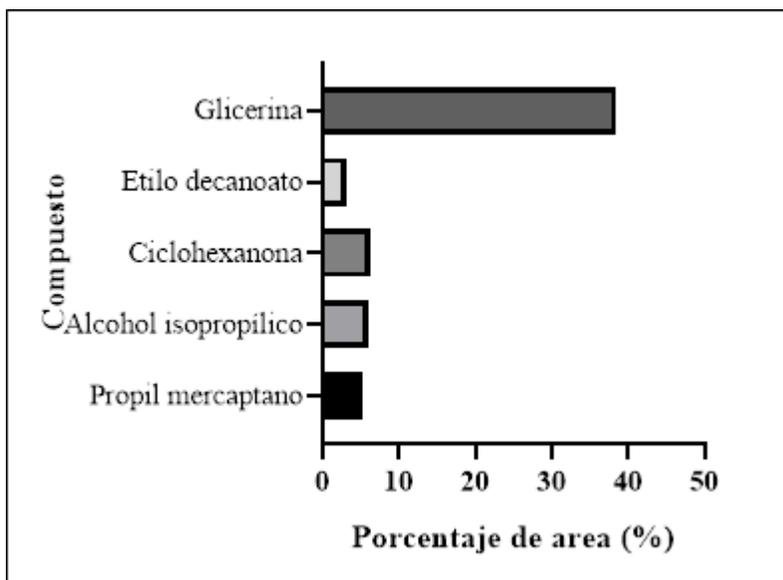
Composición química del concreto de flores de Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) utilizando el método extractivo Soxhlet.



Nota. Departamento de Toxicología, CCQQ y Farmacia, USAC

**Figura 6.**

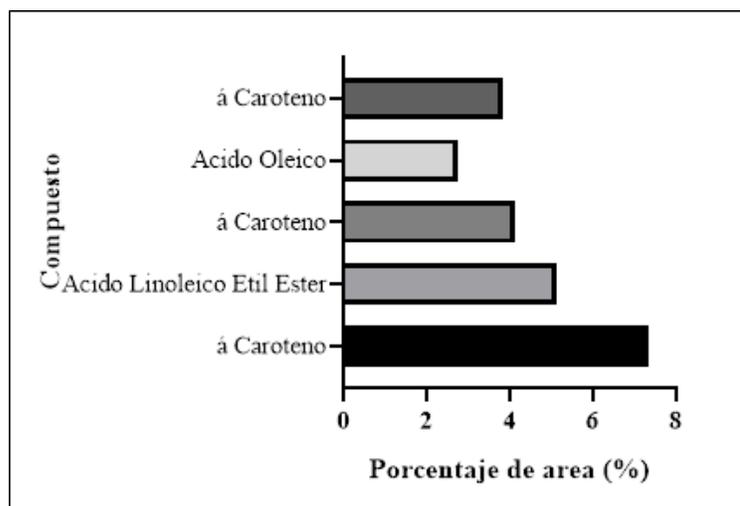
*Composición química del concreto de flores de Okra (Abelmoschus esculentus L. Moench) utilizando el método extractivo Maceración Dinámica.*



*Nota. Departamento de Toxicología, CCQQ y Farmacia, USAC*

**Figura 7.**

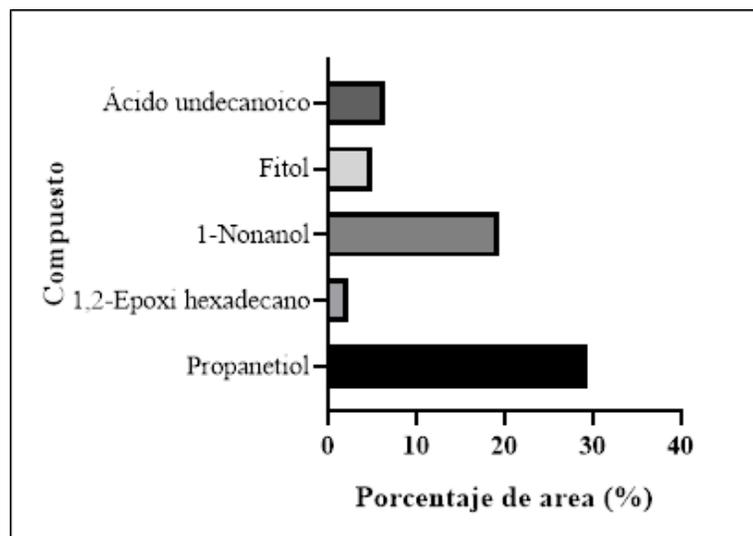
*Composición química de la oleorresina de Hojas de Okra (Abelmoschus esculentus L. Moench) utilizando el método extractivo Soxhlet.*



*Nota. Departamento de Toxicología, CCQQ y Farmacia, USAC*

**Figura 8.**

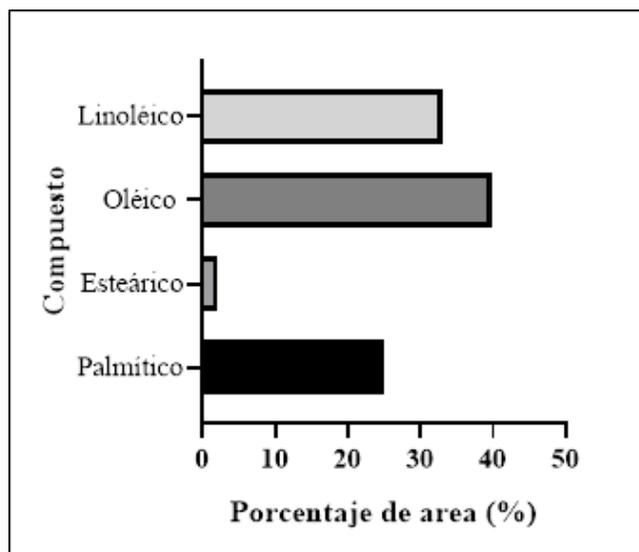
*Composición química de la oleorresina de Hojas de Okra (Abelmoschus esculentus L. Moench) utilizando el método extractivo Maceración Dinámica.*



Nota. Departamento de Toxicología, CCQQ y Farmacia, USAC

**Figura 9.**

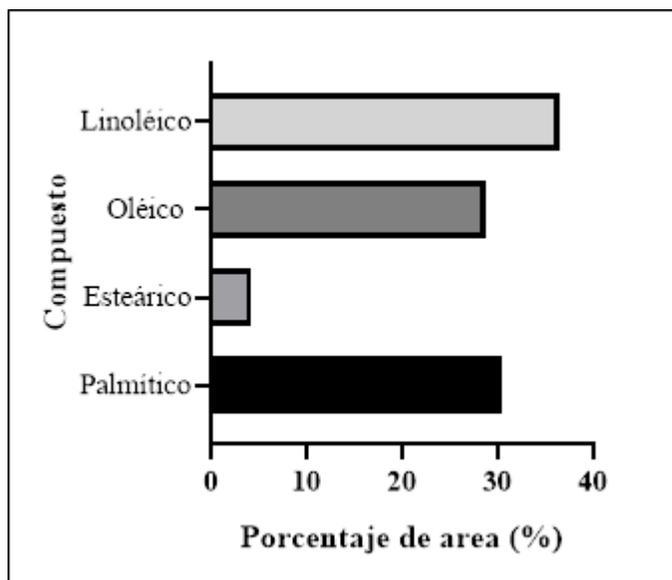
*Composición química del aceite fijo de semillas de Okra (Abelmoschus esculentus L. Moench) utilizando el método extractivo Soxhlet.*



Nota. Departamento de Toxicología, CCQQ y Farmacia, USAC

**Figura 10.**

*Composición química del aceite fijo de semillas de Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) utilizando el método extractivo Maceración Dinámica.*



*Nota. Departamento de Toxicología, CCQQ y Farmacia, USAC*

Los resultados mostrados en la figura 5 indican la composición química del concreto de las flores obtenidas con el método de extracción Soxhlet, el gráfico muestra un elevado contenido de (11E,14E)-icosa-11,14-dienoato de metilo en comparación a los otros componentes detectados los cuales son Fluoximesterona, Ácido oleico, Oleato de palmitilo donde estos últimos son ácidos grasos mientras que el primero se trata de un éster metílico constituido por una estructura molecular lineal de 22 átomos de carbono con dos enlaces dobles conjugados en las posiciones 11 y 14, es un líquido transparente e incoloro con un aroma frutal característico, sumado a esto se detectó la Fluoximesterona el cual se describe como un compuesto perteneciendo al grupo de los esteroides químicamente está constituido por un grupo funcional cetona en el carbono 3 y un grupo fluoro, se trata de un compuesto inodoro así como lo son el resto de los ácidos grasos, esto sugiere que el aroma característico de las flores proviene del primer componente referido.

Por otro lado, para el método extractivo por maceración dinámica los componentes detectados en el concreto de las flores presentaron ausencia en cuanto a los componentes anteriormente mencionados siendo el mayor la proporción de glicerina frente a los otros componentes ( Propil mercaptano, Alcohol isopropílico, Ciclohexanona). Cabe mencionar que la diferencia entre los componentes químicos detectados para ambos métodos de extracción deriva en el principio fisicoquímico de su funcionamiento, es decir, para el caso de la maceración dinámica la fricción en la agitación del medio puede ser la causa de que especies químicas como ésteres o con una elevada volatilidad puedan perderse debido al calor generado del proceso. Adicionalmente, en la literatura se han reportado características que marcan el perfil de estos componentes presentados entre ellas propiedades antimicrobianas.

En la figura 7 se presenta el perfil composicional para la oleorresina de hojas de Okra, obtenidas mediante el método Soxhlet, en el grafico se detecta en una mayor proporción á Caroteno, Etil Ester y Acido Oleico. Por otro lado en la figura 8 se presenta la composición química de las hojas obtenidas por el método extractivo Maceración dinámica en el grafico se muestran alcoholes como el Propanetiol, 1-Nonanol, Fitol.

En la figura 9 y 10 se muestra la composición del aceite fijo de semilla de Okra utilizando el método Soxhlet en este caso se obtuvo un perfil de ácidos grasos en el que se detectó una mayor cantidad de ácido oleico, linoleico y palmítico, el primero es un ácido graso monoinsaturado ( omega 9), es un ácido graso carboxílico constituido de 18 carbonos y un doble enlace entre los carbonos nueve y diez desde el extremo metilo de la cadena. Existen reportes bibliográficos que le atribuyen la capacidad para perturbar la integridad de las membranas celulares de los microorganismos lo que puede provocar la muerte celular. El ácido linoleico es otro ácido graso poliinsaturado( omega 6) también está constituido por 18 carbonos y dos enlaces dobles en la cadena hidrocarbonada, siendo el primer enlace doble en el carbono seis desde el extremo metilo de la cadena. De igual manera se ha demostrado que el ácido linoleico al igual que el ácido palmítico dada su naturaleza lipofílica han demostrado tener efectos inhibitorios en el crecimiento de bacterias gram negativas y gram positivas como *Escherichia coli* *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa* entre otras.

## 11.4. Análisis microbiológicos de los extractos obtenidos de Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench).

**Tabla 3**

*Análisis Microbiológico del extracto de aceite fijo de Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench)*

Análisis	Resultado	Dimensional	RTCA 71.03.45:07
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia

*Nota: Métodos de Referencia: Pharmacopea USP. Límites microbiológicos: RTCA/Reglamento técnico centroamericano*

**Tabla 4**

*Análisis Microbiológico del extracto de concreto de flores de Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench)*

Análisis	Resultado	Dimensional	RTCA 71.03.45:07
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia

*Nota: Métodos de Referencia: Pharmacopea USP. Límites microbiológicos: RTCA/Reglamento técnico centroamericano*

**Tabla 5**

*Análisis Microbiológico del extracto de aceite oleorresina de hojas (*Abelmoschus esculentus* L. Moench)*

Análisis	Resultado	Dimensional	RTCA 71.03.45:07
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia

*Nota: Métodos de Referencia: Pharmacopea USP. Límites microbiológicos: RTCA/Reglamento técnico centroamericano*

## 11.5. Análisis microbiológicos de los productos cosméticos aplicando los extractos de Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench).

**Tabla 6**

*Análisis Microbiológico de jabón de tocador utilizando extracto de aceite fijo de Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench)*

Análisis	Resultado	Dimensional	RTCA 71.03.45:07
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia

*Nota: Métodos de Referencia: Pharmacopea USP. Límites microbiológicos: RTCA/Reglamento técnico centroamericano*

**Tabla 7**

*Análisis Microbiológico de jabón en gel utilizando extracto de aceite fijo de Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench)*

Análisis	Resultado	Dimensional	RTCA 71.03.45:07
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia

*Nota: Métodos de Referencia: Pharmacopea USP. Límites microbiológicos: RTCA/Reglamento técnico centroamericano*

**Tabla 8**

*Análisis Microbiológico de jabón de tocador utilizando extracto de concreto de flores de Okra*

*(Abelmoschus esculentus L. Moench)*

Análisis	Resultado	Dimensional	RTCA 71.03.45:07
Escherichia coli	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
Staphylococcus aureus	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
Pseudomonas aeruginosa	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia

*Nota: Métodos de Referencia: Pharmacopea USP. Límites microbiológicos: RTCA/Reglamento técnico centroamericano*

**Tabla 9**

*Análisis Microbiológico de jabón en gel utilizando extracto de concreto de flores de Okra (Abelmos-*

*chus esculentus L. Moench)*

Análisis	Resultado	Dimensional	RTCA 71.03.45:07
Escherichia coli	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
Staphylococcus aureus	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
Pseudomonas aeruginosa	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia

*Nota: Métodos de Referencia: Pharmacopea USP. Límites microbiológicos: RTCA/Reglamento técnico centroamericano*

**Tabla 10**

*Análisis Microbiológico de jabón de tocador utilizando extracto de oleorresina de hojas de Okra*

*(Abelmoschus esculentus L. Moench)*

Análisis	Resultado	Dimensional	RTCA 71.03.45:07
Escherichia coli	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
Staphylococcus aureus	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
Pseudomonas aeruginosa	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia

*Nota: Métodos de Referencia: Pharmacopea USP. Límites microbiológicos: RTCA/Reglamento técnico centroamericano*

**Tabla 11** *Análisis Microbiológico en gel utilizando extracto de concreto de oleorresina de hojas de Okra (Abelmoschus esculentus L. Moench)*

Análisis	Resultado	Dimensional	RTCA 71.03.45:07
Escherichia coli	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
Staphylococcus aureus	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
Pseudomonas aeruginosa	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia

*Nota: Métodos de Referencia: Pharmacopea USP. Límites microbiológicos: RTCA/Reglamento técnico centroamericano*

En la tabla 3, 4 y 5 se muestran los resultados microbiológicos in vitro para los tres extractos obtenidos de los tres segmentos (hojas, flores y semillas) de la Okra (*Abelmoschus esculentus L. Moench*). Los tres análisis reportados se tuvo como resultado la ausencia para el espectro microbiano establecido por la RTCA 71.03.45:07, indicando una actividad antimicrobiana presente en los componentes químicos para los tres tipos de extractos indicados anteriormente.

En las tablas 6, 7, 8, 9, 10 y 11 se muestran los resultados satisfactorios de los extractos aplicados en la formulación de dos productos cosméticos (Jabón de tocador y Jabón en Gel). Dichos resultados indicaron ausencia para el espectro microbiano establecido por la RTCA 71.03.45:07 lo cual indica la efectividad presente en los extractos de Okra y su verificación así como validez de la hipótesis del presente estudio de investigación. Con estos resultados se puede garantizar el uso de éstos cosméticos como una alternativa biodegradable y de bioseguridad en cumplimiento a las buenas practicas de higiene para poder evitar la contaminación bacteriana.

## 12. Referencias

- Bandoni, A. (2002). *Los Recursos Vegetales Aromáticos en Latinoamérica: Su aprovechamiento industrial para la producción de aromas y sabores*. <http://www.herbotecnia.com.ar/c-public-034-Recursos-Vegetales-Arnaldo-Bandoni.htm>
- De Carvalho, C. C. C. R., Cruz, P. A., Da Fonseca, M. M. R., & Xavier-Filho, L. (2011). Antibacterial properties of the extract of *Abelmoschus esculentus*. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 16(5), 971–977. <https://doi.org/10.1007/S12257-011-0050-6/METRICS>
- Guzmán, L. E., Acevedo, D., Romero, L., & Estrada, J. (2015). Elaboración de una Película Comestible a Base de Colágeno Incorporado con Nisina como Agente Antimicrobiano. *Información Tecnológica*, 26(3), 17–24. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000300004>
- Henández, O. L., Gonzales, G. A., Guatiérrez, M. N., Muñoz, C. L. N., & Quintero, R. A. (2011). Estudio de la actividad antibacteriana de películas elaboradas con quitosano a diferentes pesos moleculares incorporando aceites esenciales y extractos de especias como agentes antimicrobianos. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. 10(3), 455-463.
- MSPAS. (2015, September). *Informe Anual Situación De Las Enfermedades Transmisibles Y No Transmisibles Prioritarias De Vigilancia Epidemiológica*. <https://epidemiologia.mspas.gob.gt/informacion/vigilancia-epidemiologica/no-transmisibles>
- Nagesh Malji, N. (2019). Formulation of Antibacterial Soap by using Okra Seed Extract. *International Journal of Research in Engineering, Science and Management*, 2(2019). [https://www.ijresm.com/Vol.2\\_2019/Vol2\\_Iss4\\_April19/IJRESM\\_V2\\_I4\\_172.pdf](https://www.ijresm.com/Vol.2_2019/Vol2_Iss4_April19/IJRESM_V2_I4_172.pdf)
- Pereira, N. de P., & Dourado, D. (2017). The profile of Brazilian agriculture as source of raw material to obtain organic cosmetics. *Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research*, 5(3), 165–166. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496053943003>
- Reardon, J. T. S. (2008). North Carolina Department of Agriculture and Consumer Services. *Food and Drug Protection Division*.
- Ruíz Valladares, I. S. (2005). *PROPUESTA DE INSTALACIONES PARA PRECLASIFICADO EN EL PROCESO POST-COSECHA DE LA OKRA (Hibiscus esculentus) EN EL VALLE DE LA*

FRAGUA, ZACAPA. [Universidad Rafael Landívar ].

<http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/lote01/Ruiz-Ivania.pdf>

Sharapin, Nikolai., Rocha, L. Machado., & Pinzón S., Roberto. (2000). Fundamentos de tecnología de productos fitoterapéuticos. *Fundamentos de Tecnología de Productos Fitoterapéuticos*, 27–60. <https://doi.org/10.3/JQUERY-UIJS>

Shiva Ramayoni, C. M. (2007). Estudio de la actividad antimicrobiana de extractos naturales y ácidos orgánicos. Posible alternativa a los antibióticos promotores de crecimiento. *TDX (Tesis Doctorals En Xarxa)*. <https://www.tdx.cat/handle/10803/5606>

Solomon, S., Muruganatham, N., & Senthamilselvi, M. M. (2016). Antimicrobial activity of *Abelmoschus esculentus* (flowers). *International Journal of Herbal Medicine*, 46(6), 46–49.

Udayasekhara Rao, P. (1985). Chemical composition and biological evaluation of Okra (*Hibiscus esculentus*) seeds and their kernels. *Qualitas Plantarum Plant Foods for Human Nutrition*, 35(4), 389–396. <https://doi.org/10.1007/BF01091784/METRICS>

Vivanco Carrillo, G. E. (2016). *Investigación y desarrollo gráfico de productos cosméticos*. <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/5784>

Zuñiga Carrasco, I. R., & Caro Lozano, J. (2017). Controversia por el uso de triclosán en los productos antibacteriales de uso común. *Revista Latinoamericana de Infectología Pediátrica*, 30(3), 93–96. <https://www.medigraphic.com/pdfs/infectologia/lip-2017/lip173b.pdf>

## 13. Apéndice

**Tabla 12**

*Rendimiento porcentual de extractos de aceite fijo de semillas de okra (Abelmoschus esculentus L. Moench) utilizando el método de extracción Soxhlet.*

Repetición	Tiempo de extracción (min)	Rendimiento (%)	Rendimiento Promedio (%)	Desviación
1	240	21.97%		
2	240	23.90%	22.89%	0.0097
3	240	22.80%		

Nota: Liexve, 2023.

**Tabla 13**

*Rendimiento porcentual de extractos de aceite fijo de semillas de okra (Abelmoschus esculentus L. Moench) utilizando el método de extracción Maceración Dinámica.*

<i>Repetición</i>	<i>Tiempo de extracción (min)</i>	<i>Rendimiento (%)</i>	<i>Rendimiento Promedio (%)</i>	<i>Desviación</i>
<i>1</i>	240	<i>18.53%</i>		
<i>2</i>	240	<i>22.07%</i>	<i>20.46%</i>	<i>1.791</i>
<i>3</i>	240	<i>20.77%</i>		

Nota: Liexve, 2023.

**Tabla 14**

*Rendimiento porcentual de extractos de oleorresina de Hojas de okra (Abelmoschus esculentus L. Moench) utilizando el método de extracción Soxhlet.*

Repetición	Tiempo de extracción (min)	Rendimiento (%)	Rendimiento Promedio(%)	Desviación
1	240	12.80%		
2	240	12.26%	12.36%	0.0040
3	240	12.01%		

Nota:Liexve,2023.

**Tabla 15**

*Rendimiento porcentual de extractos de oleorresina de Hojas de okra (Abelmoschus esculentus L. Moench) utilizando el método de extracción Maceración Dinámica.*

Repetición	Tiempo de extracción (min)	Rendimiento (%)	Rendimiento Promedio(%)	Desviación
1	240	11.50%		
2	240	11.33%	11.26%	0.0028
3	240	10.96%		

Nota:Liexve,2023.

**Tabla 16**

*Rendimiento porcentual de extractos de concreto de Flores de okra (Abelmoschus esculentus L. Moench) utilizando el método de extracción Soxhlet.*

Repetición	Tiempo de extracción (min)	Rendimiento (%)	Rendimiento Promedio(%)	Desviación
1	240	10.98%		
2	240	10.74%	10.64%	0.0040
3	240	10.20%		

Nota:Liexve,2023.

**Tabla 17**

*Rendimiento porcentual de extractos de concreto de Flores de okra (Abelmoschus esculentus L. Moench) utilizando el método de extracción Maceración Dinámica .*

Repetición	Tiempo de extracción (min)	Rendimiento (%)	Rendimiento Promedio(%)	Desviación
1	240	9.45%		
2	240	9.23%	9.44%	0.0021
3	240	9.64%		

Nota:Liexve,2023.

**Tabla 18**

*Composición química del aceite fijo de Okra (Abelmoschus esculentus L. Moench) utilizando el método extractivo Soxhlet.*

Máximos	Nombre del Compuesto	Tiempo de retención (min)	Área [uV*sec]	Altura [uV]	Área [%]
1	PALMITICO	19.688	2090.05	129.94	24.9
2	ESTEARICO	21.869	180.03	29.23	2.14
3	OLEICO	22.493	3350.06	226.1	39.92
4	LINOLEICO	23.725	2772.7	130.51	33.04

Nota:Liexve,2023.

**Tabla 19**

*Composición química del aceite fijo de Okra (Abelmoschus esculentus L. Moench) utilizando el método extractivo Maceración Dinámica.*

Máximos	Nombre del Compuesto	Tiempo de retención (min)	Área [uV*sec]	Altura [uV]	Área [%]
1	PALMITICO	18.641	123500.26	17948.22	30.42
2	ESTEARICO	21.171	17075.39	2861.84	4.21
3	OLEICO	21.853	117154.37	19162.87	28.85
4	LINOLEICO	22.995	148290.97	14847.64	36.52

Nota:Liexve,2023.

**Tabla 20**

*Composición química de la oleorresina de hojas de Okra (Abelmoschus esculentus L. Moench) utilizando el método extractivo Soxhlet.*

No.	Tiempo de retención (min)	Área (%)	Componente químico	Número CAS
1	31.806	7.333	á Caroteno	7235-40-7
2	38.989	5.139	Acido Linoleico Etíl Ester	544-35-4
3	35.541	4.13	á Caroteno	7235-40-7
4	43.258	2.752	Ácido Oleico	112-80-1
5	36.275	3.836	á Caroteno	7235-40-7

Nota:Liexve,2023.

**Tabla 21**

*Composición química de la oleorresina de hojas de Okra (Abelmoschus esculentus L. Moench) utilizando el método extractivo Maceración Dinámica.*

No.	Tiempo de retención (min)	Área (%)	Componente químico	Número CAS
1	0.894	29.47	Propanetiol	107-03-9
2	29.55	2.322	1,2-Epoxi hexadecano	7320-37-8
3	19.226	19.397	1-Nonanol	143-08-8
4	18.465	4.924	Fitol	150-86-7
5	17.430	6.416	Ácido Undecanoico	112-37-8

Nota:Liexve,2023

**Tabla 22**

*Composición química del concreto de flores de Okra (Abelmoschus esculentus L. Moench) utilizando el método extractivo Soxhlet.*

No.	Tiempo de retención (min)	Área (%)	Componente químico	Número CAS
1	19.962	40.483	(11E,14E)-icosa-11,14-dienoato de metilo	2463--02-7
2	30.868	2.023	Fluoximesterona	76-43-7
3	43.041	0.972	Ácido oleico	112-80-1
4	41.603	1.016	Ácido oleico	112-80-2
5	39.231	0.978	Oleato de Palmitilo	22393-86-8

Nota:Liexve,2023.

**Tabla 23**

*Composición química del concreto de flores de Okra (Abelmoschus esculentus L. Moench) utilizando el método extractivo Maceración Dinámica.*

No.	Tiempo de retención (min)	Área (%)	Componente químico	Número CAS
1	0.909	5.292	Propil mercaptano	107-03-9
2	1.019	5.910	Alcohol isopropílico	67-63-0
3	18.701	6.196	Ciclohexanona	106-87-6
4	17.035	3.082	Etilo Decanoato	110-38-3
5	8.682	38.465	Glicerina	56-81-5

Nota:Liexve,2023.

# Informe final proyecto de investigación 2022

Dirección General de Investigación –DIGI-

**Tabla 24**

*ANOVA para el Porcentaje de Rendimiento del Extractivo de Aceite fijo de Okra (Abelmoschus esculentus L. Moench) analizando el método extractivo Soxhlet y Maceración Dinámica.*

**RESUMEN**

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Rendimiento Soxhlet(%)	3	0.6867	0.2289	9.373E-05
Rendimiento Maceración (%)	3	0.61368	0.20456	0.00032078

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.00088865	1	0.00088865	4.28773788	0.10714693	7.708647422
Dentro de los grupos	0.00082902	4	0.00020725			
Total	0.00171767	5				

Nota:Liexve,2023.

**Tabla 25**

*ANOVA para el Porcentaje de Rendimiento del Extractivo Concreto de Flores de Okra (Abelmoschus esculentus L. Moench) analizando el método extractivo Soxhlet y Maceración Dinámica.*

**RESUMEN**

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Rendimiento Soxhlet (%)	3	0.3192	0.1064	0.00001596
Rendimiento Maceración (%)	3	0.2832	0.0944	4.21E-06

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.000216	1	0.000216	21.4179474	0.00982229	7.708647422
Dentro de los grupos	0.00004034	4	1.0085E-05			
Total	0.00025634	5				

Nota:Liexve,2023.

**Tabla 26**

*ANOVA para el Porcentaje de Rendimiento del Extractivo de Oleorresina de Hojas de Okra (Abelmoschus esculentus L. Moench) analizando el método extractivo Soxhlet y Maceración Dinámica.*

**RESUMEN**

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Rendimiento Soxhlet (%)	3	0.3707	0.12356667	1.6303E-05
Rendimiento Maceración (%)	3	0.3379	0.11263333	7.6233E-06

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.00017931	1	0.00017931	14.988018	0.0179715	7.708647422
Dentro de los grupos	4.7853E-05	4	1.1963E-05	9	3	
Total	0.00022716	5				

Nota: Liexve, 2023.

*Figura 11.*

*Reunión con agricultores productores de Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench)*



Nota:Liexve,2023.

**Figura 12.**

*Visita de campo a las plantaciones de Okra (Abelmoschus esculentus L. Moench) , Estanzuela, Zacapa.*



Nota:Liexve,2023.

*Figura 13.*

*Obtención de semilla de Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) de forma artesanal*



Nota:Liexve,2023.

**Figura 14.**

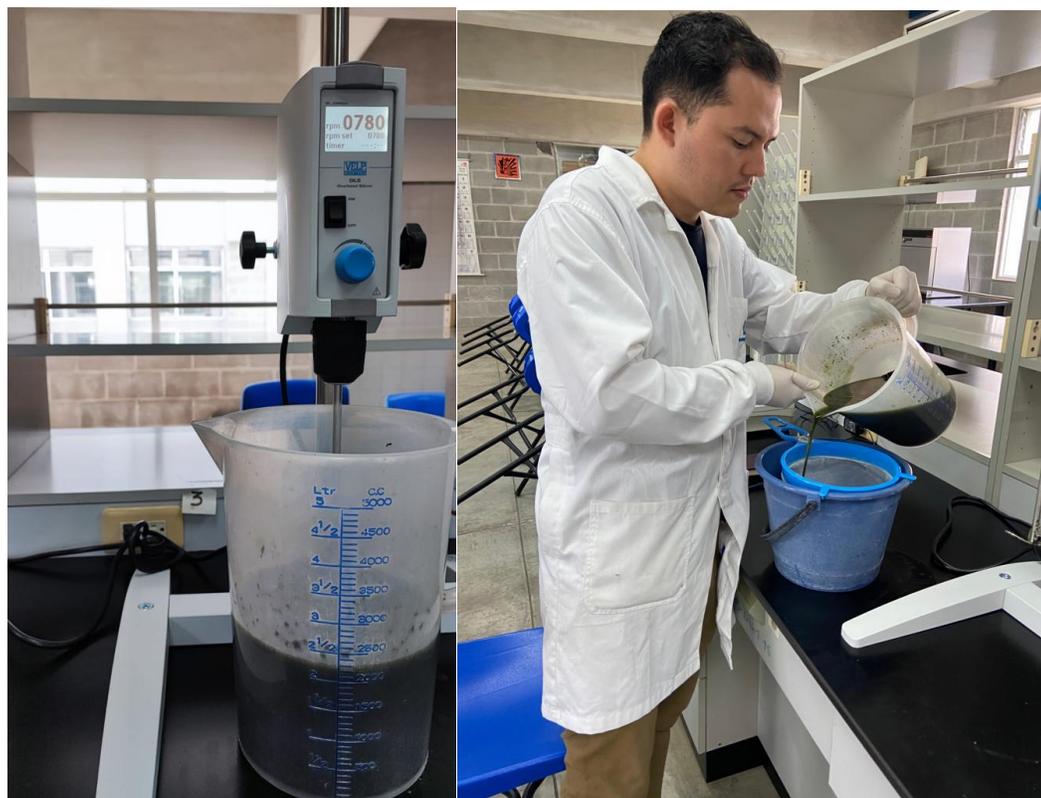
*Secado de flores y hojas de Okra (Abelmoschus esculentus L. Moench)*



Nota:Liexve,2023.

**Figura 15.**

*Proceso de obtención de oleorresina de hojas de Okra mediante el método de Maceración Dinámica (Abelmoschus esculentus L. Moench)*



Nota:Liexve,2023.

**Figura 16.**

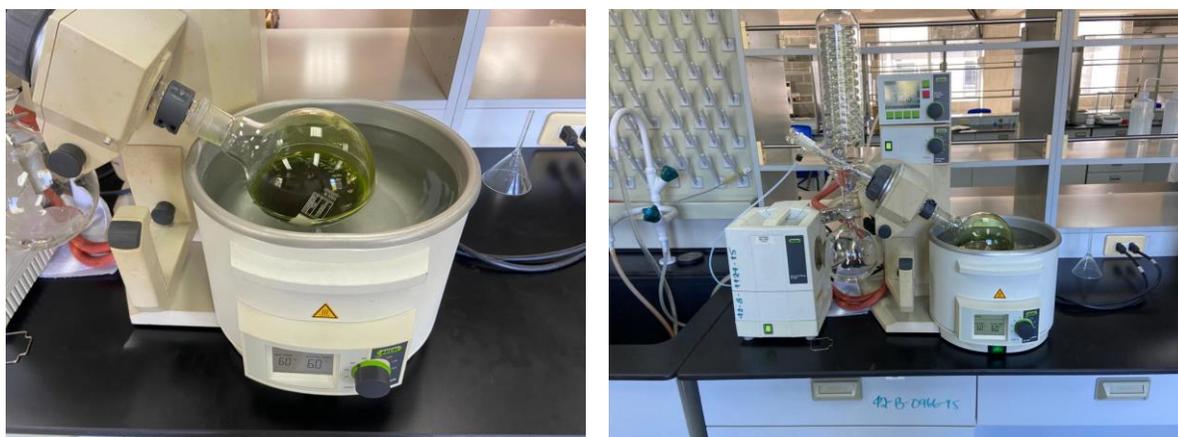
*Proceso de obtención de aceite fijo de Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) y Concreto de flores mediante el método Soxhlet*



Nota:Liexve,2023.

**Figura 17.**

*Proceso de separación de los extractos y solvente utilizando el equipo de Rotaevaporación.*



Nota:Liexve,2023.

**Figura 18.**

*Aplicación de los extractos obtenidos de las hojas, flores y semillas de Okra para la elaboración de productos cosméticos.*



Nota:Liexve,2023.

**Figura 19.**

*Productos cosméticos elaborados con extractos obtenidos de Okra*



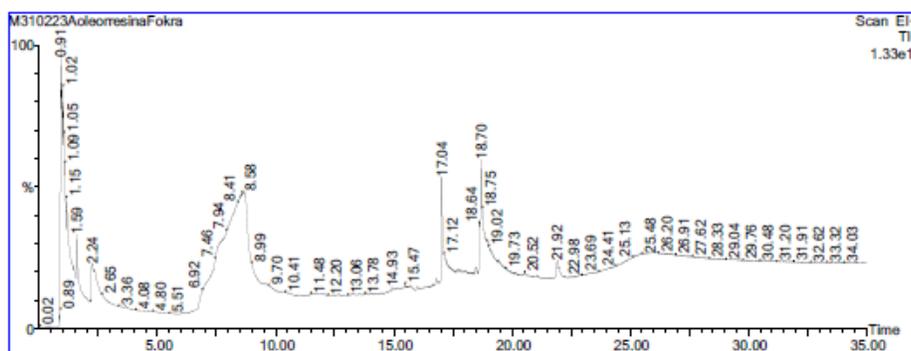
Nota:Liexve,2023.

**Figura 20.**

*Composición química de los extractos de Okra Concreto de Flores Utilizando el método extractivo de Maceración Dinámica*

### Departamento de Toxicología, CCQQ y Farmacia, USAC Qualitative Report

File: C:\TurboMass\SEMIVOCS.PRO\Data\M310223AoleoresinaFokra.raw      Printed: 28-Feb-23 01:25 PM  
 Acquired: 14-Feb-23 01:34:41 PM  
 Description: M310223oleoresinafloresOkra  
 GC/MS Method: GC: MS: Aceite esencial 29.EXP      Page 1 of 4  
 Sample ID: M310223oleoresinafloresOkra      Vial Number: 108



#	RT	Scan	Height	Area	Area %	Norm %
1	0.869	174	592,181,312	8,666,821.0	0.041	0.11
2	0.909	182	13,184,918,528	1,120,843,648.0	5.292	13.76
3	1.019	204	11,181,886,464	1,251,777,536.0	5.910	15.37
4	1.189	238	5,154,737,664	1,078,793,472.0	5.093	13.24
5	1.594	319	3,661,485,056	500,833,312.0	2.365	6.15
6	2.239	448	1,819,880,320	573,472,768.0	2.708	7.04
7	3.000	600	141,085,536	21,972,128.0	0.104	0.27
8	3.265	653	65,726,064	3,768,340.8	0.018	0.05
9	3.320	664	60,045,264	3,404,080.0	0.016	0.04
10	3.390	678	65,724,836	3,003,039.2	0.014	0.04
11	3.665	733	165,976,752	8,987,870.0	0.042	0.11
12	8.682	1736	5,334,953,472	8,146,834,944.0	38.465	100.00
13	10.578	2115	294,831,072	61,210,000.0	0.289	0.75
14	10.868	2173	137,186,624	7,274,667.0	0.034	0.09
15	10.918	2183	135,543,200	9,108,275.0	0.043	0.11
16	11.023	2204	120,980,656	15,442,545.0	0.073	0.19
17	11.558	2311	165,032,096	32,612,812.0	0.154	0.40
18	11.743	2348	116,423,696	13,419,265.0	0.063	0.16
19	11.928	2385	106,370,136	15,081,647.0	0.071	0.19
20	12.073	2414	93,221,800	9,886,088.0	0.047	0.12

Inst() ACQUISITION PARAMETERS  
 . Inj=C, Volume=0 µL, Split=1, Carrier Gas=, Solvent Delay=0.00 min, Transfer Temp=230°C, Source Temp=230°C, Scan: 33 to 1000a, Column

*Nota. Departamento de Toxicología, CCQQ y Farmacia, USAC*

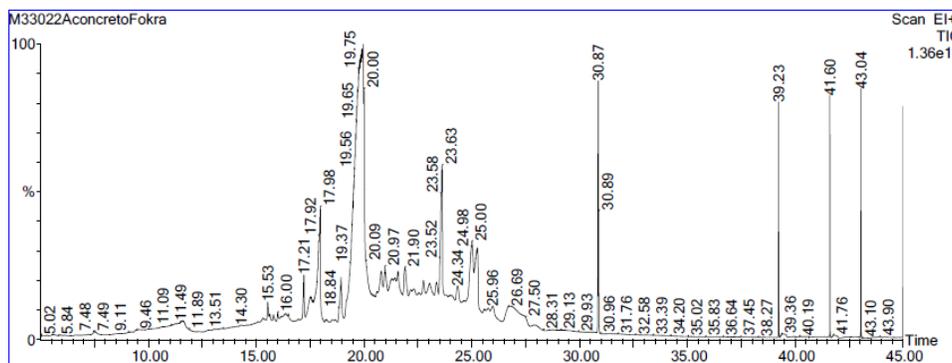
**Figura 21.**

*Composición química de los extractos de Okra Concreto de Flores Utilizando el método extractivo Soxhlet.*

## Departamento de Toxicología, CCQQ y Farmacia, USAC Qualitative Report

File: C:\TurboMass\SEMIVOCS.PRO\Data\M33022AconcretoFokra.raw  
 Acquired: 16-Feb-23 12:25:34 PM  
 Description: M330223concretofloresOkraSoxhlet  
 GC/MS Method: GC: SemiVocs Auto Alto Volumen2.mth MS: SemiVocs auto Alto Volumen2.mth  
 Sample ID: M330223concretofloresOkraSoxhlet

Printed: 28-Feb-23 01:10 PM  
 Page 1 of 4  
 Via Number: 110



#	RT	Scan	Height	Area	Area %	Norm %
1	5.066	16	633,497,664	52,879,060.0	0.037	0.09
2	5.287	69	605,533,952	65,912,972.0	0.047	0.11
3	5.387	93	410,302,208	33,301,904.0	0.024	0.06
4	5.558	134	910,134,720	183,275,088.0	0.129	0.32
5	5.791	190	422,989,248	24,096,750.0	0.017	0.04
6	5.933	224	592,882,048	93,305,504.0	0.066	0.16
7	6.112	267	453,110,624	70,631,448.0	0.050	0.12
8	6.650	396	410,702,464	57,792,752.0	0.041	0.10
9	6.817	436	284,416,864	19,322,530.0	0.014	0.03
10	7.121	509	443,812,704	33,740,496.0	0.024	0.06
11	7.221	533	577,330,944	70,376,544.0	0.050	0.12
12	7.530	607	1,815,086,848	419,492,160.0	0.296	0.73
13	8.626	870	534,994,816	101,811,640.0	0.072	0.18
14	8.655	877	535,822,944	44,516,200.0	0.031	0.08
15	9.585	1100	2,112,245,504	1,413,752,448.0	0.998	2.46
16	11.578	1578	5,556,802,048	6,556,321,280.0	4.627	11.43
17	12.324	1757	332,118,368	28,519,470.0	0.020	0.05
18	12.791	1869	771,587,968	118,202,608.0	0.083	0.21
19	13.079	1938	986,013,440	273,342,528.0	0.193	0.48
20	13.391	2013	1,059,090,816	193,035,776.0	0.136	0.34

**Inst() ACQUISITION PARAMETERS**

Oven: Initial temp 50°C for 1 min, ramp 10°C/min to 290°C, hold 20 min, Inj=250°C, Volume=0 µL, Split=20:1, Carrier Gas=He, Solvent Delay=5.00 min, Transfer Temp=230°C, Source Temp=230°C, Scan: 35 to 350Da, Column 30.0m x 320µm

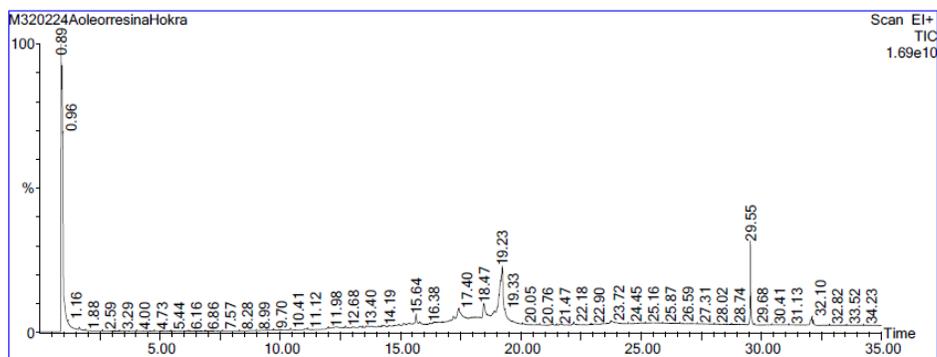
*Nota. Departamento de Toxicología, CCQQ y Farmacia, USAC*

**Figura 22.**

*Composición química de los extractos de Okra Oleorresina de Hojas, Utilizando el método extractivo de Maceración Dinámica*

## Departamento de Toxicología, CCQQ y Farmacia, USAC Qualitative Report

File: C:\TurboMass\SEMIVOCS.PRO\Data\M320224AoleorresinaHokra.raw      Printed: 28-Feb-23 01:19 PM  
 Acquired: 16-Feb-23 09:25:13 AM  
 Description: M320223oleorresinahojasOkramaceracion      Page 1 of 4  
 GC/MS Method: GC: MS: Aceite esencial 29.EXP      Vial Number: 109  
 Sample ID: M320223oleorresinahojasOkramaceracion



#	RT	Scan	Height	Area	Area %	Norm %
1	0.894	179	16,893,671,424	1,685,479,424.0	29.470	100.00
2	1.644	329	263,577,024	65,106,816.0	1.138	3.86
3	2.469	494	36,234,980	3,960,428.2	0.069	0.23
4	2.589	518	32,148,486	3,185,881.0	0.056	0.19
5	2.694	539	26,963,926	5,095,223.0	0.089	0.30
6	9.567	1913	46,108,712	3,294,520.8	0.058	0.20
7	9.632	1926	41,707,088	4,676,872.5	0.082	0.28
8	9.767	1953	32,469,676	2,417,383.0	0.042	0.14
9	10.422	2084	55,217,416	6,288,222.5	0.110	0.37
10	11.003	2200	62,092,504	3,399,783.0	0.059	0.20
11	11.118	2223	53,615,052	5,268,135.5	0.092	0.31
12	12.028	2405	91,835,448	13,036,830.0	0.228	0.77
13	12.148	2429	92,604,128	7,822,074.5	0.137	0.46
14	12.343	2468	155,743,488	40,196,432.0	0.703	2.38
15	12.593	2518	103,409,464	10,973,095.0	0.192	0.65
16	12.708	2541	127,142,320	17,315,506.0	0.303	1.03
17	12.833	2566	96,649,184	5,036,472.0	0.088	0.30
18	13.008	2601	128,160,104	24,133,876.0	0.422	1.43
19	13.318	2663	153,464,304	31,083,300.0	0.543	1.84
20	13.474	2694	90,244,952	3,229,969.5	0.056	0.19

Inst() ACQUISITION PARAMETERS  
 , Inj=°C, Volume=0 µL, Split=-1, Carrier Gas=, Solvent Delay=0.00 min, Transfer Temp=230°C, Source Temp=230°C, Scan: 33  
 to 100Da, Column

*Nota. Departamento de Toxicología, CCQQ y Farmacia, USAC*

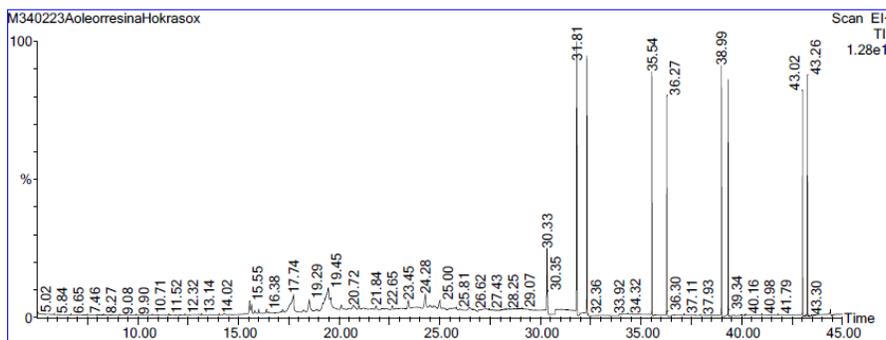
**Figura 23.**

*Composición química de los extractos de Okra Oleorresina de Hojas, Utilizando el método extractivo Soxhlet.*

### Departamento de Toxicología, CCQQ y Farmacia, USAC Qualitative Report

File: C:\TurboMass\SEMIVOCS.PRO\Data\M340223AoleorresinaHokrasox.raw  
 Acquired: 16-Feb-23 01:44:26 PM  
 Description: M340223oleorresinahojasOkrasoxhlet  
 GC/MS Method: GC: SemiVocs Auto Alto Volumen2.mth MS: SemiVocs auto Alto Volumen2.mth  
 Sample ID: M340223oleorresinahojasOkrasoxhlet

Printed: 28-Feb-23 12:30 PM  
 Page 1 of 4  
 Vial Number: 111



#	RT	Scan	Height	Area	Area %	Norm %
1	12.553	1812	244,609,408	32,016,774.0	0.075	1.02
2	12.745	1858	267,058,896	33,990,128.0	0.079	1.08
3	13.033	1927	284,995,904	46,292,764.0	0.108	1.48
4	14.313	2234	637,796,160	53,681,764.0	0.125	1.71
5	15.321	2476	422,592,576	38,248,352.0	0.089	1.22
6	15.555	2532	5,676,166,656	316,206,976.0	0.739	10.08
7	15.655	2556	4,402,655,232	228,795,088.0	0.535	7.29
8	15.813	2594	1,470,250,880	83,937,280.0	0.196	2.68
9	16.009	2641	2,025,996,288	91,392,656.0	0.214	2.91
10	16.389	2732	1,442,557,312	91,798,536.0	0.215	2.93
11	17.102	2903	716,345,984	56,095,136.0	0.131	1.79
12	17.193	2925	1,614,983,680	114,893,128.0	0.269	3.66
13	17.744	3057	8,528,221,696	1,629,680,384.0	3.810	51.96
14	18.223	3172	1,094,328,448	94,719,104.0	0.221	3.02
15	18.519	3243	5,571,121,152	532,801,920.0	1.246	16.99
16	18.911	3337	891,632,000	59,670,656.0	0.140	1.90
17	19.465	3470	10,162,507,776	2,395,582,464.0	5.601	76.38
18	19.595	3501	5,932,877,312	702,504,704.0	1.642	22.40
19	20.116	3626	2,121,988,864	158,445,216.0	0.370	5.05
20	20.541	3728	618,277,824	75,242,984.0	0.176	2.40

Inst() ACQUISITION PARAMETERS  
 Oven: Initial temp 50°C for 1 min, ramp 10°C/min to 290°C, hold 20 min, Inj=250°C, Volume=0 µL, Split=20:1, Carrier Gas=He,  
 Solvent Delay=5.00 min, Transfer Temp=230°C, Source Temp=230°C, Scan: 35 to 350Da, Column 30.0m x 320µm

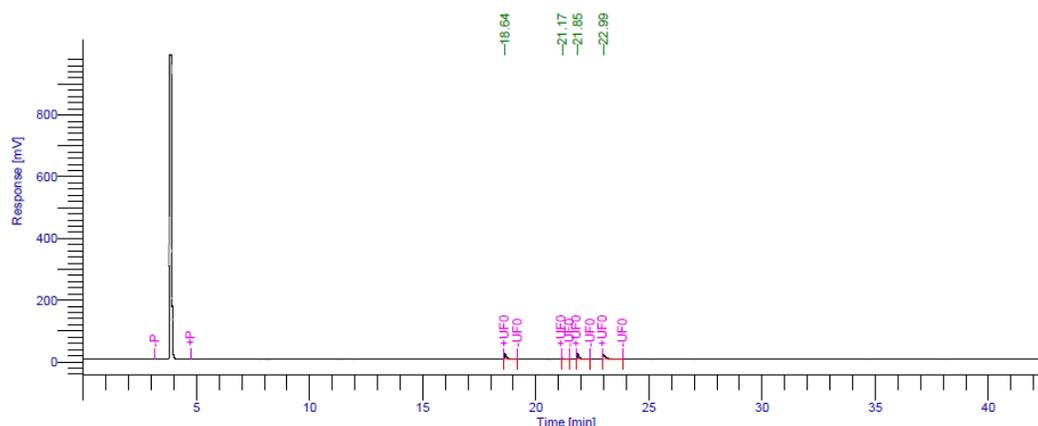
Nota. Departamento de Toxicología, CCQQ y Farmacia, USAC

**Figura 24.**

*Composición química de los extractos de Okra, aceite fijo, Utilizando el método extractivo Maceración Dinámica.*

Software Version : 6.3.4.0700	Date : 17/03/2023 08:37:26
Sample Name :	Data Acquisition Time : 16/03/2023 18:37:03
Instrument Name : Clarus 500	Channel : A
Rack/Vial : 0/0	Operator : manager
Sample Amount : 1.000000	Dilution Factor : 1.000000
Cycle : 1	

Result File :  
 Sequence File : C:\PenExe\TcWS\Ver6.3.4\Examples\Aceite semilla Okra Metodo Maceracion Dinamica.seq



## LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD FAMEs

ANALISTA : OTTO VASQUEZ/JOSE QUEVEDO/KATERIN AQUINO

Peak #	Component Name	Time [min]	Area [uV*sec]	Height [uV]	Area [%]
1	PALMITICO	18.641	123500.26	17948.22	30.42
2	ESTEARICO	21.171	17075.39	2861.84	4.21
3	OLEICO	21.853	117154.37	19162.87	28.85
4	LINOLEICO	22.995	148290.97	14847.64	36.52
			406020.99	54820.57	100.00

SUPERVISOR: Vinicio Mejía

**Figura 25.**

*Composición química de los extractos de Okra, aceite fijo, Utilizando el método extractivo*

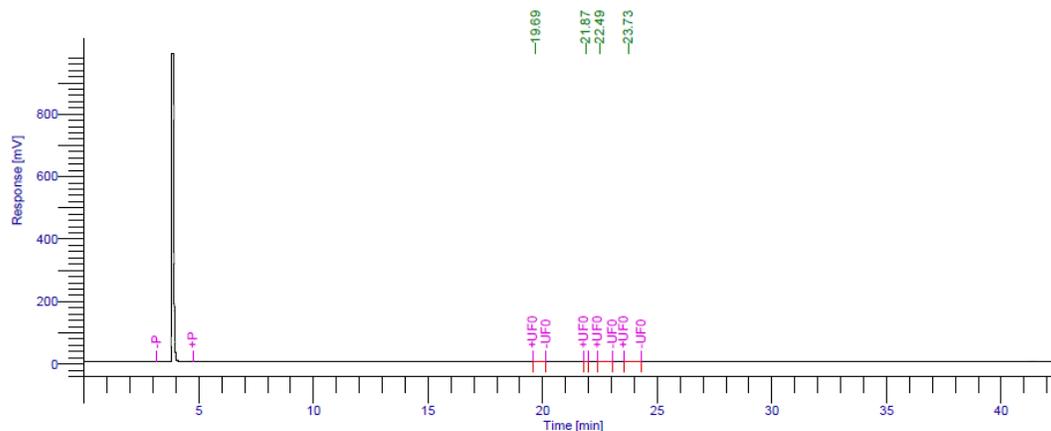
*Soxhlet.*

Page 1 of 1

Software Version : 6.3.4.0700	Date : 17/03/2023 08:40:37
Sample Name :	Data Acquisition Time : 16/03/2023 22:03:40
Instrument Name : Clarus 500	Channel : A
Rack/Vial : 0/0	Operator : manager
Sample Amount : 1.000000	Dilution Factor : 1.000000
Cycle : 1	

Result File :

Sequence File : C:\PenExe\TcWS\Ver6.3.4\Examples\Aceite semilla Okra extraida por sistema Soxhlet.seq



## LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD FAMEs

ANALISTA : OTTO VASQUEZ/JOSE QUEVEDO/KATERIN AQUINO

Peak #	Component Name	Time [min]	Area [uV*sec]	Height [uV]	Area [%]
1	PALMITICO	19.688	2090.05	129.94	24.90
2	ESTEARICO	21.869	180.03	29.23	2.14
3	OLEICO	22.493	3350.06	226.10	39.92
4	LINOLEICO	23.725	2772.70	130.51	33.04
			8392.83	515.77	100.00

SUPERVISOR: Vinicio Mejía

*Nota. Departamento de Toxicología, CCQQ y Farmacia, USAC*

Figura 26.

Análisis microbiológico de extracto de aceite fijo de Okra.



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

**Laboratorio de Análisis Físicoquímicos  
y Microbiológicos - LAFYM**

3a. Calle 6-47, Zona 1  
Centro Histórico, Guatemala Ciudad  
Tel: 2253-1319  
Email: lafymusac@gmail.com

Empresa : LIEXVE USAC

Fecha de toma de la muestra 12/12/2022 10:00

N° de la muestra 16074 (Protocolo  
: firmado)

Fecha de recepción : 14/03/2023 12:55

Temperatura : Ambiente

Número de lote : ACEITE FIJO DE SEMILLA DE  
OKRA

Muestra : EXTRACTO

Captación : Captado por personal ajeno a LAFYM en un envase que no es de LAFYM

**COSMETICOS**

ANÁLISIS	RESULTADO	DIMENSIONAL	RTCA 71.03.45:07
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia

\*Métodos de Referencia: Pharmacopea USP.Límites microbiológicos: RTCA/Reglamento técnico centroamericano

**Conclusión:**

**La muestra recibida y analizada en el laboratorio cumple con los límites recomendados, por lo que se considera satisfactoria.**

**Nomenclatura utilizada:**

UFC/g Unidades Formadoras de Colonia por gramo

UFC/mL Unidades Formadoras de Colonia por mililitro

Licda. Ana Rojas de García, Q.B.  
Jefatura

Licda. Ana E. Rojas García  
QUÍMICA BIÓLOGA  
OOL. 2323

Este Resultado se refiere unicamente a la muestra analizada.

El Informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente, sin la aprobación escrita del Laboratorio.

# Informe final proyecto de investigación 2022

Dirección General de Investigación –DIGI-

Figura 27.

Análisis microbiológico de extracto de concreto de flores de Okra.



## Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos - LAFYM

3a. Calle 6-47, Zona 1  
Centro Histórico, Guatemala Ciudad  
Tel: 2253-1319  
Email: lafymusac@gmail.com

Empresa : LIEXVE USAC      Fecha de toma de la muestra 12/12/2022 10:00  
N° de la muestra 16073 (Protocolo : firmado)      Fecha de recepción : 14/03/2023 12:53  
Temperatura : Ambiente      Número de lote : CONCRETO DE FLORES DE OKRA  
Muestra : EXTRACTO  
Captación : Captado por personal ajeno a LAFYM en un envase que no es de LAFYM

### COSMETICOS

ANÁLISIS	RESULTADO	DIMENSIONAL	RTCA 71.03.45:07
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia

\*Métodos de Referencia: Pharmacopea USP.Límites microbiológicos: RTCA/Reglamento técnico centroamericano

#### Conclusión:

La muestra recibida y analizada en el laboratorio cumple con los límites recomendados, por lo que se considera satisfactoria.

#### Nomenclatura utilizada:

UFC/g      Unidades Formadoras de Colonia por gramo  
UFC/mL      Unidades Formadoras de Colonia por mililitro

Licda. Ana Rojas de García, Q.B.  
Jefatura

Licda. Ana E. Rojas García  
QUÍMICA BIÓLOGA  
COL. 2323

Este Resultado se refiere únicamente a la muestra analizada.  
El informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente, sin la aprobación escrita del Laboratorio.

Nota: Métodos de Referencia: Pharmacopea USP.Límites microbiológicos: RTCA/Reglamento técnico centroamericano

# Informe final proyecto de investigación 2022

Dirección General de Investigación –DIGI-

**Figura 28.**

*Análisis microbiológico de extracto de oleorresina de hojas de Okra.*



## Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos - LAFYM

3a. Calle 6-47, Zona 1  
Centro Histórico, Guatemala Ciudad  
Tel: 2253-1319  
Email: lafymusac@gmail.com

**Empresa :** LIEXVE USAC                      **Fecha de toma de la muestra** 12/12/2022 10:00  
**N° de la muestra** 16072 (**Protocolo**  
: **firmado**)                                      **Fecha de recepción :** 14/03/2023 12:52  
**Temperatura :** Ambiente                      **Número de lote :** OLEORRESINA DE HOJAS DE  
OKRA  
**Muestra :** EXTRACTO  
**Captación :** Captado por personal ajeno a LAFYM en un envase que no es de LAFYM

### COSMETICOS

ANÁLISIS	RESULTADO	DIMENSIONAL	RTCA 71.03.45:07
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia

\*Métodos de Referencia: Pharmacopea USP.Límites microbiológicos: RTCA/Reglamento técnico centroamericano

#### Conclusión:

**La muestra recibida y analizada en el laboratorio cumple con los límites recomendados, por lo que se considera satisfactoria.**

#### Nomenclatura utilizada:

UFC/g            Unidades Formadoras de Colonia por gramo  
UFC/mL        Unidades Formadoras de Colonia por mililitro

Licda. Ana Roxas de García, QB.

Licda. Ana E. Roxas García  
QUÍMICA BIÓLOGA  
COL. 2323

*Este Resultado se refiere unicamente a la muestra analizada.  
El informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente, sin la aprobación escrita del Laboratorio.*

# Informe final proyecto de investigación 2022

Dirección General de Investigación –DIGI-

Figura 29.

Análisis microbiológico de cosmético jabón el gel aplicando extracto de concreto de Flores de Okra.



## Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos - LAFYM

3a. Calle 6-47, Zona 1  
Centro Histórico, Guatemala Ciudad  
Tel: 2253-1319  
Email: lafymusac@gmail.com

Empresa : LIEXVE USAC  
Fecha de toma de la muestra : 12/12/2022 10:00  
N° de la muestra 16071 (Protocolo : firmado)  
Fecha de recepción : 14/03/2023 12:51  
Temperatura : Ambiente  
Número de lote : JABÓN GEL CONCRETO FLORES OKRA  
Muestra : COSMETICO  
Captación : Captado por personal ajeno a LAFYM en un envase que no es de LAFYM

### COSMETICOS

ANÁLISIS	RESULTADO	DIMENSIONAL	RTCA 71.03.45:07
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia

\*Métodos de Referencia: Pharmacopea USP. Límites microbiológicos: RTCA/Reglamento técnico centroamericano

#### Conclusión:

La muestra recibida y analizada en el laboratorio cumple con los límites recomendados, por lo que se considera satisfactoria.

#### Nomenclatura utilizada:

UFC/g Unidades Formadoras de Colonia por gramo  
UFC/mL Unidades Formadoras de Colonia por mililitro

Licda. Ana Roldán de García, Q.B.  
Jefatura

Licda. Ana E. Rojas García  
QUÍMICA BIÓLOGA  
OOL. 2323

Este Resultado se refiere únicamente a la muestra analizada.  
El informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente, sin la aprobación escrita del Laboratorio.

# Informe final proyecto de investigación 2022

Dirección General de Investigación –DIGI-

## Figura 30.

Análisis microbiológico de cosmético jabón de tocador aplicando extracto de concreto de Flores de Okra.



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

### Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos - LAFYM

3a. Calle 6-47, Zona 1  
Centro Histórico, Guatemala Ciudad  
Tel: 2253-1319  
Email: lafymusac@gmail.com

Empresa : LIEXVE USAC

Fecha de toma de la muestra : 12/12/2022 10:00

N° de la muestra : 16068 (Protocolo firmado)

Fecha de recepción : 14/03/2023 12:45

Temperatura : Ambiente

Número de lote : JABÓN DE TOCADOR CONCRETO FLORES OKRA

Muestra : COSMETICO

Captación : Captado por personal ajeno a LAFYM en un envase que no es de LAFYM

#### COSMETICOS

ANÁLISIS	RESULTADO	DIMENSIONAL	RTCA 71.03.45:07
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia

\*Métodos de Referencia: Pharmacopea USP. Límites microbiológicos: RTCA/Reglamento técnico centroamericano

#### Conclusión:

La muestra recibida y analizada en el laboratorio cumple con los límites recomendados, por lo que se considera satisfactoria.

#### Nomenclatura utilizada:

UFC/g Unidades Formadoras de Colonia por gramo  
UFC/mL Unidades Formadoras de Colonia por mililitro

Licda. Ana Rodas de García, QB.  
Jefatura

Licda. Ana E. Rodas García  
QUÍMICA BIÓLOGA  
OOL. 2323

Este Resultado se refiere únicamente a la muestra analizada.  
El informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente, sin la aprobación escrita del Laboratorio.

# Informe final proyecto de investigación 2022

Dirección General de Investigación –DIGI-

## Figura 31.

Análisis microbiológico de cosmético jabón en gel aplicando extracto de oleorresina de hojas de Okra.



### Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos - LAFYM

3a. Calle 6-47, Zona 1  
Centro Histórico, Guatemala Ciudad  
Tel: 2253-1319  
Email: lafymusac@gmail.com

Empresa : LIEXVE USAC

Fecha de toma de la muestra : 12/12/2022 10:00

N° de la muestra : 16070 (Protocolo firmado)

Fecha de recepción : 14/03/2023 12:49

Temperatura : Ambiente

Número de lote : JABON GEL OLEORRESINA DE HOJAS OKRA

Muestra : COSMETICO

Captación : Captado por personal ajeno a LAFYM en un envase que no es de LAFYM

### COSMETICOS

ANÁLISIS	RESULTADO	DIMENSIONAL	RTCA 71.03.45:07
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia

\*Métodos de Referencia: Pharmacopea USP.Límites microbiológicos: RTCA/Reglamento técnico centroamericano

### Conclusión:

La muestra recibida y analizada en el laboratorio cumple con los límites recomendados, por lo que se considera satisfactoria.

### Nomenclatura utilizada:

UFC/g Unidades Formadoras de Colonia por gramo  
UFC/mL Unidades Formadoras de Colonia por mililitro

Licda. Ana Roxas de García, QB.  
Firma

Licda. Ana E. Roxas García  
QUÍMICA BIÓLOGA  
COL. 2323

Este Resultado se refiere unicamente a la muestra analizada.  
El informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente, sin la aprobación escrita del Laboratorio.

Figura 32.

Análisis microbiológico de cosmético jabón de tocador aplicando extracto de oleorresina de hojas de Okra.



## Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos - LAFYM

3a. Calle 6-47, Zona 1  
Centro Histórico, Guatemala Ciudad  
Tel: 2253-1319  
Email: lafymusac@gmail.com

Empresa : LIEXVE USAC                      Fecha de toma de la muestra : 12/12/2022 10:00  
N° de la muestra : 16066 (Protocolo firmado)                      Fecha de recepción : 14/03/2023 12:41  
Temperatura : Ambiente                      Número de lote : JABON DE TOCADOR OLEORRESENA DE OJAS OKRA  
Muestra : COSMETICO  
Captación : Captado por personal ajeno a LAFYM en un envase que no es de LAFYM

### ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE COSMÉTICOS

ANÁLISIS	RESULTADO	DIMENSIONAL	RTCA 71.03.45:07
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia

\*Métodos de Referencia: Pharmacopea USP.Límites microbiológicos: RTCA/Reglamento técnico centroamericano

#### Conclusión:

La muestra recibida y analizada en el laboratorio cumple con los límites recomendados, por lo que se considera satisfactoria.

#### Nomenclatura utilizada:

UFC/g                      Unidades Formadoras de Colonia por gramo  
UFC/mL                      Unidades Formadoras de Colonia por mililitro

Licda. Ana Rojas de García, Q.B.  
Jefatura

Licda. Ana E. Rojas García  
QUÍMICA BIÓLOGA  
COL. 2323

Este Resultado se refiere únicamente a la muestra analizada.  
El informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente, sin la aprobación escrita del Laboratorio.

Nota: Métodos de Referencia: Pharmacopea USP.Límites microbiológicos: RTCA/Reglamento técnico centroamericano

**Figura 33.**

Análisis microbiológico de cosmético jabón gel aplicando extracto de aceite fijo de semilla de Okra



### Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos - LAFYM

3a. Calle 6-47, Zona 1  
Centro Histórico, Guatemala Ciudad  
Tel: 2253-1319  
Email: lafymusac@gmail.com

Empresa : LIEXVE USAC

Fecha de toma de la muestra : 12/12/2022 10:00

N° de la muestra : 16069 (Protocolo firmado)

Fecha de recepción : 14/03/2023 12:47

Temperatura : Ambiente

Número de lote : JABÓN GEL ACEITE FIJO DE SIMILLA DE OBRA

Muestra : COSMETICO

Captación : Captado por personal ajeno a LAFYM en un envase que no es de LAFYM

#### COSMETICOS

ANÁLISIS	RESULTADO	DIMENSIONAL	RTCA 71.03.45:07
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia

\*Métodos de Referencia: Pharmacopea USP.Límites microbiológicos: RTCA/Reglamento técnico centroamericano

#### Conclusión:

**La muestra recibida y analizada en el laboratorio cumple con los límites recomendados, por lo que se considera satisfactoria.**

#### Nomenclatura utilizada:

UFC/g Unidades Formadoras de Colonia por gramo  
UFC/mL Unidades Formadoras de Colonia por mililitro

Licda. Ana Roxas de García, QB.  
Firma

Licda. Ana E. Roxas García  
QUÍMICA BIÓLOGA  
CDL. 2323

Este Resultado se refiere únicamente a la muestra analizada.  
El informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente, sin la aprobación escrita del Laboratorio.

# Informe final proyecto de investigación 2022

Dirección General de Investigación –DIGI-

## Figura 34.

Análisis microbiológico de cosmético jabón tocador aplicando extracto de aceite fijo de semilla de Okra



### Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos - LAFYM

3a. Calle 6-47, Zona 1  
Centro Histórico, Guatemala Ciudad  
Tel: 2253-1319  
Email: lafymusac@gmail.com

Empresa : LIEXVE USAC      Fecha de toma de la muestra : 12/12/2022 10:00  
N° de la muestra : 16067 (Protocolo firmado)      Fecha de recepción : 14/03/2023 12:44  
Temperatura : Ambiente      Número de lote : JABÓN DE TOCADOR ACEITE FIJO DE SEMILLA DE OKRA  
Muestra : COSMETICO  
Captación : Captado por personal ajeno a LAFYM en un envase que no es de LAFYM

#### COSMETICOS

ANÁLISIS	RESULTADO	DIMENSIONAL	RTCA 71.03.45:07
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ausencia	Sin dimensionales	Ausencia

\*Métodos de Referencia: Pharmacopea USP.Límites microbiológicos: RTCA/Reglamento técnico centroamericano

#### Conclusión:

La muestra recibida y analizada en el laboratorio cumple con los límites recomendados, por lo que se considera satisfactoria.

#### Nomenclatura utilizada:

UFC/g      Unidades Formadoras de Colonia por gramo  
UFC/mL      Unidades Formadoras de Colonia por mililitro

Licda. Ana Roxas de García, QB.  
Jefatura

Licda. Ana E. Roxas García  
QUÍMICA BIÓLOGA  
C.O.L. 2323

Este Resultado se refiere unicamente a la muestra analizada.  
El Informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente, sin la aprobación escrita del Laboratorio.

## 14. Vinculación

Con la ejecución del proyecto de investigación se tendrá vinculación con el sector empresarial, el sector productivo y el sector académico.

Para la adquisición de materia prima de Okra se tendrá contacto con la plantación de agricultor local en el municipio de Estanzuela, Zacapa con la finalidad de beneficiar a comunidades que comercializan la Okra.

El proceso de aplicación de los extractos de aceite fijo, aceite esencial y la oleoresina de la Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench), en productos cosméticos se realizará en las instalaciones del ITUGS.

La elaboración de productos cosméticos se realizó en conjunto con la empresa especialista Zaromas con la cual se tuvo intercambio de conocimiento técnico y científico.

Se realizaron vinculaciones con grupos empresariales tal como grupo Hame, con el cual se trabajaron en conjunto análisis de determinación de perfil de ácidos grasos para el aceite fijo de las semillas de Okra.

## 15. Estrategia de difusión, divulgación y protección intelectual

Los resultados preliminares fueron expuestos en el Congreso Nacional de Estudiantes de Ingeniería Química, así como los diferentes talleres y conferencias en la temática de extractos naturales preliminares de las mismas en el curso de Extracciones Industriales.

En cada uno de los eventos de difusión y divulgación de los avances de la investigación los logotipos y créditos para la Dirección General de Investigación siempre fueron visibles y se le dieron a la institución financiada.

## 16. Aporte de la propuesta de investigación a los ODS:

La investigación tiene su aporte directo en el objetivo 2 “Salud enfermedad” específicamente en los numerales 9(Bioseguridad) y 10(control de infecciones).

La importancia del diseño de cosméticos que ayuden a la prevención de enfermedades infecciosas causantes de afecciones para el ser humano, servirá en gran medida al combate y control de infecciones, una problemática nacional, y al mismo tiempo ser una alternativa natural al combate de estas.

# Informe final proyecto de investigación 2022

Dirección General de Investigación –DIGI-

## 17. Orden de pago final

Nombres y apellidos	Categoría (investigador /auxiliar)	Registro de personal	Procede pago de mes (Sí / No)	Firma
Osber Isabel Carías Palencia	Investigador I	20171369	Sí	

## 18. Declaración del Coordinador(a) del proyecto de investigación

El Coordinador de proyecto de investigación con base en el *Reglamento para el desarrollo de los proyectos de investigación financiados por medio del Fondo de Investigación*, artículos 13 y 20, deja constancia que el personal contratado para el proyecto de investigación que coordina ha cumplido a satisfacción con la entrega de informes individuales por lo que es procedente hacer efectivo el pago correspondiente.

<p><b>Ing.Qco. Mario José Mérida Meré</b> coordinador del proyecto de investigación</p>	
<p>Fecha: 28/03/2023</p>	

# Informe final proyecto de investigación 2022

Dirección General de Investigación –DIGI-

## 19. Aval del Director(a) del instituto, centro o departamento de investigación o Coordinador de investigación del centro regional universitario

De conformidad con el artículo 13 y 19 del *Reglamento para el desarrollo de los proyectos de investigación financiados por medio del Fondo de Investigación* otorgo el aval al presente informe mensual de las actividades realizadas en el proyecto (escriba el nombre del proyecto de investigación) en mi calidad de (indique: Director del instituto, centro o departamento de investigación o Coordinador de investigación del centro regional universitario), mismo que ha sido revisado y cumple su ejecución de acuerdo a lo planificado.

<p><b>Ing.Qca. Telma Maricela Cano Morales</b> <b>Directora</b> <b>Centro de Investigaciones de Ingeniería</b></p>	
<p>Fecha: 28/03/2023</p>	

## 20. Visado de la Dirección General de Investigación

<p><b>Vo.Bo. Inga. Liuba María Cabrera de Villagrán</b> <b>Coordinadora del Programa Universitario de Investigación</b></p>	
<p>Fecha: 28/03/2023</p>	

# Informe final proyecto de investigación 2022

Dirección General de Investigación –DIGI-

**Vo.Bo. Ing. Agr.MARN Julio Rufino Salazar**  
**Coordinador General de Programas Universitarios**  
**de Investigación**



Ing. MARN Julio Rufino Salazar Pérez  
Coordinador General de Programas de  
Investigación, Digi-Usac

Fecha: 28/03/2023