



## **Revisión bibliográfica y aproximación al diseño de un prototipo de repelente**

### **Autores**

Sandra Yulieth Cueltan Diaz

Camilo Andrés Bravo Moran

### **Título por el que se opta**

Tecnólogo(a) en Regencia de Farmacia

### **Directores**

Diego Gerardo Cuadros, Msc.

Alexandra Meneses Torres, Msc.

### **Facultad de Salud**

**Programa de Tecnología en Regencia de Farmacia**

**Universidad Santiago de Cali**

**Santiago de Cali - Colombia**

**2025**

## TABLA DE CONTENIDO GENERAL

### Contenido

1. RESUMEN.....	6
2. PALABRAS CLAVES .....	7
3. INTRODUCCIÓN .....	8
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	9
5. JUSTIFICACIÓN .....	11
6. OBJETIVOS GENERAL Y ESPECIFICOS, PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN ..	12
6.1. OBJETIVO GENERAL .....	12
6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
6.3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	12
7. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL .....	13
7.1. CONTEXTO HISTÓRICO .....	13
7.2. INVESTIGACIONES PREVIAS.....	13
7.3. BASES TEÓRICAS .....	14
7.4. MECANISMO DE ACCIÓN .....	15
7.5. REPELENTE SINTÉTICO .....	15
7.6. REPELENTE NATURAL.....	16
7.7. EFECTIVIDAD COMPARATIVA: COMPARACIÓN CON REPELENTE SINTÉTICOS EN TÉRMINOS DE EFECTIVIDAD Y SEGURIDAD.....	16
7.8. DEFINICION DE CONCEPTOS.....	17
7.9. REPELENTE NARURALES Y SINTÉTICOS DISPONIBLES .....	21
7.10. NORMATIVIDAD.....	21
7.11. INVESTIGACIONES ACTUALES .....	22
8. METODOLOGÍA .....	23
8.1. ENFOQUE DEL ESTUDIO.....	23
8.2. TIPO DE ESTUDIO.....	23
8.3. POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	24
8.4. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN .....	24
8.5. MUESTRA/MUESTREO .....	25
8.6. VARIABLES.....	27

8.7.	TRATAMIENTO DE DATOS.....	28
8.8.	MATERIALES.....	30
8.9.	MATERIALES UTILIZADOS EN EL LABORATORIO .....	30
9.	ASPECTOS ÉTICOS.....	31
10.	RESULTADOS .....	32
10.1.	OBJETIVO ESPECÍFICO 1.....	32
10.2.	OBJETIVO ESPECÍFICO 2.....	45
10.3.	OBJETIVO ESPECÍFICO 3.....	56
10.4.	PREPARACIÓN DEL REPELENTE LIQUIDO EN SPRAY .....	57
10.5.	DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL REPELENTE.....	61
11.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	64
11.1.	ESPECIES VEGETALES CON POTENCIAL ACTIVIDAD REPELENTE, EVALUACIÓN DE SU EFECTIVIDAD COMO ALTERNATIVA NATURAL A LOS REPELENTE CONVENCIONALES.....	64
11.2.	MÉTODO DE EXTRACCIÓN APROPIADOS PARA OBTENER EXTRACTOS VEGETALES CON PROPIEDADES REPELENTE CONTRA MOSQUITOS .....	67
11.3.	DESARROLLO DE LA APROXIMACION AL PROTOTIPO, CARACTERÍSTICAS OBTENIDAS Y APROBACIÓN .....	70
12.	CONCLUSIONES.....	72
13.	RECOMENDACIONES .....	74
14.	BIBLIOGRAFÍA.....	75

## TABLA DE CONTENIDO DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Palabras claves.....	7
<b>Tabla 2.</b> Normatividad relacionada con las plantas vegetales .....	21
<b>Tabla 3.</b> Tipo de estudio realizado.....	23
<b>Tabla 4.</b> Resultados de muestra y muestreo (recopilación de información).....	25
<b>Tabla 5.</b> variables utilizadas en la recolección de datos .....	27
<b>Tabla 6.</b> Generalidades de las especies vegetales con actividad repelente recolección de datos (parte1) .....	32
<b>Tabla 7.</b> Generalidades de las especies vegetales con actividad repelente recolección de datos (parte2) .....	35
<b>Tabla 8.</b> Generalidades de las especies vegetales con actividad repelente recolección de datos (parte3) .....	38
<b>Tabla 9.</b> Métodos de extracción de las plantas vegetales con actividad repelente (parte 1) 45	
<b>Tabla 10.</b> Método de extracción de las plantas vegetales con actividad repelente (parte 2) 48	
<b>Tabla 11.</b> Método de extracción de las plantas vegetales con actividad repelente (parte 3) 51	
<b>Tabla 12.</b> Formulación del repelente .....	56
<b>Tabla 13.</b> Formulacion 1 .....	57
<b>Tabla 14.</b> Formulación 2.....	58
<b>Tabla 15.</b> Formulacion 3.....	59
<b>Tabla 16.</b> Resultados fisicoquímicos formulaciones del repelente liquido .....	62

## TABLA DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1.</b> Resultado de la fórmula 1 .....	58
<b>Ilustración 2.</b> Resultado de la fórmula 2 .....	59
<b>Ilustración 3.</b> Resultado de la fórmula 3 .....	59
<b>Ilustración 4.</b> Fase oleosa .....	60
<b>Ilustración 5.</b> Adición de la fase 2.....	60
<b>Ilustración 6.</b> Resultado .....	62
<b>Ilustración 7.</b> Formulación 1,2 y 3 .....	62
<b>Ilustración 8.</b> Resultado final del prototipo.....	70
<b>Ilustración 9.</b> Aplicación de la prueba(Antes) .....	70
<b>Ilustración 10.</b> Aplicación de la muestra (después).....	70
<b>Ilustración 12.</b> Aplicación de la muestra 3 (después de la aplicación ) .....	71
<b>Ilustración 11.</b> Aplicación de la muestra 3 (Antes ).....	71

## 1. RESUMEN

**Introducción:** Las enfermedades transmitidas por mosquitos, como dengue, zika, malaria y chikunguña, son una preocupación creciente para la salud pública. Aunque los repelentes sintéticos con N,N-dietil-meta-toluamida son eficaces, su uso puede causar reacciones adversas, lo que ha impulsado la búsqueda de alternativas naturales.(Brugueras et al., 2020)

**Objetivo general:** Desarrollar una aproximación de un prototipo de producto, con actividad repelente a base de plantas naturales y otros compuestos.

**Metodología:** Se llevó a cabo una revisión bibliográfica tipo alcance, con un enfoque metodológico cualitativo, orientada a la recopilación y análisis de información científica sobre plantas con actividad repelente. Se revisaron 68 artículos comprendidos entre los años 1198 a 2025 entre algunas de las dimensiones tenemos, genero, especie, metabolitos repelentes, plagas repelidas . Además, se revisaron distintos métodos de extracción, aunque no se implementaron en la elaboración final del repelente, sirviendo como información complementaria se revisaron 10 artículos publicados en los años 1998 hasta 2025. En cuanto a las variables, se evaluaron el método de extracción, la forma cosmética (en este caso, spray) y el tipo de planta vegetal. Finalmente, se implementó una metodología de tipo cualitativo y experimental para la elaboración del prototipo. Se diseñó la fórmula con los materiales necesarios, se obtuvieron los extractos de aceites esenciales, se gestionó el acceso al laboratorio de la Universidad Santiago de Cali y se adquirieron los envases requeridos para el producto. se realizó bajo la supervisión del profesor, formulando diversas muestras hasta obtener el prototipo final.

**Resultados:** A partir de la revisión de artículos científicos, se identificaron diez plantas con respaldo en su actividad repelente. Cabe señalar que podrían existir más especies con estas propiedades. Posteriormente, se realizaron comparaciones preliminares para analizar sus metabolitos con efecto repelente, junto con toda la información relacionada, y seleccionar menta, eucalipto y romero para la elaboración del prototipo, Seguido la investigación mostró que la destilación por vapor es el método más eficaz para extraer aceites esenciales de plantas como menta y eucalipto. También se identificaron otros métodos como la maceración y percolación, útiles según el tipo de planta., se obtuvo un repelente en presentación cosmética tipo spray, elaborado a partir de extractos de menta, eucalipto y romero. Su forma de aplicación es práctica en el uso diario, poco costosa.

**Conclusión:** Esta investigación se centró en resaltar la importancia de las plantas naturales y su amplio potencial de aplicación en distintos campos. En este caso particular, se enfocó en el desarrollo de un repelente natural en formato spray, demostrando que es posible aprovechar los compuestos bioactivos de ciertas especies vegetales con fines prácticos y sostenibles. Además, el análisis de diferentes métodos de extracción permitió obtener información relevante sobre la eficiencia y calidad de los extractos, aportando conocimientos que pueden ser útiles en futuros desarrollos de productos naturales con propiedades repelentes. Este trabajo evidencia el valor de la investigación basada en recursos naturales y su capacidad de ofrecer alternativas viables a productos sintéticos.

## 2. PALABRAS CLAVES

**Tabla 1.** Palabras claves

Español	Ingles
Repelente de insectos	Insect Repellents
Producto	Product
Plantas medicinales	Natural Plants, Medicinal
mosquitos, zancudo	Culicidae
repelentes sintéticos	Synthetic repellents

### 3. INTRODUCCIÓN

El aumento de la conciencia sobre los efectos adversos de los productos químicos en la salud humana y el medio ambiente ha impulsado la búsqueda de soluciones más seguras y sostenibles. En este contexto, los repelentes de origen vegetal han ganado protagonismo como alternativa a los sintéticos tradicionales, debido a su menor toxicidad y compatibilidad con la piel. La formulación de productos naturales a base de extractos de plantas no solo responde a una necesidad sanitaria, sino también a una tendencia creciente hacia el uso de cosméticos ecológicos. Esta investigación se enmarca dentro de ese interés, con el propósito de desarrollar un repelente eficaz, seguro y respetuoso con el entorno.

Las enfermedades transmitidas por mosquitos, como malaria, dengue, zika, fiebre amarilla y chikungunya, representan una amenaza creciente para la salud pública global, especialmente en regiones tropicales y subtropicales. Factores como el cambio climático, la urbanización y la deforestación han favorecido la proliferación de estos vectores. Aunque se han implementado programas de control, aún no existen vacunas efectivas para muchas de estas enfermedades, por lo que la prevención mediante el uso de repelentes es fundamental. Sin embargo, el uso de repelentes sintéticos como el DEET puede causar efectos adversos, lo que ha impulsado la búsqueda de alternativas naturales. En este contexto, por eso se propone la formulación de un repelente a base de aceites esenciales derivados de plantas, como una opción más segura y sostenible para la protección contra picaduras de mosquitos (Shi et al., 2023).

Aunque las personas utilizan comúnmente repelentes sintéticos debido a su efectividad, se ha reportado que estos productos pueden causar irritaciones dérmicas y reacciones alérgicas en algunos individuos. Esta situación ha llevado a la necesidad de explorar alternativas naturales, que no solo sean más seguras para la salud, sino también menos perjudiciales para el medio ambiente. Este estudio busca desarrollar un repelente natural, utilizando aceites esenciales de plantas con propiedades repelentes (Huynh et al., 2022).

Por lo tanto el objetivo de esta investigación es: desarrollar un prototipo de producto, con actividad repelente a base de plantas naturales evaluando su efectividad, y que sea amigable con el medio ambiente, brindando así una alternativa de repelente cuya pregunta de investigación es ¿Cuáles son las especies vegetales con potencial actividad repelente contra mosquitos, y cuál es el método de extracción más adecuado para obtener sus propiedades repelentes, para el desarrollo de una forma cosmética de fácil aplicación como alternativa natural a los repelentes convencionales?

#### 4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel global, se presentan diversas enfermedades, incluidas aquellas que son transmitidas por vectores como los mosquitos amenaza significativa para la salud humana, con la posibilidad de brotes de nuevas enfermedades transmitidas por mosquitos.(Shi et al., 2023)

Factores determinantes como el cambio climático, las variaciones en las condiciones meteorológicas, la urbanización acelerada, la movilidad poblacional frecuente y la deforestación extensiva han contribuido al incremento de poblaciones de mosquitos y en consecuencia, a una mayor incidencia de enfermedades vectoriales en Vietnam y otras regiones del mundo. En el sudeste asiático, especialmente en Vietnam, los programas nacionales de control vectorial han desempeñado un papel importante en la mitigación del riesgo de transmisión, no obstante, enfermedades como la malaria y el dengue continúan representando un desafío significativo para la salud pública.(Huynh et al., 2022)

Los mosquitos actúan como vectores de diversas enfermedades, ya que son capaces de transmitir múltiples agentes patógenos infecciosos incluidos arbovirus, filarias y protozoo responsables de enfermedades tanto prevalentes como emergentes, como la malaria, el dengue, el Zika, el chikungunya y la encefalitis japonesa. Estas enfermedades transmitidas por mosquitos tienen una distribución geográfica global, aunque se concentran principalmente en regiones tropicales y subtropicales caracterizadas por climas cálidos y húmedos. Actualmente, se reconocen 3,563 especies válidas de mosquitos, clasificadas en tres géneros principales *Anopheles*, *Aedes* y *Culex* pertenecientes a las subfamilias *Anophelinae* y *Culicinae*. Los mosquitos del género *Anopheles* son vectores de malaria y filariasis; *Aedes* transmite virus como el del dengue (DENV), chikungunya (CHIKV), Zika (ZIKV), Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2020), se notifican anualmente aproximadamente 219 millones de casos de malaria y 96 millones de casos sintomáticos de dengue, con más de 445,000 y 40,000 muertes, respectivamente. Dado que actualmente no existen vacunas eficaces para la mayoría de estas enfermedades, la OMS enfatiza que las estrategias más efectivas para su control se centran en la modificación de comportamientos, el fortalecimiento de la concienciación pública y la gestión ambiental.(Huynh et al., 2022).

Entre los microorganismos asociados a los mosquitos y enfermedades con relación a eso encontramos las siguientes:

**Malaria:** Es una enfermedad causada por un parásito Plasmodium, el cual es transmitido por la picadura de un mosquito infectado.

**Dengue :** El dengue o fiebre del dengue es el virus transmitido por mosquitos más importante, que provoca aproximadamente 100 millones de casos sintomáticos en unos 100 países de la zona tropical cada año, Según la OMS (2021), el número de casos de dengue aumentó más de ocho veces, de 505.430 casos en 2000 a 5,2 millones de casos en 2019, con un aumento de la tasa de mortalidad de 960 en 2000 a 4032 en 2015 El virus del dengue (familia *Flaviviridae* ) tiene cinco serotipos distintos (DENV-1 a DENV-5) y los serotipos 1

a 4 están ampliamente distribuidos a nivel mundial. Generalmente, el virus del dengue se transmite en humanos a través de picaduras del mosquito *Aedes* hembra .(Huynh et al., 2022)

**Infección por el virus del zika :** Se transmite a las personas principalmente a través de la picadura de un mosquito infectado de la especie *Aedes*, se identificó por primera vez en el Sudeste Asiático (Malasia 1966) e Indonesia , Sin embargo, el brote más grande en humanos se informó en la isla de Yap en 2007, donde el 75% de la población estaba infectada.(Huynh et al., 2022)

**Fiebre amarilla:** La fiebre amarilla es una enfermedad viral común transmitida por mosquitos distribuida principalmente en países sudamericanos y africanos. Las características clínicas de esta enfermedad varían desde enfermedad febril leve hasta síntomas letales que incluyen hemorragias y daño hepático. Anualmente, se notifican entre el 80% y el 90% de los casos en unos 44 países africanos a través de brotes epizooticos . Esta enfermedad se transmitió a otras naciones, incluido Estados Unidos, a través de barcos de transporte de esclavos a mediados del siglo XVIII (Huynh et al., 2022).

**La enfermedad de chikungunya:** Es una infección viral transmitida por mosquitos, que causa fiebre, dolor en las articulaciones y músculos, el chikungunya se informó por primera vez en Tanzania y se caracterizó por fiebre severa y dolor articular (Huynh et al., 2022).

A partir de la revisión previa anterior sobre las enfermedades y afecciones de salud asociadas a las picaduras de mosquitos, las personas o algunas de estas optan por el uso de repelentes, ya sean de origen sintético o natural, como una medida preventiva adecuada.

Los compuestos naturales con actividad repelente surgen hoy en día con la posibilidad de reemplazar total o parcialmente a los repelentes sintéticos comerciales, como la *N,N*-dietil-m-toluamida (DEET). Esto se debe a la toxicidad demostrada del DEET y a la irritación cutánea en seres humanos, la protección personal para evitar las picaduras de mosquitos y las enfermedades que transmiten incluye el uso de repelentes. Las sustancias repelentes sintéticas consisten en DEET (*N,N*-dietil-m-toluamida), IR3535 (etil butil-acetil-amino propionato), picaridina ((1-(1-metil propoxi-carbonil)-2-(2-hidroxietil) piperidina), y compuestos naturales derivados de aceites esenciales (Portilla Pulido et al., 2022). Dado que ciertos repelentes sintéticos pueden provocar reacciones de irritación en algunas personas, se prefiere el uso de alternativas naturales. En esta investigación , se ha decidido formular una aproximación de un prototipo repelente a base de aceites esenciales obtenidos a partir de plantas de origen vegetal y otros compuestos.

## 5. JUSTIFICACIÓN

El creciente interés por productos naturales y sostenibles ha motivado una búsqueda activa de alternativas a los repelentes sintéticos convencionales, los cuales, aunque efectivos, pueden generar efectos adversos en la salud humana y causar impactos negativos en el medio ambiente. En este contexto, los repelentes a base de extractos vegetales representan una opción prometedora, no solo por su origen natural, sino también por su potencial para ofrecer una protección efectiva contra insectos sin los riesgos asociados al uso prolongado de compuestos químicos como el DEET.

Esta investigación justifica la necesidad de promover soluciones más seguras, accesibles y ambientalmente responsables dentro del ámbito de la salud pública y la industria cosmética natural. El estudio de plantas con propiedades repelentes permite aprovechar los recursos naturales disponibles de forma sostenible, incentivando el desarrollo de productos que respondan a la demanda de los consumidores actuales por opciones ecológicas y menos agresivas para la piel.

Además, el presente trabajo puede contribuir al conocimiento científico mediante la validación de compuestos bioactivos presentes en especies vegetales de uso tradicional, lo cual resulta valioso tanto para la investigación académica como para el fortalecimiento de la industria de productos naturales. De este modo, no solo tiene un valor aplicado, sino también un impacto potencial en el ámbito socioeconómico, ambiental y científico.

## **6. OBJETIVOS GENERAL Y ESPECIFICOS, PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

### **6.1. OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar una aproximación de un prototipo de producto, con actividad repelente a base de plantas naturales y otros compuestos.

### **6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Identificar las especies vegetales con potencial actividad repelente, brindando una alternativa natural a los repelentes convencionales.
2. Investigar y analizar métodos de extracción utilizados en la obtención de extractos vegetales con propiedades repelentes, con el fin de fundamentar teóricamente el desarrollo de la aproximación al prototipo.
3. Desarrollar una forma cosmética de fácil aplicación que incorpore las plantas seleccionadas y otros compuestos.

### **6.3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuáles son las especies vegetales con potencial actividad repelente contra mosquitos, y cuál es el método de extracción más adecuado para obtener sus propiedades repelentes? ¿Para el desarrollo de una forma cosmética de fácil aplicación como alternativa natural a los repelentes convencionales?

## 7. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

### 7.1. CONTEXTO HISTÓRICO

Las plantas medicinales han ocupado un lugar crucial a lo largo de la historia de la humanidad, utilizándose en etnomedicina, preparación de alimentos, conservación, cosmética, decoración, desinfección, repelencia de plagas, teñido de telas, técnicas de fertilidad y rituales espirituales. Los resultados de recientes análisis químicos de plantas medicinales ampliamente reconocidas han revelado las intrincadas composiciones de biomoléculas, como ácidos fenólicos, flavonoides, terpenos, taninos, alcaloides, líganos, cumarinas, aminoácidos y péptidos, iridoides, ácidos grasos, fitoesteroles, nucleósidos, glucósidos, carbohidratos, alcoholes, policétidos, fenilpropanoides, carotenoides . Los productos naturales derivados de las plantas son el mayor recurso utilizado para el descubrimiento de fármacos en la medicina moderna, y más del 50% de los fármacos actualmente disponibles aprobados por la FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos), se han derivado de productos naturales. La búsqueda de nuevos fármacos sintéticos es un proceso largo, arriesgado y costoso que con frecuencia no tiene éxito. (Grozescu et al., 2024).

La historiografía sobre el comercio de plantas medicinales originarias de los territorios hispanoamericanos durante el siglo XVIII permanece, como ha señalado recientemente Jorge Cañizares Esguerra, . El presente artículo constituye un aporte preliminar al estudio de las dinámicas comerciales vinculadas a las plantas medicinales y los remedios de origen vegetal en las colonias americanas del Imperio español, abarcando desde los inicios del período borbónico hasta 1815, año en que partió de Acapulco el último galeón de Manila. Este análisis se fundamenta principalmente en la literatura existente sobre la historia de la botánica económica y médica dentro del contexto imperial español.

La explotación de los recursos naturales americanos por parte de la Corona española alcanzó su punto culminante durante el reinado de Carlos III (1759–1788). En este contexto, el comercio de plantas medicinales procedentes de América experimentó, en la segunda mitad del siglo XVIII, una expansión sin precedentes en cuanto a su volumen y escala. Mientras que entre 1717 y 1738 se registró la importación de 83.387 arrobas de plantas medicinales lo que equivale a un promedio anual de 3.970 arrobas o aproximadamente 45 toneladas, dicho volumen se triplicó entre 1747 y 1778. En este último período, un total de 418.977 arrobas (alrededor de 13.515 arrobas anuales, o 155 toneladas por año) fueron introducidas a través del puerto de Cádiz, principal punto de entrada del comercio exclusivo entre España y sus colonias americanas durante esa época. (Gänger, 2015, pp. 1717–1815).

### 7.2. INVESTIGACIONES PREVIAS

Diversos estudios han investigado el uso de las plantas naturales, su importancia y gran utilidad. El uso de plantas repelentes está entrelazado con la tradición y cultura de África, por ejemplo, en Eretria las personas simplemente las cuelgan alrededor de la cama, puertas y ventanas, en Etiopía y Kenia las personas queman o rocían una serie de plantas para reducir la cantidad de mosquitos en interiores por la noche. En Etiopía, la quema de plantas repelentes secas es uno de los fenómenos comunes para ahuyentar insectos y mosquitos. Por

lo general, se realiza utilizando la estufa de carbón tradicional (expulsión térmica) temprano en la noche. En los últimos años, se ha observado un renovado interés entre los consumidores conscientes de la salud con los repelentes a base de plantas debido a su baja toxicidad para mamíferos y no objetivo. En comparación con sus equivalentes sintéticos, la creciente demanda y la disminución de la disponibilidad subrayan la necesidad urgente de llevar a cabo más estudios etnobotánicos. Estos estudios permitirán el desarrollo de pesticidas y repelentes de bajo riesgo o ecológicos, basados en plantas tradicionalmente empleadas con fines repelentes. La etnobotánica, entendida como el estudio de las interacciones entre los seres humanos y las plantas, constituye una herramienta clave para acceder al conocimiento ancestral y las prácticas culturales al bienestar global. El uso tradicional de plantas con propiedades repelentes ha sido desarrollado, preservado y transmitido oralmente a lo largo de generaciones dentro de diversas comunidades. Sin embargo, dicho conocimiento suele adaptarse o modificarse conforme a las necesidades contemporáneas, lo que puede derivar en su distorsión o pérdida progresiva. Por ello, es fundamental su documentación y aprovechamiento adecuado. En este contexto, el objetivo de la presente investigación fue examinar el conocimiento y las prácticas relacionadas con el uso de plantas repelentes entre las poblaciones locales de una región etíope afectada por brotes de malaria. Los hallazgos de este estudio podrían facilitar la identificación de especies vegetales prometedoras para su uso como repelentes y contribuir al desarrollo de estrategias sostenibles y rentables para el control de vectores en el futuro.

En el mundo existen diversas clases de mosquitos, por ejemplo, la prolongada exposición a la malaria ha llevado a los habitantes locales a emplear, de manera tradicional, diversas especies vegetales con propiedades repelentes para alejar a insectos hematófagos, especialmente mosquitos. Esta práctica se encuentra íntimamente asociada a la histórica ceremonia del café en Etiopía. En la región de Kaffa, considerada el lugar de origen del café y área de estudio de la presente investigación, dicha ceremonia se realiza utilizando una estufa de carbón tradicional, en la que se continúa quemando incienso junto con otros materiales aromáticos. La duración del ritual varía entre 40 minutos y dos horas, y suele incluir la dispersión de hierbas o flores aromáticas frescas sobre el suelo. En gran parte del país, esta práctica se repite tres veces al día: por la mañana, al mediodía y por la noche. En este contexto, se plantea con fundamento que el uso tradicional de plantas repelentes podría haberse originado como parte integral de esta ceremonia cultural. (Karunamoorthi & Hailu, 2014)

### **7.3. BASES TEÓRICAS**

Las plantas naturales con actividad repelente representan una valiosa fuente de compuestos bioactivos capaces de ahuyentar insectos, especialmente aquellos vectores de enfermedades. Estas especies vegetales han sido utilizadas tradicionalmente en diversas culturas debido a sus propiedades volátiles y aromáticas, que interfieren en los mecanismos sensoriales de los insectos, reduciendo así las picaduras y el riesgo de transmisión de patógenos. Su uso no solo ofrece una alternativa sostenible y ecológica a los repelentes sintéticos, sino que también

promueve el aprovechamiento del conocimiento etnobotánico local en el desarrollo de estrategias de control de vectores más seguras y accesibles.

#### **7.4. MECANISMO DE ACCIÓN**

Las plantas repelentes de insectos han sido utilizadas a lo largo de la historia para prevenir las picaduras de mosquitos y otros vectores de enfermedades. Los mecanismos de acción de estas plantas suelen involucrar una combinación de propiedades químicas y comportamentales que afectan a los insectos de diversas maneras. En general, los compuestos activos presentes en los aceites esenciales de estas plantas actúan sobre los sistemas sensoriales y nerviosos de los insectos, alterando su capacidad para detectar, acercarse o alimentarse de los hospedadores. Un ejemplo clave se empleó con aceites Los aceites esenciales extraídos de *Ocimum suave* y *Ocimum kilimandscharicum* actúan como repelentes naturales mediante diversos mecanismos sobre mosquitos vectores como *Anopheles gambiae*, *An. arabiensis* y *Culex quinquefasciatus*. Aplicados sobre la piel humana o impregnados en materiales, estos compuestos interfieren con los receptores olfativos de los insectos, dificultando la detección de señales químicas emitidas por el hospedador.

Además de su efecto repelente, los extractos demostraron capacidad para inhibir la alimentación, provocando que los mosquitos eviten picar incluso cuando el hospedador está presente. También se observó un efecto de "knockdown" (derribo), que consiste en la inmovilización o parálisis temporal de los insectos tras la exposición al compuesto, sin que esto implique necesariamente la muerte inmediata. En este caso, el knockdown fue más prolongado que el inducido por la citronela, lo que sugiere una acción sostenida sobre el sistema nervioso del insecto.

Asimismo, se reportó una mortalidad significativa 24 horas después del contacto con superficies tratadas, lo que indica un efecto insecticida moderado. En conjunto, estos resultados muestran que los compuestos volátiles presentes en las especies de *Ocimum* ejercen una acción múltiple: repulsión química, alteración del comportamiento alimentario y toxicidad por contacto.(Kweka et al., 2008).

#### **7.5. REPELENTE SINTÉTICO**

El N,N-dietil-m-toluamida (DEET) es uno de los repelentes sintéticos más utilizados a nivel mundial debido a su eficacia comprobada contra diversos vectores, como *Aedes aegypti*. Sin embargo, investigaciones recientes han evidenciado efectos adversos asociados a su uso, como irritación dérmica y potencial neurotoxicidad, especialmente en poblaciones vulnerables como niños y mujeres embarazadas. A nivel fisiológico, se ha observado que el DEET altera proteínas vinculadas con las sinapsis neuronales y la producción de ATP en el sistema olfativo del mosquito, interfiriendo con los procesos bioquímicos que regulan la percepción de olores. Estos efectos fueron identificados mediante técnicas como la electroantenografía (EAG) y análisis proteómico, lo que sugiere que el DEET actúa a través

de una interrupción directa del procesamiento olfativo en el insecto. (Portilla Pulido et al., 2022).

## **7.6. REPELENTE NATURAL**

Frente a los riesgos del DEET, los repelentes naturales basados en compuestos como el acetato de geranilo,  $\alpha$ -bisabolol y nerolidol ofrecen una alternativa más segura y ecológica. Estos compuestos también interfieren con el sistema olfativo del mosquito, pero lo hacen mediante mecanismos distintos: promueven la expresión de proteínas relacionadas con el transporte, la señalización neuronal y los procesos de desintoxicación. En pruebas electroantenográficas, estos repelentes naturales activaron canales iónicos y modificaron las señales nerviosas, provocando un comportamiento de evasión en los mosquitos. Además, se ha demostrado que estos compuestos tienen un impacto más específico y menos disruptivo sobre la fisiología del insecto, lo que los convierte en opciones prometedoras para el desarrollo de productos repelentes eficaces y menos tóxicos para el ser humano. (Portilla Pulido et al., 2022)

## **7.7.EFECTIVIDAD COMPARATIVA: COMPARACIÓN CON REPELENTE SINTÉTICOS EN TÉRMINOS DE EFECTIVIDAD Y SEGURIDAD.**

Para hablar primero de los repelentes sintéticos tenemos que tener en cuenta que los repelentes naturales, como los aceites esenciales de citronela, eucalipto limón y clavo, han mostrado efectividad contra *Aedes aegypti*. No obstante, presentan desafíos debido a su rápida volatilización y la limitada duración de su acción protectora. Para superar estas dificultades, se han propuesto mezclas de aceites esenciales con compuestos sintéticos, con el fin de mejorar tanto la eficacia como la seguridad. Finalmente, la revisión subraya la complejidad y los retos en el desarrollo de nuevos repelentes, que incluyen elevados costos y extensos períodos de comercialización, además de resaltar la necesidad de continuar con la investigación para optimizar la efectividad y seguridad de estos productos. (Noguera-Gahona et al., 2025).

Los países productores de repelentes comerciales, como EE. UU., Brasil, India y Australia, regulan y aseguran la calidad y efectividad de estos productos a través de agencias nacionales, como la Agencia de Protección Ambiental (EPA) en EE. UU., la Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) en Brasil, la Organización Central de Control de Estándares de Medicamentos (CDSCO) en India y la Autoridad Australiana de Pesticidas y Medicamentos Veterinarios (APVMA) en Australia. Estas entidades supervisan el registro de los productos, garantizando el cumplimiento de los estándares de seguridad y eficacia. Los repelentes registrados incluyen etiquetas con detalles sobre los ingredientes activos, concentraciones, precauciones de seguridad e intervalos recomendados para reaplicación, lo que refleja las variaciones en la duración de la protección según los distintos ingredientes.

En Brasil, los repelentes sintéticos como DEET, IR3535 y picaridina se producen a gran escala, y algunos extractos de plantas y aceites esenciales también se incorporan en las fórmulas. En Australia, además de DEET y picaridina, se usan frecuentemente productos derivados de plantas como el aceite de árbol de té, eucalipto y citronela. En EE. UU., los repelentes registrados más comunes por la EPA incluyen DEET, picaridina, IR3535, PMD y aceite de eucalipto limón (que contiene PMD, pero se regula de manera separada). En India, además de DEET, picaridina y IR3535, se utiliza como repelente alternativo la dietil fenil acetamida (DEPA), (Noguera-Gahona et al., 2025).

Los repelentes sintéticos, como el DEET, han sido la opción más recomendada y utilizada a nivel mundial durante más de 50 años. El DEET es altamente eficaz, con concentraciones que varían entre el 10% y el 80%, y ofrece una protección prolongada. Sin embargo, su uso puede estar asociado a efectos secundarios como dermatitis, reacciones alérgicas y, en casos raros, neurotoxicidad, especialmente en niños pequeños. Aunque estos riesgos son bajos con el uso adecuado, se recomienda emplear el DEET en las concentraciones más bajas posibles, entre el 20% y el 30%.

Por otro lado, otros compuestos como la picaridina, utilizada en concentraciones del 10% al 20%, han demostrado ser igualmente efectivos que el DEET, ofreciendo hasta 5 horas de protección contra el *Aedes aegypti*. Su seguridad y eficacia también están respaldadas por autoridades internacionales, y se considera un producto más adecuado para su uso cosmético. A diferencia del DEET, la picaridina es generalmente más segura para la piel y tiene menos efectos adversos. Otros repelentes como IR3535 y PMD también se encuentran disponibles, siendo el PMD derivado del aceite esencial de eucalipto, con propiedades repelentes comprobadas.

En cuanto a los repelentes naturales, los aceites esenciales de plantas como citronela, eucalipto limón y clavo han sido utilizados durante más de un siglo con buenos resultados contra mosquitos como *Aedes aegypti*. Los repelentes naturales son cada vez más populares debido a sus características de ser biodegradables, fáciles de obtener, económicos y generalmente más seguros para el medio ambiente y los usuarios. Aunque algunos aceites esenciales pueden causar irritaciones en la piel, estos problemas pueden mitigarse con formulaciones adecuadas, como cremas o geles. Sin embargo, la eficacia de los repelentes naturales suele ser de menor duración que la de los sintéticos, y en algunas situaciones, los aceites esenciales requieren aplicaciones más frecuentes.

En resumen, aunque los repelentes sintéticos como el DEET y la picaridina son muy eficaces y de larga duración, los repelentes naturales ofrecen una alternativa más segura y ecológica, aunque con algunas limitaciones en cuanto a la duración y potencia de su acción repelente. Ambos tipos de repelentes tienen su lugar dependiendo de las necesidades del usuario y las circunstancias de uso. (Noguera-Gahona et al., 2025).

## **7.8. DEFINICION DE CONCEPTOS**

Diversas plantas medicinales tienen el potencial de ofrecer terapias farmacológicas alternativas para enfermedades humanas, y algunas de ellas pueden ser utilizadas para el

control de insectos vectores de enfermedades, como los mosquitos. Los insecticidas a base de productos herbales son una alternativa segura y eficaz a los sintéticos, especialmente en un contexto de creciente resistencia de los insectos a estos últimos. El género *Solanum* (familia Solanaceae), que comprende más de 2500 especies, se utiliza ampliamente en la medicina tradicional y contiene fitoquímicos que pueden sustituir a los insecticidas sintéticos. Un análisis de la investigación disponible hasta julio de 2020 sobre las propiedades insecticidas de las especies de *Solanum* reveló información sobre sus compuestos bioactivos, sus efectos sobre los insectos y las dosis letales necesarias. Este estudio destaca la importancia de las especies de *Solanum* como fuente de larvicidas y repelentes botánicos eficaces para combatir vectores de enfermedades mortales.

Existen diversas plantas con propiedades repelentes que han sido utilizadas a lo largo de la historia para proteger a las personas de insectos, especialmente mosquitos, que son vectores de enfermedades peligrosas. Estas plantas contienen compuestos naturales que actúan como barreras contra los insectos, ofreciendo una alternativa más segura y ecológica en comparación con los repelentes sintéticos. En nuestra investigación, hemos enfocado nuestros esfuerzos en identificar y estudiar 10 especies de plantas con actividad repelente, evaluando sus propiedades y eficacia como posibles soluciones naturales para el control de insectos.

A continuación, voy a dar una breve introducción de estas plantas:

actividad repelente por ejemplo tenemos las siguientes plantas:

**Albahaca:** En un artículo se ha reportado que la creciente resistencia a los piretroides, junto con el cambio en los hábitos alimenticios de los vectores de la malaria en África que ahora tienden a alimentarse fuera de las viviendas, representa una amenaza para la eficacia de las principales estrategias actuales de control vectorial basadas en insecticidas, como los mosquiteros tratados con insecticidas (MTI) y la pulverización residual intradomiciliaria (PID). En el mismo estudio, se evaluó la actividad larvicida de *Morinda citrifolia* contra larvas de *Anopheles gambiae*, así como las propiedades repelentes de *Morinda citrifolia* (noni), *Moringa oleifera* (moringa) y *Ocimum basilicum* (albahaca), proponiendo su uso como herramientas complementarias para el control del vector *Anopheles gambiae sensu lato*. (Opoku-Bamfoh et al., 2024). La albahaca ha sido empleada como repelente y, en la actualidad, forma parte de los repelentes naturales, además de presentar diversos usos alternativos. (Asadollahi et al., 2019).

**Citronela:** En un artículo consultado, se identificó el uso de la citronela como repelente de mosquitos, empleada específicamente para proteger a las aves que eran afectadas por sus picaduras, pero también hay que resaltar que se la citronela se emplea en diversos repelentes.

Este estudio evaluó la eficacia de un repelente natural a base de aceite de citronela para disminuir la presencia de insectos voladores hematófagos en nidos de aves. Estos insectos, además de alimentarse de sangre, actúan como vectores de diversos patógenos que afectan negativamente a las aves. Cuando los polluelos de *Parus major* (carbonero común) alcanzaron los 10 días de edad, los nidos fueron asignados aleatoriamente a dos grupos:

control y tratamiento con fumigación. Los resultados mostraron que, durante los tres días posteriores a la aplicación del tratamiento, la cantidad de mosquitos y tábanos capturados fue significativamente menor en los nidos fumigados en comparación con los controles. Sin embargo, el número de pupas de tábanos al momento del abandono del nido por parte de los polluelos no presentó diferencias entre tratamientos. Aunque existen múltiples estudios experimentales que manipulan la abundancia de ectoparásitos en nidos, este trabajo representa, hasta donde se conoce, el primero en reportar un método simple, seguro y efectivo para reducir la abundancia total de mosquitos y tábanos en nidos de aves silvestres.(Martínez-de la Puente et al., 2009).

**Menta:** Es una planta originaria de Europa que actualmente se cultiva de manera extensiva a nivel mundial. Esta especie contiene compuestos biológicamente activos, destacando su elevado contenido de mentona, mentol y ésteres metílicos. Diversos estudios han investigado su efecto repelente sobre mosquitos del género *Anopheles*. En un ensayo de campo, demostraron que 1 ml de aceite esencial de menta piperita sin diluir logró una repelencia completa contra *Anopheles annularis* (11 horas), *An. culicifacies* (9,6 horas) y *An. subpictus* (7,3 horas), con tasas de eficacia del 100%, 92,3% y 83,1%, respectivamente. Otro estudio mostró que una solución al 20% de este aceite ofrecía un 57% de repelencia y una protección total durante 6,5 horas.(Asadollahi et al., 2019).

**Eucalipto:** Es una planta leñosa de rápido crecimiento, comúnmente cultivada en regiones tropicales debido a su valor como fuente de pulpa . Cinco estudios han evaluado el potencial repelente de diversas subespecies de eucalipto. En un experimento de laboratorio realizado , se observó que el eucalipto de hoja estrecha, el eucalipto con aroma a limón y el eucalipto de hoja ancha ofrecieron protección contra *Anopheles stephensi* durante aproximadamente 8 horas, mientras que *Eucalyptus globulus* proporcionó una protección completa de 5,5 horas. Por su parte, evaluaron el aceite esencial de *E. globulus* en concentraciones del 5% al 25% .(Asadollahi et al., 2019).

**Neem:** Es un árbol de gran utilidad, ampliamente cultivado en regiones tropicales, especialmente en la India. Su potencial como repelente contra distintas especies del género *Anopheles* ha sido evaluado en diversos estudios. En un ensayo de campo, se demostró que una solución de aceite de neem al 20% ofrecía una protección completa durante tres horas contra *Anopheles arabiensis*, con un promedio de repelencia del 71%. No obstante, en otro estudio se encontró que el extracto de neem no resultó eficaz frente a *Anopheles gambiae*.(Asadollahi et al., 2019).

**Romero:** Es un arbusto perenne y aromático, originario de la región mediterránea, perteneciente a la familia Lamiaceae. Se ha demostrado su eficacia como repelente en diferentes estudios. Una solución de aceite esencial de romero al 20% mostró una protección total contra *Anopheles stephensi* durante varias horas, evidenciando una alta efectividad para prevenir las picaduras de mosquitos. Así mismo, se ha comprobado que el romero, en diferentes concentraciones, es capaz de repeler completamente a *Anopheles subpictus* durante periodos de tiempo variables.(Asadollahi et al., 2019).

**Clavo:** Se ha investigado el efecto repelente del clavo de olor contra diversas especies del género *Anopheles* en múltiples estudios. Se observó que, en concentraciones crecientes, el clavo mostró una eficacia repelente dependiente de la dosis, alcanzando altos porcentajes de protección contra *Anopheles dirus*. En ensayos con diferentes concentraciones de aceite esencial de clavo, se logró una repelencia completa contra *Anopheles albimanus*, con una duración que varió según la concentración utilizada. (Asadollahi et al., 2019).

**Ajenjo:** Esta especie vegetal ha ocupado un lugar destacado en la historia de la medicina tanto europea como asiática. Es ampliamente reconocida como planta medicinal en regiones como Asia Central, Asia Menor, así como en el centro y sudeste de Europa. De ella se obtienen materias primas conocidas como *Abrotani herba* y *Abrotani folium*, que han sido empleadas tradicionalmente en la medicina europea. Investigaciones recientes han enfocado su atención en el potencial repelente del aceite esencial de esta especie, así como en su aplicación en la prevención de enfermedades vectoriales. Los compuestos principales asociados con esta actividad incluyen el aceite esencial, cumarinas, ácidos fenólicos y flavonoides, los cuales se identifican como los responsables de su efecto bioactivo. (Halina Ekiert et al., 2021).

**Paico:** Se analizó el uso ritual, medicinal y como repelente de insectos de *Dysphania schraderiana* en Polonia, una especie sobre la que existe escasa información etnobotánica y fitoquímica. Los hallazgos indican que esta planta posee un potencial subexplorado que merece ser investigado más a fondo. (Łuczaj et al., 2022).

**Matarratón :** No existe tanta evidencia científica como repelente, pero si ha sido utilizado muchos años atrás .

Se definirán los conceptos básicos utilizados en la formulación del repelente:

**1.Extracto en aceite esencial de romero :** Se lo utiliza para ahuyentar insectos (mosquitos),y posee un aroma intenso que resulta desagradable para más moscas, mosquitos, también es utilizado por los beneficios que promete en el cabello ,piel ,organismo .

**2.Extracto en aceite esencial de eucalipto :**Se lo utiliza para ahuyentar a los mosquitos y otros insectos ,gracias a su aroma intenso y propiedades repelentes .el eucalipto contiene compuestos que los insectos perciben como desagradables o incluso tóxicos ,lo que los mantiene alejados.

**3.Extracto en aceite esencial de menta:** Se emplea como repelente contra moscas, hormigas, arañas y mosquitos, ya que el intenso aroma de la menta particularmente el mentol presente en su composición resulta desagradable para numerosos insectos, lo que contribuye a su efectividad en mantenerlos alejados.

**4.Aceite de almendras :**Tiene muchos beneficios entre ellos lo utilizan para tratar la piel seca , la hidrata ,hasta las capas más profundas de la piel y mejora la circulación. Puede ser utilizado como base para mezclas de repelentes o como una alternativa suave y nutritiva para proteger la piel de picaduras ,en nuestro prototipo lo utilizamos para que ayude a hidratar la piel ya que el alcohol u otras materias primas que se utilizaron pueden reseca la piel.

**5.Tween 80:** Se utiliza en repelentes como un emulsionante y solubilizante, por lo cual ayuda a mezclar y mantener estable la base de aceite del repelente con el agua u otra materia primas, esto es crucial para la formulación de repelentes en aerosol, lociones.

**6.Gliserina USP:** Principalmente como humectante y calmante de la piel, ayudando a aliviar las irritaciones de las picaduras de insectos, también ayuda a fortalecer la barrera natural de la piel y mantenerla hidratada.

**7.Alcohol 96%:** Es un compuesto químico usado como desinfectante de uso directo , es un rápido bactericida , fungicida ,para desinfección de superficies y ambientes.

**8.Alcohol 70%:** En un repelente de insectos como el alcohol isopropílico o el etanol ,sirve para eliminar insectos o inmovilizar , especialmente ,chinchas ,cucarachas y mosquitos , a esta concentración , el alcohol disuelve y deseca el exoesqueleto de los insectos los que los elimina o los incapacita, además puede ayudar a repeler insectos al cubrir la piel con una barrera de alcohol , aunque esta acción es temporal.

### 7.9. REPELENTES NARURALES Y SINTÉTICOS DISPONIBLES

Los repelentes naturales, elaborados con aceites esenciales como citronela, eucalipto limón y lavanda, ofrecen una alternativa segura y ecológica a los repelentes sintéticos ejemplo de algunos repelentes disponibles en el mercado: repelentes sintéticos como Autan,Nopikex, Ecotu, Blue Repel, Bacterion y repelentes naturales como Ecotu, HALLEY, Repelente Natural de citronela.

### 7.10. NORMATIVIDAD

En Colombia, la regulación de los repelentes de insectos está a cargo del Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) y el Ministerio de Salud y Protección Social, quienes se encargan de garantizar que estos productos cumplan con los requisitos de seguridad, calidad y eficacia. Estas normativas son fundamentales para proteger la salud de los consumidores y asegurar que los repelentes que se comercializan hayan sido debidamente evaluados antes de su uso algunas normas relacionadas con las plantas vegetales a continuación se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 2.**Normatividad relacionada con las plantas vegetales

Ley , decreto , resoluciones	Reglamentación
Decreto 1156 de 2018	Por el cual se reglamenta el régimen de registro sanitario de productos Fito terapéuticos y se dictan otras disposiciones.
Decreto 2266 de 2004	Por el cual se reglamentan los regímenes de registros sanitarios, y de vigilancia y control sanitario y publicidad de los productos Fito terapéuticos.
Decreto 677 de 1995	Por el cual se reglamenta parcialmente el Régimen de Registros y Licencias, el

	Control de Calidad, así como el Régimen de Vigilancia Sanitaria de Medicamentos, Cosméticos, Preparaciones Farmacéuticas a base de Recursos Naturales, Productos de Aseo, Higiene y Limpieza y otros productos de uso doméstico y se dictan otras disposiciones sobre la materia".
RESOLUCIÓN NÚMERO 0578 DE 2004	Por la cual se hace un cambio en la clasificación toxicológica de un plaguicida y se prohíbe la importación, fabricación, formulación, comercialización y uso de una sustancia de tipo plaguicida. EL MINISTRO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL.

**Fuente:** Elaboración propia

Es importante tener en cuenta que las leyes mencionadas anteriormente aplican en Colombia. Además, si se planea lanzar el producto al mercado, se debe contar con la certificación del INVIMA, así como cumplir con otras disposiciones y requisitos regulatorios

#### **7.11. INVESTIGACIONES ACTUALES**

Diversos artículos destacan el uso de repelentes de origen natural, ya sea elaborados a partir de aceites esenciales o directamente de partes de plantas. Esta información resulta relevante, ya que demuestra que existe un interés creciente, tanto por parte nuestra como de otros investigadores, en desarrollar y promover alternativas naturales frente a los repelentes sintéticos convencionales.

La fabricación de repelentes se mantendrá de forma constante debido a la demanda persistente asociada a su necesidad. Los países que fabrican repelentes a nivel comercial, como Estados Unidos, Brasil, India y Australia, cuentan con organismos regulatorios nacionales responsables de asegurar la calidad y efectividad de estos productos. Entre dichas entidades se incluyen la Agencia de Protección Ambiental (EPA) en EE. UU., la Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) en Brasil, la Central Drugs Standard Control Organization (CDSCO) en India y la Autoridad Australiana de Plaguicidas y Medicamentos Veterinarios (APVMA) en Australia. Estas instituciones supervisan el proceso de registro de los repelentes y velan por el cumplimiento de las normativas relacionadas con la seguridad y eficacia. Los productos debidamente registrados deben exhibir en sus etiquetas información detallada sobre los principios activos, sus concentraciones, advertencias de seguridad y los intervalos de reaplicación recomendados, reflejando así las diferencias en la duración de la protección según el compuesto utilizado.(Noguera-Gahona et al., 2025)

## 8. METODOLOGÍA

### 8.1. ENFOQUE DEL ESTUDIO

- Se llevó a cabo un enfoque metodológico de carácter cualitativo, orientado a la recopilación y análisis de información científica relevante sobre las especies vegetales con actividad repelente.
- Para identificar los distintos métodos de extracción se aplicó carácter cualitativo a plantas con potencial repelente, se efectuó una búsqueda específica en la base de datos PubMed, enfocada en diez especies vegetales con reconocida eficacia que sirven como repelente.
- Para nuestro prototipo, se adoptó un enfoque cuali-cuantitativo experimental, el cual permitió detallar y analizar los pasos seguidos para la creación de la aproximación del prototipo final.

### 8.2. TIPO DE ESTUDIO

Se realizó una revisión bibliográfica en los dos enfoques cualitativos de distintos artículos que respaldan la información.

**Tabla 3.** Tipo de estudio realizado

Objetivo	Tipo de estudio
1. Identificar las especies vegetales con potencial actividad repelente, brindando una alternativa natural a los repelentes convencionales.	Se realizó una revisión bibliografía tipo alcance donde se revisó 68 artículos.
2. Investigar y analizar métodos de extracción utilizados en la obtención de extractos vegetales con propiedades repelentes, con el fin de fundamentar teóricamente el desarrollo de la aproximación al prototipo.	Se realizó una revisión bibliográfica, tipo alcance donde se revisaron 10 artículos
3. Desarrollar una forma cosmética de fácil aplicación que incorpore las plantas seleccionadas.	Se realizó experimentalmente, seleccionando las plantas romero, eucalipto y menta, a partir de extractos.

**Fuente:** Elaboración propia

### **8.3. POBLACIÓN DE ESTUDIO**

Se realizó una búsqueda de artículos científicos relacionados con plantas con actividad repelente, incluyendo estudios sobre aceites esenciales con propiedades repelentes, bioensayos in vivo, repelentes naturales, y compuestos del metabolismo secundario con efectos repelentes o insecticidas. Asimismo, se revisaron investigaciones sobre extractos botánicos, métodos de extracción, y ensayos de eficacia para evaluar el potencial repelente de estas plantas.

Para la elaboración de nuestro prototipo está constituida por los extractos vegetales de **menta, eucalipto y romero**, seleccionados por sus propiedades repelentes naturales documentadas en la literatura científica. Estos extractos fueron utilizados como principios activos en el desarrollo de una formulación cosmética lo que nos da una aproximación de un prototipo en spray, diseñada para su fácil aplicación tópica.

Adicionalmente, los componentes cosméticos (excipientes) empleados en la formulación, así como las características fisicoquímicas evaluadas durante el proceso (color, olor, estabilidad, y textura del producto final).

### **8.4. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN**

Para el objetivo 1 y 2 que se indican en la tabla 3, se utilizó los siguientes criterios: contemplaban la revisión de artículos publicados entre el año 2019 y el 2025. Sin embargo, debido a la limitada disponibilidad de evidencia reciente y a que algunos estudios relevantes no estaban accesibles de forma gratuita, se amplió el rango temporal de búsqueda para incluir publicaciones de años anteriores. Como resultado, se consideraron trabajos científicos desde el año 1998 hasta el 2025, con el objetivo de obtener una base de información más amplia y representativa del tema de estudio. Los años encontrados están entre los años 1998, 2008, 2012, 2013, 2016, 2018, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025.

Dentro de los criterios de exclusión, se descartaron aquellos artículos totalmente su acceso fuera no gratuito, debido a la limitación de recursos económicos para adquirir publicaciones científicas de pago. No obstante, es importante señalar que algunos de estos estudios restringidos podrían haber aportado información valiosa al desarrollo del presente trabajo.

En la elaboración del repelente los criterios de inclusión incluimos todos los materiales que fueron de fácil acceso como los extractos, los materiales de laboratorio y excipientes y se excluyó aquellos materiales que no disponían de muy fácil requerimiento como el extracto de citronela y demás extractos partir de las plantas que no fueron utilizados.

## 8.5. MUESTRA/MUESTREO

**Tabla 4.** Resultados de muestra y muestreo (recopilación de información)

Objetivo	Muestra	Muestreo
<p>Identificar las especies vegetales con potencial actividad repelente, brindando una alternativa natural a los repelentes convencionales</p>	<p>68 artículos tipo revisión ensayos clínicos de eficacia repelente</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizó la búsqueda de repelentes naturales y se obtuvo el siguiente algoritmo:            ("natural"[Todos los campos] O "naturalmente"[Todos los campos] O "naturales"[Todos los campos] O "naturaleza"[Términos MeSH] O "naturaleza"[Todos los campos] O "naturalezas"[Todos los campos] O "naturalezas"[Todos los campos]) Y ("repeler"[Todos los campos] O "repelente"[Todos los campos] O "repelentes"[Todos los campos] O "repelido"[Todos los campos] O "repelencia"[Todos los campos] O .(artículos 2682)</li> <li>• Para los repelentes sintéticos se utilizó el siguiente algoritmo:            ("synthetic"[All Fields] OR "synthetically"[All Fields] OR "synthetics"[All Fields] OR "synthetize"[All Fields] OR "synthetized"[All Fields] OR "synthetizing"(artículos 844)</li> <li>• Para la eficacia de las plantas en los repelentes se utilizó el siguiente algoritmo : ("effect"[All Fields] OR "effecting"[All Fields] OR "effective"[All Fields] OR "effectively"[All Fields] OR "effectiveness"[All Fields] OR "effectivenesses"[All Fields] OR "effectives"[All Fields] OR "effectivities"[All Fields] OR "effectivity"[All Fields] OR " (artículos 2.142)</li> <li>• Para las propiedades repelentes de las plantas se utilizó el siguiente</li> </ul>

		<p>algoritmo: ("repel"[All Fields] OR "repellant"[All Fields] OR "repellants"[All Fields] OR "repelled"[All Fields] OR "repellence"[All Fields] OR "repellencies"[All Fields] OR "repellency"[All Fields] OR "repellent"[All Fields] OR "repellents"[All Fields] OR "repeller"[All Fields] OR "repellers"[All Fields] OR "repelling"[All Fields] OR "repels"[All Fields]) AND ("properties"[All Fields] OR "property"[All Fields]) AND ("plant s"[All Fields] OR "planted"[All Fields] OR "planting"[All Fields] OR "plantings"[All Fields] OR "plants"[MeSH Terms] OR "plants"[All Fields] OR "plant"[All Fields]).(artículos 546)</p>
<p>Investigar y analizar métodos de extracción utilizados en la obtención de extractos vegetales con propiedades repelentes, con el fin de fundamentar teóricamente el desarrollo de la aproximación al prototipo.</p>	<p>10 artículos tipo revisión meta análisis .</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• para el método de extracción de la planta de citronela se utilizó el siguiente algoritmo: ("method s"[All Fields] OR "methods"[MeSH Terms] OR "methods"[All Fields] OR "method"[All Fields] OR "methods"[MeSH Subheading]) AND ("extract"[All Fields] OR "extract s"[All Fields] OR "extractabilities"[All Fields] OR "extractability"[All Fields] OR "extractable"[All Fields] OR "extractables"[All Fields] OR "extractant"[All Fields] OR "extractants"[All Fields] OR "extracted"[All Fields] OR "extractibility"[All Fields] OR "extractible"[All Fields] OR "extracting"[All Fields] OR "extraction"[All Fields] OR "extractions"[All Fields] OR "extractive"[All Fields] OR</li> </ul>

		"extractives"[All Fields] OR "extracts"[All Fields],(artículos 293)
Desarrollar una forma cosmética de fácil aplicación que incorpore las plantas seleccionadas.	Se formularon tres (3) muestras experimentales de repelente en frascos individuales.	Las muestras se encuentran documentadas en el objetivo tres, junto con la descripción detallada del procedimiento llevado a cabo.

Fuente: Elaboración propia

## 8.6. VARIABLES

Tabla 5. variables utilizadas en la recolección de datos

Objetivo	Variable	Dimensiones
1. Investigar las plantas naturales que garanticen la efectividad brindando una alternativa de repelente.	tipo de planta natural, se investigó y se encontró las plantas con actividad repelente .	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre científico</li> <li>• Reino</li> <li>• Género</li> <li>• Familia</li> <li>• Especie</li> <li>• Ubicación geográfica</li> <li>• Metabolitos repelentes</li> <li>• Eficacia repelente</li> <li>• Método de preparación</li> <li>• Forma cosmética</li> <li>• Seguridad</li> <li>• Partes de la planta utilizada</li> <li>• Etapa de crecimiento</li> <li>• Toxicidad</li> <li>• Insecto y plagas repelidas</li> <li>• Estudios disponibles</li> </ul>
2. Investigar y analizar métodos de extracción utilizados en la obtención de extractos vegetales con propiedades repelentes, con el fin de fundamentar	método de extracción, se encontraron distintos métodos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destilación a vapor</li> <li>• Extracción por trituración</li> <li>• Maceración</li> <li>• Trituración</li> <li>• Percolación</li> </ul>

teóricamente el desarrollo del prototipo.		
3.Desarrollar una forma cosmética de fácil aplicación que incorpore las plantas seleccionadas.	Forma cosmética de fácil aplicación a base de extractos de aceites esenciales de las plantas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se desarrolló un prototipo en spray, lo cual permitió diseñar una presentación de uso práctico y de aplicación sencilla y fue en spray.</li> <li>• Se incorporo los extractos de aceite de las plantas romero, menta y eucalipto.</li> <li>• Se llevó a cabo una prueba preliminar con dos participantes, en la cual se evaluaron la duración del efecto, las características organolépticas y la aceptabilidad del producto.</li> <li>• Se elaboro previamente la etiqueta con la información correspondiente del prototipo.</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia

### 8.7. TRATAMIENTO DE DATOS

La búsqueda bibliográfica se realizó en la base de datos PubMed, reconocida por su rigor y calidad en la publicación de estudios científicos, lo que permitió acceder a literatura especializada y actualizada. En esta etapa se identificaron aproximadamente 68 artículos relacionados con el tema de interés. Debido a la amplitud y profundidad de la información encontrada, se realizó una selección crítica de los documentos más pertinentes, considerando criterios como la validez científica, la relevancia temática y la diversidad de especies abordadas. Esta selección permitió sustentar, con base en evidencia empírica, las distintas clases de plantas con propiedades repelentes, abarcando desde sus características generales, estudios disponibles, metabolismos repelentes entre otros.

El proceso de búsqueda de artículos para esta revisión comenzó con la identificación de palabras clave específicas, lo que permitió delimitar y enfocar de manera más precisa la

información requerida. Inicialmente, se encontraron aproximadamente 45 artículos científicos relacionados con la temática. Sin embargo, muchos de ellos fueron descartados debido a restricciones de acceso, ya que no estaban disponibles de forma gratuita. Posteriormente, se procedió a la lectura de alrededor de 10 artículos accesibles, aunque la mayoría fue excluida por no contener información relevante o directamente vinculada al objetivo de la revisión. Finalmente, se seleccionaron y analizaron en profundidad 5 artículos que aportaron datos significativos y de utilidad para el desarrollo del trabajo.

Esta revisión permitió localizar diez artículos científicos relevantes, en los cuales se detallaban los procedimientos empleados para la obtención de los compuestos activos utilizados en la formulación de repelentes o productos con funciones análogas. Es importante destacar que dichos estudios resultaron altamente útiles, ya que ofrecieron información valiosa sobre las técnicas de extracción más comúnmente utilizadas, así como sobre su eficacia y aplicabilidad en contextos reales.

Cabe destacar que la mayor parte de la información relevante fue encontrada dentro de un conjunto amplio de aproximadamente 26,036 artículos disponibles en la base de datos consultada. Si bien no fue posible revisar la totalidad de estos documentos debido a su volumen, se aplicaron criterios de selección enfocados en la precisión y pertinencia del contenido. Esta selección se realizó principalmente a partir de la revisión de las introducciones de los artículos, lo que permitió identificar rápidamente aquellos trabajos que abordaban de manera directa y específica los temas de interés. A partir de este proceso, se seleccionaron alrededor de 60 artículos con información sustancial y útil para el desarrollo de la revisión.

La búsqueda de artículos relacionados con los métodos de extracción resultó ser más compleja, debido a la escasa disponibilidad de información precisa y concisa que se ajustara específicamente a los objetivos del estudio. En una de las bases de datos consultadas se identificaron inicialmente 170 artículos; sin embargo, tras un proceso riguroso de revisión y aplicación de criterios de relevancia temática, se descartó la mayoría de ellos. Finalmente, solo se seleccionaron siete artículos que cumplieran con los requisitos necesarios y aportaban información directamente vinculada al tema de los métodos de extracción de compuestos con actividad repelente.

Durante el proceso de búsqueda, se logró identificar algunos artículos con información precisa sobre métodos de extracción aplicados a especies específicas, como la citronela y la menta. Estos estudios facilitaron significativamente la recolección de datos, ya que presentaban procedimientos detallados y claramente relacionados con la obtención de compuestos con actividad repelente, lo cual contribuyó de manera importante al desarrollo de la revisión.

Posteriormente, se procedió a la elaboración de tablas que resumieran las generalidades de las plantas seleccionadas. Para ello, se extrajo de los artículos información relevante como el reino, género, familia botánica, tipos de metabolitos con actividad repelente, entre otros datos taxonómicos y bioquímicos de interés. En cuanto a la variable relacionada con los estudios disponibles, se utilizaron palabras clave específicas como “métodos de extracción”,

“efectividad” y “extracto vegetal”, lo que permitió fortalecer y respaldar la recolección de información con base en evidencia científica pertinente y organizada.

Para la elaboración de las tablas correspondientes a los métodos de extracción, se realizó una búsqueda específica de los procedimientos utilizados en las diferentes plantas seleccionadas. La información obtenida fue organizada de manera sistemática, separando cada técnica en pasos secuenciales como primer y segundo paso e incluyendo una descripción detallada del procedimiento aplicado en cada caso. Esta estructuración permitió una mejor comprensión y comparación de las metodologías utilizadas en la obtención de los compuestos bioactivos con actividad repelente.

## **8.8. MATERIALES**

Se realizó la búsqueda de artículos de la base de datos pubmed, se excluyeron artículos no gratuitos, se elaboraron tablas, se utilizaron traductores, se buscaron palabras clave para encontrar mejor la información, se utilizaron numerosos artículos de acceso gratis.

## **8.9. MATERIALES UTILIZADOS EN EL LABORATORIO**

- 1 vaso precipitado de 600 mL
- 3 vasos precipitados de 250 mL
- 3 vasos precipitados de 100 mL
- 3 vasos precipitados de 50 mL
- 1 varilla de agitación
- 1 balanza semianalítica
- 3 pipetas graduadas de 10 mL
- 2 pipetas graduadas de 5 mL
- 1 pipeta graduada de 1 mL
- 1 succionador de pipeta

## **Materias Primas**

- Extracto de Romero
- Extracto de Eucalipto
- Extracto de Menta
- Alcohol de 96% y 70%
- Glicerina USP
- Aceite de Almendras
- Ácido Cítrico

## 9. ASPECTOS ÉTICOS

La investigación se llevó a cabo bajo un enfoque ético, centrado en el respeto a la biodiversidad, al conocimiento tradicional y a los principios fundamentales de la investigación científica responsable. Dado que el estudio consistió en una revisión bibliográfica y no implicó la recolección directa de material vegetal, no se intervinieron ecosistemas ni se afectaron especies en su entorno natural. Los aceites esenciales utilizados para la formulación del repelente fueron adquiridos a través de proveedores comerciales certificados, lo que aseguró el cumplimiento de las normativas vigentes sobre el uso de productos derivados de plantas.

A pesar de no haberse realizado trabajo de campo, se consideraron los principios éticos relacionados con el respeto al conocimiento ancestral documentado. Las fuentes consultadas que hacen referencia al uso tradicional de plantas con propiedades repelentes fueron debidamente citadas y reconocidas, valorando así el aporte de las comunidades que han conservado ese saber a lo largo del tiempo.

Así mismo, la investigación bibliográfica se desarrolló con rigor académico, aplicando criterios de transparencia, objetividad y veracidad en la recopilación, análisis e interpretación de la información. Se seleccionaron fuentes confiables y se evitó cualquier sesgo en la presentación de los resultados.

Dado que no se emplearon modelos animales ni se realizaron pruebas experimentales con seres vivos, no fue necesario solicitar aprobación a comités de ética en investigación animal. Sin embargo, se mantuvo un enfoque precautorio en la selección de compuestos, revisando la evidencia científica disponible sobre la seguridad de los aceites esenciales empleados, con el fin de garantizar que su aplicación como repelente no represente riesgos para la salud humana.

Otro aspecto relevante fue el tratamiento ético de la información vinculada al conocimiento tradicional. Si bien el estudio no implicó interacción directa con comunidades indígenas o locales, se reconoció el valor de las prácticas culturales y conocimientos ancestrales que han sido registrados por investigadores en etnobotánica. Se procuró evitar cualquier forma de apropiación indebida, subrayando que estos saberes deben ser reconocidos como parte del patrimonio cultural colectivo, y que su uso en ciencia debe ir acompañado de atribuciones claras y, cuando corresponda, de mecanismos de retorno justo a las comunidades de origen.

## 10. RESULTADOS

### 10.1. OBJETIVO ESPECÍFICO 1

**“Identificar las especies vegetales con potencial actividad repelente ,brindando una alternativa natural a los repelentes convencionales”**

Se Recopiló información detallada sobre diversas plantas naturales, identificando aquellas con los índices más altos en los últimos cinco años de eficacia más utilizadas en repelentes, verificando la evidencia científica existente que respalde su efectividad y su uso previo, evaluando la toxicidad y seguridad de estas plantas, así como analizando su composición química, con el fin de utilizar estos datos para la formulación de nuestra aproximación al prototipo repelente.

**Tabla 6.** Generalidades de las especies vegetales con actividad repelente recolección de datos (parte1)

Nombre de la planta	Dysphania Ambrosoides	Menta longifolia
Nombre científico	<i>Dysphania ambrosioides</i> .(Espinosa, F. J & Sarukhán, 1997., 2020)	<i>Mentha longifolia</i> . (López-Hernández y Cortés, 2022)
Reino	Plantae. (Espinosa, F. J & Sarukhán, 1997., 2020)	Plantae. (López-Hernández & Cortés, 2022)
Género	Dysphania. (Espinosa, F. J & Sarukhán, 1997., 2020)	Plantae. (López-Hernández & Cortés, 2022)
Familia	Amaranthaceae. (Espinosa, F. J & Sarukhán, 1997., 2020)	Plantae. (López-Hernández & Cortés, 2022)
Especie	Dysphania ambrosioides; (L.) Mosyakin y Clemonts, 2002. (Espinosa, F. J & Sarukhán, 1997., 2020)	Plantae. (López-Hernández & Cortés, 2022)
Ubicación Geográfica	América (regiones cálidas ) (Espinosa, F. J & Sarukhán, 1997., 2020)	Plantae. (López-Hernández & Cortés, 2022)
Metabolitos Repelente	Aceites esenciales, taninos, flavonoides y triterpenos, esteroides, alcaloides ,arcaridiol. (Abdullah Haris et al., 2023)	Hexano, metanol.1-8 cineol (Cordero C, Zebelo SA, Gnavi G, Griglione A, Bicchi C, Maffei ME, Rubiolo, s. f.)

Eficacia Repelente (concentración ,tiempo de exposición)	0.25% 0,5% tuvieron efecto repelente y anti alimentario. No reporta tiempo .(Estrada-Cely et al., 2012)	La eficacia del etanol y el extracto acuoso de <i>M. longiflora</i> sobre <i>Syphacia obvelata</i> fue del 63,1 % y el 67,1 %, respectivamente, y sobre <i>Aspiculuris tetraptera</i> del 60,6 % y el 60,1 %. .No reporta tiempo . (Cordero C, Zebelo SA, Gnavi G, Griglione A, Bicchi C, Maffei ME, Rubiolo, s. f.)
Método preparación	Destilación al vapor . (Abdullah Haris et al., 2023)	Infusión, decocción ,macerado en alcohol, aceite esencial.(Haris et al., 2023)
Formas cosméticas	Aceites .(Abdullah Haris et al., 2023)	Aceites. (Cordero C, Zebelo SA, Gnavi G, Griglione A, Bicchi C, Maffei ME, Rubiolo, et al., 2023.)
Seguridad	Debe evitarse durante el embarazo y la lactancia, intoxicaciones fatales.(Espinosa, F. J & Sarukhán, 1997., 2020)	En pieles muy sensibles, puede causar dermatitis de contacto. (Cordero C, Zebelo SA, Gnavi G, Griglione A, Bicchi C, Maffei ME, Rubiolo, et al., 2023.)
Partes de la planta utilizada	Partes áreas.(Abdullah Haris et al., 2023)	Hojas y tallos. (Cordero C, Zebelo SA, Gnavi G, Griglione A, Bicchi C, Maffei ME, Rubiolo, et al., 2023)
Etapas de crecimiento	Prefloración.(Abdullah Haris et al., 2023)	Infusión, decocción ,macerado en alcohol, aceite esencial.(Haris et al., 2023)
Toxicidad	Náuseas, vómitos, dosis altas mayores a 1ml por consumo excesivo de infusión. (Espinosa, F. J & Sarukhán, 1997., 2020)	la toxicidad por aplicación tópica y la repelencia de insectos.(Cordero C, Zebelo SA, Gnavi G, Griglione A, Bicchi C, Maffei ME, Rubiolo, et al., 2023.)

Insecto y plagas repelidas	Helminto hormigas ,mosquitos .(Estrada-Cely et al., 2012)	Larvas ,mosquitos, escarabajos. (Cordero C, Zebelo SA, Gnavi G, Griglione A, Bicchi C, Maffei ME, Rubiolo, s. f.)
Estudios científicos disponibles	Se encontraron los siguientes artículos ,extracto vegetal, ensayos de efectividad . lo cual da evidencia que respaldan dicha información (Julia Aros et al., 2019),(Łukasz Łuczaj et al., 2021),(Ouorou Ganni Mariel Guera et al., s. f.),(Fahd Kandsi et al., 2022),(Ignacchiti et al., 2022),(Álvarez-Chimal et al., 2021),(Pandey et al., 2014),(Musa et al., 2017),(Gillij et al., 2008).	Se encontraron los siguientes artículos ,ensayos de eficacia método de elaboración ,extracción de la menta ,extracto vegetal a continuación se colocará las citas ::(Sánchez-Borzone et al., 2017),(Haiming Cai et al., s. f.),(Francikowski et al., 2019),(Jayaram et al., 2022),(Temeyer et al., 2024),(Temeyer et al., 2024),(Taglienti et al., 2023)

**Fuente:** Elaboración propia

Dentro del amplio espectro de plantas con propiedades repelentes, *Dysphania ambrosioides*, conocida comúnmente como epazote, ha destacado por la eficacia de sus metabolitos como aceites esenciales, taninos, flavonoides, triterpenos, esteroides, alcaloides y arcaridiol. Esta especie, perteneciente a la familia Amaranthaceae y originaria de regiones cálidas de América, ha sido tradicionalmente utilizada en su etapa de prefloración, donde las partes aéreas de la planta son recolectadas y procesadas mediante destilación al vapor para la obtención de extractos con efecto repelente y anti alimentario. Su eficacia ha sido probada a concentraciones de 0,25% y 0,5%, especialmente contra insectos hematófagos y helmintos. Sin embargo, su uso requiere precaución debido a sus efectos tóxicos en dosis elevadas y su contraindicación durante el embarazo y la lactancia.

Por otro lado, *Mentha longifolia*, perteneciente a la familia Lamiaceae, ha demostrado un notable potencial como repelente natural. Sus hojas y tallos, ricos en compuestos como 1,8-cineol, son comúnmente procesados mediante infusión, decocción, maceración alcohólica y destilación a vapor. Los extractos acuosos y etanólicos de esta especie han mostrado una eficacia repelente del 60% al 67% frente a parásitos intestinales como *Syphacia obvelata* y *Aspiculuris tetraptera*, así como frente a larvas, mosquitos y escarabajos. Aunque es generalmente segura, puede causar dermatitis de contacto en pieles sensibles. Ambos casos reflejan el respaldo científico disponible, el cual demuestra no solo su eficacia, sino también la relevancia del conocimiento etnobotánico en el desarrollo de alternativas naturales para el control de plagas.

**Tabla 7.** Generalidades de las especies vegetales con actividad repelente recolección de datos (parte2)

Nombre de la planta	Eucalipto	Citronela	Romero
Nombre científico	<i>Eucalyptus camaldulenses</i> .(Brito GA et al., 2021)	<i>Cymbopogon nardus</i> .	<i>Salvia rosmarinus</i> (Xiao Wei Li & Xin-Xin Lu, 2021)
Reino	<i>Eucalyptus camaldulenses</i> .(Brito GA et al., 2021)	Plantae. (Wikipedia, 2025)	Plantae . (Xiao Wei Li & Xin-Xin Lu, 2021)
Genero	<i>Eucalyptus camaldulenses</i> .(Brito GA et al., 2021)	Cymbopogon. (Wikipedia, 2025)	Rosmarinus . (Xiao Wei Li & Xin-Xin Lu, 2021)
Familia	<i>Eucalyptus camaldulenses</i> .(Brito GA et al., 2021)	Poaceae. (Wikipedia, 2025)	Lamiaceae . (Xiao Wei Li & Xin-Xin Lu, 2021)
Especie	<i>Eucalyptus camaldulenses</i> .(Brito GA et al., 2021)	Cymbopogon nardus (Wikipedia, 2025)	Rosmarinus officinalis. (Xiao Wei Li & Xin-Xin Lu, 2021)
Ubicación Geográfica	<i>Eucalyptus camaldulenses</i> .(Brito GA et al., 2021)	Sri Lanka y la costa Malabar y naturalizada en otros lugares como América y África. (Wikipedia, 2025)	Mediterráneo, África, Asia Occidental. (Xiao Wei Li & Xin-Xin Lu, 2021)
Metabolitos Repelente	<i>Eucalyptus camaldulenses</i> .(Brito GA et al., 2021)	Geraniol, Neral, Terpenos, Citronelal, Limoneno(Wikipedia, 2025)	Ácido carnosico, carnosol, ácido rosmarino y alcanfor. (Xiao Wei Li & Xin-Xin Lu, 2021)
Eficacia Repelente (concentración , tiempo de exposición)	<i>Eucalyptus camaldulenses</i> . (Brito GA et al., 2021)	40% teniendo un tiempo de protección máxima de 1 hora y 30 minutos (90 minutos) lo que	Presento 70% de eficacia de repelente, pero con un bajo tiempo de protección, se

		demostró que al ser en base oleosa retuvo la fragancia que es muy característica de esta planta.(Devi Kamalakshi et al., 2016)	reportó 50% de protección hasta 4 horas, se demostró que el aceite esencial en concentración reportado de 10%, se reportó en un tiempo de 90 minutos.(Soto-Cáceres et al., 2022). Wei Li & Xin-Xin Lu, 2021)
Método preparación	Reportó .(Russo, Serafina, 2013)	Macerado en alcohol, aceite de citronela, infusión. (Devi Kamalakshi et al., 2016)	Maceración de hojas secas, 200ml agua, equipo de hidro difusión equipo de microondas. (Xiao Wei Li & Xin-Xin Lu, 2021)
Formas cosméticas	Aceites ,cremas. (Russo, Serafina, 2013)	Repelentes ,aceites . Loción ,aerosol . (Devi Kamalakshi et al., 2016)	Aceites . (Xiao Wei Li & Xin-Xin Lu, 2021)
Seguridad	Niños menores de 3 años ,personas con asma ,mujeres embarazadas o con lactancia. (Haris et al., 2023)	El uso personal es adecuado para niños pequeños y mujeres embarazadas, aunque presenta el inconveniente de tener una eficiencia limitada y de 7 no mantener su acción durante mucho tiempo. Suele combinarse con otros compuestos en la formulación de repelentes. (Devi Kamalakshi et al., 2016)	Evitar durante el embarazo y los niños menores de 3 años . (Xiao Wei Li & Xin-Xin Lu, 2021).
Partes de la planta utilizada	Hojas . Haris et al., 2023)	Hojas y tallos. (Devi Kamalakshi et al., 2016)	Hojas . (Xiao Wei Li & Xin-Xin Lu, 2021)

Etapa de crecimiento	Floración.(Haris et al., 2023)	Hojas y en pocas ocasiones las raíces.(Amin Asadollahi, 2019)	Floración . (Xiao Wei Li & Xin-Xin Lu, 2021)
Toxicidad	Toxicidad por contacto.(Russo, Serafina, 2013)	Baja toxicidad . (Devi Kamalakshi et al., 2016)	10 g al día puede causar irritación . (Xiao Wei Li & Xin-Xin Lu, 2021)
Insecto y plaga repelidos	Mosquitos. (Russo, Serafina, 2013)	Mosquitos. (Devi Kamalakshi et al., 2016)	Mariposa de la col , mosca de la zanahoria. (Xiao Wei Li & Xin-Xin Lu, 2021)
Estudios científicos disponibles	Se encontraron los siguientes artículos ,ensayos de eficacia al ,extractos vegetales ,extracción del eucalipto y si encontraron las siguientes referencias: (Asadollahi et al., 2019),(Tehreema Iftikhar et al., 2024),(Samin Madreseh-Ghahfarokhi et al., 2019),(Agustín Álvarez Costa, 2017),(Verica Aleksic Sabo & Petar Knezevic, 2019),(Ansong et al., 2023),(Muhammad Farooq et al., 2022),(Amna Siddique et al., 2026),(Farooq et al., 2022),(Farshid Zargari et al., 2023)	Se encontraron los siguientes artículos: extractos Vegetales, método de extracción, método de elaboración , ensayos de eficacia y a continuación las siguientes citas: (Mohamed Nadjib Boukhatem et al., 2014),(Avoseh et al., 2015),(Deletre et al., 2013),(Miora Ralambondrainy et al., 2018),(Emilie Deletre et al., s. f.),(Moore et al., 2007),(Mumcuoglu et al., 2004),(Immacolata Iovinella & Beniamino Caputo, 2022),(Asadollahi et al., 2019),(Nuchuchua et al., 2009).	Se encontraron los siguientes artículos ,extractos vegetales ,método de extracción ,método de elaboración a continuación se muestran las citas : (Asadollahi et al., 2019),(Elmhalli et al., 2019),(Xiao Wei Li & Xin-Xin Lu, 2021),(Asadollahi et al., 2019),(Houzi et al., 2024),(Kulma et al., 2018),(Krzyżowski et al., 2020),(Yeguerman et al., 2020),(Sharififard et al., 2016),(Sadeh et al., 2017).

**Fuente** :Elaboración propia

En la revisión bibliográfica se identificaron tres plantas con importantes propiedades repelentes: *Eucalyptus camaldulensis*, *Cymbopogon nardus* (citronela) y *Salvia rosmarinus* (romero). El eucalipto, ampliamente distribuido y conocido por su característico aroma, contiene metabolitos activos como geraniol, neral y limoneno. Su aceite esencial ha mostrado una eficacia del 40% con un tiempo de protección de hasta 90 minutos, siendo útil principalmente contra mosquitos. Por su parte, la citronela, tradicionalmente utilizada en lociones y aerosoles, presenta una mayor eficacia (70%) aunque su tiempo de protección es relativamente corto, requiriendo aplicaciones frecuentes. Su aceite esencial, extraído mediante maceración e infusión, contiene compuestos como el citronelal, que actúan sobre el sistema sensorial de los insectos.

El romero, originario de regiones mediterráneas, también ha mostrado actividad repelente significativa gracias a compuestos como el ácido carnósico, carnosol y el alcanfor. A través de técnicas como maceración e hidro difusión, sus hojas son procesadas para obtener extractos que han demostrado eficacia contra insectos como la mariposa de la col y la mosca de la zanahoria. Sin embargo, su toxicidad puede aumentar con el consumo excesivo, por lo que su uso debe ser moderado, especialmente en niños y mujeres embarazadas. En general, estas tres especies representan alternativas naturales viables frente a repelentes químicos, respaldadas por múltiples estudios científicos que validan su efectividad y seguridad en aplicaciones tópicas o ambientales.

**Tabla 8.** Generalidades de las especies vegetales con actividad repelente recolección de datos (parte3)

Nombre de la planta	Albahaca	Clavo	Azadirachta indica(neem conocida en América latina	Ajenjo	Matarratón
Nombre científico	<i>Ocimum basilicum</i> .(Camila Farías et al., 2022)	<i>Syzygium aromaticum</i> .(Y. Zhang et al., 2017)	<i>Azadirachta indica</i> .(Barstow et al., 2018)	<i>Artemisia absinthium</i> .(Halina Ekiert et al., 2021)	<i>Gliricidia sepium</i> .(Carvalho da Silva et al., 2022)
Reino	Plantae .(Camila Farías et al., 2022)	Plantae .(Y. Zhang et al., 2017)	Plantae .(Barstow et al., 2018)	Plantae.(Halina Ekiert et al., 2021)	Plantae.(Carvalho da Silva et al., 2022)
Género	<i>Ocimum basilicum</i> .(Camila Farías et al., 2022)	<i>Syzygium</i> .(Y. Zhang et al., 2017)	<i>Azadirachta</i> .(Barstow et al., 2018)	<i>Artemisia</i> .(Halina Ekiert et al., 2021)	<i>Gliricidia</i> .(Carvalho da Silva et al., 2022)

Familia	Lamiácea . (Camila Farías et al., 2022)	Myrtace( Y. Zhang et al., 2017)	Meliácea . (Barstow et al., 2018)	Asteraceae. (Halina Ekiert et al., 2021)	Fabácea(Carvalho da Silva et al., 2022)
Especie	Ocimum Albahaca . (Camila Farías et al., 2022)	Syzygium aromaticum .(Y. Zhang et al., 2017)	Azadirachta (Barstow et al., 2018).(Chatterjee et al., 2023)	A.absinthium . (Halina Ekiert et al., 2021)	Gliricidia sepium. (Carvalho da Silva et al., 2022)
Ubicación Geográfica	África y Asia (regiones tropicales). (Camila Farías et al., 2022)	Indonesia (región trópica) . (Y. Zhang et al., 2017)	Originario de la India y de Birmania. (Barstow et al., 2018)	Europa occidental y del norte de África. (Halina Ekiert et al., 2021)	México hasta la parte norte de América del Sur(Carvalho da Silva et al., 2022)
Metabolitos Repelente	linalol, estragol, eucaliptol, tau-cadiol, metil eugenol, cariofileno. (Camila Farías et al., 2022)	eugenol, acetato eugenol. (Y. Zhang et al., 2017).(Aguilera Astudillo et al., 2019).	Azadiractina. (Chatterjee et al., 2023)	Los extractos de las hojas en metanol, acetato de etilo y hexano. (Halina Ekiert et al., 2021)	El extracto en diclorometano o de la corteza presentó actividad insecticida frente a Glyptotermes dilatatus (Herath H. y col., 1998).
Eficacia Repelente (concentración ,tiempo de exposición)	Ocimum basilicum fueron pesadas (1352.79 g), luego cargadas en un matraz de fondo redondo de 1000ml con 800ml de agua destilada y llenadas con el generador de vapor. El	80 - 100% durante 2 a 4 horas de protección .(MEDLI PLUS, 2020)	Repelente (81,4% y 93,4%) (4). No reporta tiempo . Chatterjee et al., 2023)	Infusión diluida 20% . No reporta tiempo. (Halina Ekiert et al., 2021)	60%. No reporta tiempo. (Carvalho da Silva et al., 2022)

	destilado se transfirió a un embudo de decantación de 1 L con 2ml de hexano. No reporta tiempo . (Camila Farías et al., 2022)				
Método preparación	Maceración de hojas, semillas, destilación al vapor, agua destilada. (Camila Farías et al., 2022)	Destilación a vapor, filtración, se usa etanol, maceración de hojas secas y tallos. (MEDLIP LUS, 2020)	Infusión, decocción . Chatterjee et al., 2023).	Maceración. (Halina Ekiert et al., 2021)	Infusión. (Carvalho da Silva et al., 2022) Decocción.
Formas cosméticas	Solución oral de extracto de albahaca. Tabletas de albahaca. Aceite esencial. (Camila Farías et al., 2022)	Gel, lociones . (MEDLIP LUS, 2020)	Aceite de neem . (Chatterjee et al., 2023)	Tabletas y cápsulas con polvo de hojas y flores de ajeno. Jarabe con extracto hidroalcohólico de hojas frescas de ajeno. (Halina Ekiert et al., 2021)	Ungüentos, y repelentes a base de matarratón . (Carvalho da Silva et al., 2022)
Seguridad	Evitar en mujeres embarazadas, niños menores de 3 años, personas con enfermedades renales y hepáticas. (Camila Farías et al., 2022).	evitar contacto en los ojos, y mucosa. (MEDLIP LUS, 2020)	Niños menores de 3 años ,mujeres embarazadas ,personas con enfermedades autoinmune.	Al administrarse con otras drogas que contengan tuyaona se incrementa el efecto tóxico de este compuesto. Los efectos	No se encuentran reportes de contraindicaciones para esta especie. (Carvalho da Silva et al., 2022)

			(Chatterjee et al., 2023)	del etanol pueden alterarse por acción de la tuyona. (Alternative Therapies, 2007)., Epilepsia y embarazo. (Halina Ekiert et al., 2021)	
Partes de la planta utilizada.	Hojas, semillas, flores . .(Camila Farías et al., 2022)	Floral seco, hojas, corteza. (MEDLIP LUS, 2020)	Corteza , hojas ,semillas, (Chatterjee et al., 2023)	Sumidad florida . (Halina Ekiert et al., 2021)	Hojas. (Carvalho da Silva et al., 2022)
Etapas de crecimiento	Floración . (Camila Farías et al., 2022)	Floración . (MEDLIP LUS, 2020)	Floración. (Chatterjee et al., 2023)	Floración. (Halina Ekiert et al., 2021)	Fluorescencia . (Méndez-Bautista et al., 2010)
Toxicidad	20g / día dosis toxica . .(Camila Farías et al., 2022)	10g/día dosis toxica irritación. (MEDLIP LUS, 2020)	5g/día . (Chatterjee et al., 2023)	NOAEL del extracto es de 2%, equivalente a 1.27g/kg/día para machos y 2.06g/kg/día para hembras (Muto T. y col., 2003). (Halina Ekiert et al., 2021)	Determinó una DL50 superior a 2000mg/Kg, el extracto etanólico administrado a una dosis de 1000mg/Kg no ocasiona mortalidad, pero causa sialorrea y lesiones histopatológicas en tejido hepático . (Carvalho da Silva et al., 2022)

Insecto y plaga repelidos	Mosca blanca, mosquitos , chinches .(ANOVA, 2023)	Polilla,mosquitos ,garrapata (La semana, s. f.)	Mosquitos, larvicidas.( Chatterjee et al., 2023)	Mosquitos larvas. Parveen et al., 2024)	Larvas y mosquitos .piojos ,pulgas. (Carvalho da Silva et al., 2022)
Estudios científicos disponibles	Se encontraron los siguientes artículos , extracto vegetal,método de extracción ,método de elaboración se encontraron las siguientes artículos : (Cheraghi Niroumand et al., 2016),(Asadollahi et al., 2019),(Srivastava et al., 2019),(Opoku-Bamfoh et al., 2024),(Ivanova et al., 2023),(Gaddaguti et al., 2016),(Nararak et al., 2016),(Sutthanont et al., 2022),(Nuchuchua et al., 2009),(Sutthanont et al., 2022),(Nuchuchua et al., 2009).	Se encontraron los siguientes artículos, ensayos de eficacia, método de elaboración, extracto vegetal , continuación se indica las citas: (Czarnobai De Jorge et al., 2022),(Tan et al., 2019),(Bandara & Senevirathne, 2023),(Bandara & Senevirathne, 2023),(Harshita Krishnatreyya, 2022),(Ha	Se encontraron los siguientes artículos .extracto vegetal, método de extracción, ensayo de eficacia., a continuación se encuentran las siguientes citas ,(Macchioni et al., 2019),(Abiy et al., 2015),(JC Martins et al., 2022),(Has et al., 2023),(Sravanya Konchada et al., 2020),(Award, 2003),(George et al.,	Se encontraron los siguientes artículos , extracto, método de elaboración ,método de extracción ,con las siguientes citas : (Parveen et al., 2024),(Halina Ekiert et al., 2021),(Mengjiao Zhong et al., 2023),(Bedini et al., 2017),(Giuseppe Pulice et al., 2016),(Martínez et al., 2015),(Donglinag Li et al., 2023),(Halina Ekiert et al., 2021),(J.-W. Zhang et al., 2022).	Extractos, nota: no se encuentran artículos acerca de efectividad repelente y otros ,derivados de la planta se encontraron las siguientes citas : (Carvalho da Silva et al., 2022).

		iley A. Luker & Keyla R Salas, 2023),(Dhouha Alimi et al., 2023),(Kumar et al., 2021),(Hilal Susurluk, 2023).	2014),(Has et al., 2023),(Machioni et al., 2019),(Vatandoost & Vaziri, 2004).		
--	--	---	---	--	--

**Fuente:** Elaboración propia

En esta revisión bibliográfica se destacan cinco plantas con potencial repelente de insectos debido a la presencia de compuestos bioactivos. *Ocimum basilicum* (albahaca), rica en linalol, estragol y eucaliptol, ha sido utilizada tradicionalmente en infusiones y aceites esenciales con aplicaciones tópicas, mostrando una eficacia de hasta el 100% contra moscas blancas y mosquitos. El *Syzygium aromaticum* (clavo) contiene eugenol como principal compuesto activo y ha demostrado una eficacia repelente del 80 al 100% por hasta 4 horas, siendo común en lociones y geles repelentes. Por su parte, *Azadirachta indica* (neem), ampliamente estudiada, contiene azadiractina, conocida por su acción larvicida y repelente, con eficacias superiores al 90%, y es comúnmente utilizada en forma de aceite.

El *Artemisia absinthium* (ajenjo) y *Gliricidia sepium* (matarratón) también presentan propiedades repelentes notables. El ajenjo, utilizado en tabletas, jarabes y aceites, actúa contra mosquitos y larvas gracias a sus extractos en metanol y acetato de etilo. Aunque presenta ciertas restricciones por su contenido en tuyona, se ha reportado como efectivo en infusión diluida. El matarratón, por otro lado, ha sido utilizado en infusión y decocción, con una eficacia del 60% contra larvas, mosquitos, pulgas y piojos, sin reportes significativos de toxicidad en humanos. En conjunto, estas plantas ofrecen una alternativa ecológica y viable frente a los repelentes sintéticos, respaldada por diversos estudios científicos sobre sus métodos de extracción, eficacia y seguridad.

A continuación, se presentan las siguientes comparaciones :

- De las 10 plantas analizadas su origen proveniente , se observa que un (3/10) provienen de América, otra (3/10) de África, un 20% (2/10) de Europa, un (3/10) de Asia, un , (1/10) de Asia, y un (1/10) de México. Estas especies han sido cultivadas en diversas naciones y regiones, y en Colombia se encuentran disponibles desde hace varios años.
- De los resultados encontrados de la mayoría de metabolitos repelentes son de tipo eugenol (2/10),también se caracterizan por tener terpenos (2/10), seguido del 1,8-

cineol (1/10) estas plantas también contienen geraniol , son Los componentes responsables de proporcionar efectividad a un repelente .

- En la anterior recopilación de datos se encontró diversas eficacias ,concentraciones de estudios que colocaron a prueba con las distintas plantas investigadas ,se encontró que la eficacia del 1,8-cineol es de 91 % como efectivo para repelencia comparado a la eficacia del etanol que fue de del 67% , en un ensayo de la planta de romero mostro una eficacia del romero bajo un tiempo estimado de cuatro horas ,teniendo en cuenta q las concentraciones varían de acuerdo a su presentación ,tiempo y forma de elaboración.
- En los distintos métodos de preparación encontramos (4/10) utilizaron infusión, seguido de la decocción (3/10) , además de la maceración que es un método muy utilizado (6/10), y también se utiliza el método de destilación de vapor , todos los anteriores mencionados son muy efectivos, pero ya depende respectivamente de la accesibilidad y el tiempo para trabajar en ellos .
- Existen distintas formas cosméticas , pero debemos tener en cuenta que toda forma cosmética busca mantener los principios activos conservados desde su fabricación hasta su utilidad , se encontró (6/10) se elaboró en aceite el repelente , seguido de repelente en spray (2/10) y seguido de otras soluciones como cremas y geles ,las formas cosméticas sirven para facilitar la aplicación, absorción y efectividad de los productos en la piel en este caso el repelente .
- La seguridad de una forma cosmética es importante , porque garantiza que el producto no cause efectos adversos en la piel, ojos o cualquier otra parte donde se aplique. Es fundamental que los ingredientes y la formulación no provoquen irritaciones, alergias o reacciones no deseadas, se encontró que en mujeres embarazadas y lactancia es más restringido el uso de repelentes por que no existe tanta evidencia científica comprobada (6/10), seguido de los niños menores de tres años (1/10),también se debe evitar en personas con epilepsia, alergias y contacto con los ojos (3/10).
- En la parte utilizada de la planta ,dependerá donde se encuentra la mayor parte del principio activo ,se encontró que (8/10) se encuentran en las hojas , seguido de los tallos (3/10), también de la corteza (2/10) , los tallos (2/10) , y las semillas (2/10).
- Las etapas de crecimiento de las plantas son fundamentales porque determinan su desarrollo y productividad , en la recolección de datos se encontró que (7/10) su etapa es floración , seguido de (2/10) prefloración.
- La toxicidad es muy importante al fabricar un repelente porque garantiza la seguridad del producto para quienes lo utilizan. Un repelente debe ser efectivo para repeler mosquitos , pero también debe ser seguro para las personas, animales y el medio ambiente. Si un repelente contiene sustancias tóxicas, puede causar efectos adversos en la piel, en los datos se encontró que más de 10g al día son tóxicos (2/10),en otro se reportó que 20g al día son muy tóxicos para la piel (1/10) ,seguido de 200 mg al día en otros se reportan baja toxicidad y ya depende de las reacciones que la piel pueda tener a la hora de su aplicación.
- Insectos repelidos , existe evidencia de las plantas investigadas no solo se utilizan para mosquitos sino también para otro tipo de plaga y se encontró lo siguiente (10/10) repelen mosquitos, seguido de (4/10) sirves para larvas , piojos y pulgas (1/10) , mosca blanca (1/10), polillas y chinches (1/10).
- En los estudios disponibles de diferentes estudios que se han realizado se evidencio que fabricaron extractos partir de las plantas (10/10), seguido de los ensayos de eficacia (9/10), al igual que método de extracción (9/10),esto es muy importante porque respalda nuestra investigación y se demuestra que si existen estudios anteriores de otros autores donde ya ah fabricados repelentes y han descrito su forma y métodos como lo realizaron.

## 10.2. OBJETIVO ESPECÍFICO 2

**“Investigar y analizar métodos de extracción utilizados en la obtención de extractos vegetales con propiedades repelentes, con el fin de fundamentar teóricamente el desarrollo de la aproximación al prototipo.”**

Se realizó una revisión informativa sobre diversos métodos de extracción de plantas con actividad repelente, con el propósito de identificar cuáles podrían ser más adecuados para conservar los principios activos. Esta indagación consideró aspectos como los disolventes utilizados, la temperatura y otros parámetros que influyen en la eficacia y estabilidad del extracto. Sin embargo, dicha información fue utilizada únicamente como referencia teórica y no se aplicó directamente en la elaboración del prototipo.

**Tabla 9.**Métodos de extracción de las plantas vegetales con actividad repelente (parte 1)

Plantas vegetales	Método de extracción y sitio de recolección	Procedimiento
Dysphania Ambrosoides	Destilación de vapor, extraer el aceite esencial de epazote, recolectadas en zonas templadas en América. (Haris et al., 2023 )	Se recolecta la planta y a menudo se deja seca, se procede a la destilación donde el vapor de agua pasa a través del material vegetal. (Haris et al., 2023)
Menta longifolia	Destilación a vapor . ). (Haiming Cai et al., 2023)	Se recolectaron 10 variedades de menta, se cosecharon las partes aéreas de las plantas ( hojas y tallos). (Haiming Cai et al., s. f.)
Eucalipto	Maceración y extracción por trituración. (Amna Siddique & Kiang Long Ang, s. f.)	En un ensayo de encontró un método de extracción donde se mezclaba el eucalipto con canela molida, se llevó a cabo de dos maneras (sin calentar y con calor) y por dos medios (agua y etanol.(Amna Siddique & Kiang Long Ang, al., 2023)
Citronela	Destilador a vapor. (Doulat Lahon et al., 2023)	Se seleccionan hojas y tallos frescos de la planta, después se lavan y se secan en temperatura ambiente

		para eliminar impurezas. (Doulat Lahon et al., 2023)
Romero	Trituración, maceración y polvorizan .(Abu El-Ghiet et al., 2024)	Se recolecta parte de la planta, hojas y tallo, se limpian y se secan adecuadamente después se trituran o polvorizan para aumentar la superficie de contacto con el cartucho.(Abu El-Ghiet et al., 2024)
Albahaca	Destilación a vapor , recolectadas en Ayeduase, Kumasi . (Opoku-Bamfoh et al., 2024)	Las hojas de <i>Ocimum basilicum</i> , fueron lavadas con agua corriente, y secadas, antes de que los aceites vegetales fueran extraídos usando destilación al vapor con agua destilada como solvente y maceración con etanol).(Opoku-Bamfoh et al., 2024)
Clavo	Destilación a vapor, extracción con solvente, pirolisi ( destilación seca). (Thorsell et al., 1998)	Material vegetal, se recolecta hojas, flores, tallos aceites de citronela, clavo, eucalipto, geranio, lavanda, lirio de los valles y menta piperita. Destilador de arrastren de vapor, se utiliza el condensador y recipiente de colector, agua destilada, embudo de decantación, para separar el aceite. (Thorsell et al., 1998)
Neem	Recolectan las hojas, maceración . (Sujarwo et al., 2016)	Se remoja las hojas en solventes agua, etanol, metanol. Para extraer sus componentes activos. (Sujarwo et al., 2016)

Ajenjo	Recolectan hojas. ( Alami et al., 2023)	Se utilizan partes aéreas de la planta, proveniente a plantas silvestres. No se menciona en tapa de secado, suelen pasar que las plantas se deben secar antes de la extracción para mejorar el rendimiento del aceite esencial.(Alami et al., 2023)
Matarratón	Maceración y percolación . (Krishnappa et al., 2012)	Las hojas se sumergen en un solvente durante 18 horas, para extraer los compuestos bioactivos. La percolación se realiza en un proceso de filtración continuo para extraer los compuestos , resultando en una cantidad de eficacia en la maceración. (Krishnappa et al., 2012)

**Fuente:** Elaboración propia

La revisión bibliográfica identificó una variedad de métodos de extracción utilizados para obtener compuestos activos de plantas con propiedades repelentes. Uno de los métodos más comunes es la destilación por vapor, empleada en especies como *Dysphania ambrosioides*, *Mentha longifolia*, *Ocimum basilicum*, *Cymbopogon nardus* (citronela) y *Syzygium aromaticum* (clavo). En este proceso, se utiliza vapor de agua para arrastrar los aceites esenciales presentes en las hojas, tallos o flores. Generalmente, las plantas se recolectan en su etapa de floración, se secan y se exponen al vapor para capturar los compuestos volátiles, que luego se separan con embudos de decantación. Este método permite conservar la integridad química de los aceites y es ampliamente utilizado por su eficiencia y bajo impacto en la calidad de los metabolitos.

Por otro lado, también se emplean métodos como la maceración, trituración, percolación y extracción con solventes. Por ejemplo, el eucalipto y el neem son procesados a través de maceración en agua, etanol o metanol para disolver sus compuestos activos. El romero y el matarratón también se someten a técnicas como la pulverización o percolación, en las que el material vegetal se deja en contacto prolongado con solventes, seguido de filtraciones que permiten obtener extractos concentrados. Estos procedimientos son útiles para extraer compuestos no volátiles y se adaptan bien a diferentes matrices vegetales. En general, la elección del método depende del tipo de planta, su composición química y el uso final del extracto, ya sea en forma de aceites esenciales, lociones, ungüentos o repelentes naturales.

**Tabla 10.**Método de extracción de las plantas vegetales con actividad repelente (parte 2)

Plantas vegetales	Segundo paso	Tercer paso
Dysphania Ambrosoides	Condensación del vapor, contiene los compuestos volátiles, se enfría y se condensa en 30 minutos o 1 hora. (Haris et al., 2023 )	Se separa los aceites, el aceite esencial se separa del agua condensada es de 60°C a 90°C, la separación dura 30 minutos . (Haris et al., 2023)
Menta longifolia	Carga de del material vegetal en el destilador, las hojas y tallos de la menta se colocaron en una cámara de destilación. (Haiming Cai et al., s. f.)	Generación del vapor, se calienta agua a 60°C, en un generador de vapor, el vapor se dirige através del material vegetal , lo que permite ruptura las células que contiene el aceite esencial. (Haiming Cai et al., s. f.)
Eucalipto	Las hojas se dejaron secar a la luz del sol durante 10 días seguidos, diariamente de 8 a. m. a 5 p. m. Luego, las hojas secas se molieron hasta obtener un polvo fino. Las hojas en polvo se sumergieron en agua en una proporción de 1:10. El polvo de eucalipto se mantuvo sumergido en 1500 mL de agua destilada a temperatura ambiente durante 24 horas para obtener el extracto. (Amna Siddique & Kiang Long Ang, s. f.)	Transcurridas 24 h, se separó y filtró la mitad de la mezcla, denominada extracto de eucalipto en agua sin calentar (EW-UH). La otra mitad se tomó sin filtrar, se calentó a 60 °C durante una hora y se filtró, denominada extracto de eucalipto en agua sin calentar (EW-H). (Amna Siddique & Kiang Long Ang, s. f.)
Citronela	Después se pasa a destilación a vapor, se introduce el material vegetal en el destilador. Se hace pasar vapor de agua a través de la citronela para liberar los compuestos volátiles, después el vapor se enfría en un condensador, separándose en dos fases en agua y aceite esenciales.	Después la separación de aceite esencial, se recoge la mezcla de agua y aceite en un recipiente colector, se deja reposar y se separa el aceite esencial mediante en un embudo de decantación. Y se almacena en frasco ámbar herméticos para evitar la degradación. (Doulat Lahon et al., 2023)

	(Doulat Lahon et al., 2023)	
Romero	Luego se utiliza un solvente orgánico, para extraer el compuesto activo, en este estudio se emplearon metanol, acetona, éter de petróleo, se coloca la planta en contacto con el cartucho durante un tiempo determinado, puede ser por maceración o por ultrasonido. (Abu El-Ghiet, U. M., Alhuraysi. 2024)	Se filtra los residuos sólidos, para obtener solo el líquido con los compuestos extraídos. El disolvente se evapora durante un rotavapor o un ambiente controlado para concentrar los extractos. (Abu El-Ghiet et al., 2024)
Albahaca	Ocimum basilicum fueron pesadas (1352.79 g), luego cargadas en un matraz de fondo redondo de 1000 ml con 800 ml de agua destilada y llenadas con el generador de vapor. El destilado se transfirió a un embudo de decantación de 1 L con 2 ml de hexano. (Opoku-Bamfoh et al., 2024)	La mezcla se mantuvo en un trípode durante dos minutos y se abrió la llave de paso del embudo de decantación para permitir que el hidrosol se separara de la mezcla de hexano y aceite esencial. La mezcla se separó posteriormente mediante evaporación rotatoria. . (Opoku-Bamfoh et al., 2024)
Clavo	Después se limpia las hojas y se seca y se tritura el material, después se pasa a la destilación que se hace pasar el vapor del agua para liberar los aceites esenciales. Después se condensa el vapor se enfría en un condensador y se separan las fases acuosas y oleosas, después se utiliza el embudo para extraer el aceite puro, después se almacenan en un frasco ámbar herméticos. (Thorsell et al., 1998)	Extracción de solventes (maceración) flores y hojas secas de milenrama, solventes (etanol, hexano). Recipiente de vidrio, rotavapor para la eliminación del solvente. (Thorsell et al., 1998)
Neem	Después es prensado en frío, es más común en semillas puede aplicarse a	Análisis de fitoquímico. Se utilizó un cromatograma de capa final de alta resolución

	hojas para obtener aceites esenciales. (Sujarwo et al., 2016)	(HPTLC). Para comparar e identificar los compuestos químicos de la hoja de neem. (Sujarwo et al., 2016)
Ajenjo	Los aceites esenciales fueron obtenidos mediante a la hidrodestilación, método común para extraer compuestos volátiles de la planta. La hidrodestilación implica la destilación con agua y vapor, para recolectar volátiles de la planta. ( Alami et al., 2023)	Los aceites esenciales extraídos se analizaron mediante por cromatografía de gases acoplada a espectro mía de masas. Este análisis permitió a determinar la composición química de los aceites esenciales. ( Alami et al., 2023)
Matarratón	Extracción de bajo irradiación de microondas, sé empleo en un horno domestico de 2450 MHz y 850 de potencia. Las hojas desecadas se humedecieron y la sometieron a irradiación durante 1 minuto. (Krishnappa et al., 2012)	Tamizaje fitoquímico, se identificaron los metabolitos secundarios como cumarinas, flavonoides y azucares reductores. (Krishnappa et al., 2012)

**Fuente:** Elaboración propia

Durante la segunda etapa de extracción, se llevan a cabo procesos fundamentales como la condensación del vapor, el contacto con solventes o la preparación del material vegetal. En el caso de plantas como *Dysphania ambrosioides* y *Clavo*, se utiliza la destilación a vapor para condensar los compuestos volátiles, que posteriormente son recolectados tras enfriarse. En otras especies como el *Romero* y la *Menta longifolia*, los pasos incluyen la exposición al vapor o el uso de solventes orgánicos como metanol o hexano para favorecer la ruptura de las estructuras celulares y facilitar la liberación de los metabolitos activos. Algunas plantas como el *Neem* y el *Matarratón* utilizan métodos alternativos como prensado en frío o irradiación por microondas, lo que demuestra la diversidad de técnicas en función del tipo de planta y del compuesto deseado.

En el tercer paso, la mayoría de los procesos culminan en la separación y purificación de los extractos. Esto se realiza comúnmente mediante técnicas como el uso de embudos de decantación, filtración y evaporación rotatoria, como se observó en el caso de *Albahaca*,

*Eucalipto* y *Citronela*. Además, para garantizar la calidad de los extractos, se aplican métodos de análisis fitoquímico y cromatografía, especialmente en especies como *Neem*, *Ajenjo* y *Matarraón*. Estas etapas finales permiten la obtención de aceites esenciales concentrados, libres de impurezas, listos para ser utilizados en formulaciones cosméticas o repelentes. El uso de frascos ámbar herméticos es común para el almacenamiento, ya que protege los aceites de la luz y evita la oxidación, asegurando su estabilidad y eficacia.

**Tabla 11.** Método de extracción de las plantas vegetales con actividad repelente (parte 3)

plantas vegetales	cuarto paso	extracto obtenido	resultado
Dysphania Ambrosoides	Para determinar la concentración del aceite, se analiza el compuesto activo especialmente se analiza ascaridol, el análisis dura por un tiempo variado de 30 minutos o a la hora. (Haris et al., 2023 )	Aceite esencial en ascaridol. (Haris et al., 2023 )	El epazote contiene propiedades insecticidas y repelentes, en parte debido al acaridol . (Haris et al., 2023 )
Menta longifolia	Los componentes volátiles de aceite esencial se evaporan junto con el vapor del agua, después se pasa al proceso de enfriamiento y condensación. Volviéndose a poner en líquido. Por lo cual, en la separación de aceite esencial y el agua, por medio de un embudo de decantación, se separa el aceite esencial de la fase acuosa. (Haiming Cai et al., s. f.)	Se almacena en frascos de vidrio oscuro para proteger de la luz y de la oxidación. Aceite esencial. (Haiming Cai et al., s. f.)	Su eficacia a largo plazo como una solución sostenible para el control de plagas. (Haiming Cai et al., s. f.)
Eucalipto	Un polvo fino de hojas de eucalipto se sumergió en etanol en un recipiente cerrado. La proporción de	Se aplicó sobre un algodón y se obtuvo el extracto de eucalipto	Se sugiere que estos compuestos naturales pueden reemplazar los pesticidas químicos,

	<p>polvo a etanol se tomó como 1:10. Se mezclaron 2000 ml de etanol con polvo de hojas de eucalipto para formar una solución, que luego se dejó reposar durante 24 h a temperatura ambiente, el extracto se filtró después de 24 h, denominándose extracto sin calentar de eucalipto en etanol (EE-UH) ( Figura 2 e). La otra mitad del extracto se tomó sin filtrar, se calentó durante 1 h a 60 °C y luego se filtró, denominándose extracto calentado de eucalipto en etanol . . (Siddique, A. 2024)</p>	<p>,también sirve para ser aplicado sobre la ropa como acción repelente . . (Siddique, A. 2024)</p>	<p>más adelante para el control de moscas y prevenir la miasis en humanos y animales. . (Siddique, A. 2024)</p>
<p>Citronela</p>	<p>Aceite esencial de citronela, solventes adecuados para la cromatografía, tolueno , acetato de etilo , acido acético. Estándar de citronela y triglicéridos. Placas de HPTLC (cromatografía en capa fina de alta resolución) de gel de silicio. Cámara cromatografía, se coloca la placa en la cámara de cromatografía con la fase móvil. después se deja correr hasta que se separen los compuestos en diferente banda. en la detención y cuantificación, se</p>	<p>extracto de aceite de citronela . (Lahon et al., 2025)</p>	<p>Se utiliza en producto repelente de insectos, cosméticos y aromaterapia, por lo cual ayuda a determinar su pureza y detectar adulteraciones con aceites vegetales. Por la presencia de triglicéridos. (Lahon et al., 2025)</p>

	<p>analizan las bandas mediante un densitómetro para determinar la concentración de la citronela y triglicéridos. después se realiza una validación que se evalúan los parámetros de especificidad, linealidad, sensibilidad, exactitud y precisión. (Lahon et al., 2025)</p>		
Romero	<p>El extracto de la acetona de los tallos de absinthium tuvo un mayor efecto por un 100% de inhibición de la oviposición a una dosis de 1 mg. (Abu El-Ghiet et al., 2024)</p>	<p>En el estudio fueron de cuatro plantas en el estudio fueron de cuatro plantas silvestres: Juniperus procera, Artemisia absinthium Rosmarinus officinalis, Hypoestes forskaolii. (Abu El-Ghiet et al., 2024)</p>	<p>Extracto de esta planta, puede ser utilizados como alternativas naturales para el control de <i>C.albiceps</i>, evitando a prevenir algunas enfermedades causadas por la miasis, ofreciendo una opción para reemplazar pesticidas en programas de control de moscas. (Abu El-Ghiet et al., 2024)</p>
Albahaca	<p>Las hojas pulverizadas se remojaron en etanol al 96 % en una proporción de 1:1 de hojas y etanol dentro de un recipiente cerrado durante seis días a temperatura ambiente con agitación frecuente. La mezcla se coló y el orujo (el material sólido) se prensó. El extracto</p>	<p>extracto de aceite. (Opoku-Bamfoh et al., 2024)</p>	<p>Mostraron efectos repelentes hacia adultos criados en laboratorio de <i>Anopheles gambiae</i>. (Opoku-Bamfoh et al., 2024)</p>

	<p>crudo se filtró utilizando el aparato de filtración Buchner. El componente de etanol en el filtrado se evaporó del extracto crudo utilizando un evaporador de vacío rotatorio a 80 °C .</p> <p>Luego, el producto macerado se recogió y se secó al horno para obtener el extracto. (Opoku-Bamfoh et al., 2024)</p>		
Clavo	<p>Se coloca el material vegetal, en un frasco con solvente y se deja en reposo durante 24-72 horas con agitación ocasional, después se filtra se separa el solvente del material sólido, se utiliza un rotavapor o calentamiento de bajo temperatura para eliminar los solventes y obtener el extracto concentrado. se almacena en un frasco oscuro para evitar la degradación. ( Thorsell et al., 1998).</p>	<p>Extracto de aceite esenciales se hizo un estudio de varias plantas. Citronela, clavo, Eucalipto, Geranio, Lavanda ,Lirio de los valles , Menta piperita. ( Thorsell et al., 1998)</p>	<p>Extracto con actividad de repelente, determinado por compuestos activos de la repelencia como la citronela, eucaliptal, y timol. En su confirmación de la eficacia contra <i>Aedes aegypti</i>, <i>A. communis</i> y <i>A. cinereus</i>.( Thorsell et al., 1998)</p>
Neem	<p>Después se hizo un análisis donde permiten detectar metabolitos secundarios lomonoides, flavonoides. (Sujarwo et al., 2016)</p>	<p>Extracto de aceite</p>	<p>Las hojas del neem tiene una amplia aplicación medicinal, los limonoides no son los únicos que responsables de sus propiedades terapéuticos. (Sujarwo et al., 2016)</p>

Ajenjo	Se realizaron bioensayos larvicidas siguiendo el protocolo estándar de la oms. Para medir la toxicidad de los aceites esenciales contra <i>Culex pipiens</i> . ( Alami et al., 2023).	Extracto aceite esencial. ( Alami et al., 2023)	Demostraron una potente actividad larvicida al desarrollo de biocidas naturales como alternativa el control para los mosquitos vectores de enfermedades. .( Alami et al., 2023).
Matarratón	Se evaluó el extracto en bioensayos contra hongos, nematodos, roedores e insectos. (Krishnappa et al., 2012)	Extracto acuoso. (Krishnappa et al., 2012)	Muestra que el extracto acuoso tiene propiedades insecticidas, nematocidas, fungicida y rodenticidas. Se evaluó la eficacia del extracto biológico. (Krishnappa et al., 2012).

**Fuente:** Elaboración propia

En el cuarto paso del proceso de extracción, se aplican diversas técnicas analíticas para obtener y validar los compuestos activos. Por ejemplo, *Dysphania ambrosioides* y *Citronela* fueron analizadas mediante técnicas cromatográficas para identificar componentes como el ascaridol o la citronela, clave en su actividad repelente. Plantas como *Menta longifolia* y *Clavo* pasaron por procesos de decantación y eliminación de solventes a baja temperatura para obtener aceites esenciales puros. En especies como *Neem* y *Albahaca*, se identificaron metabolitos secundarios y se concentraron los extractos mediante evaporadores rotatorios, garantizando la presencia de los compuestos bioactivos como limonoides o flavonoides.

Los resultados muestran un alto potencial repelente e insecticida en todos los extractos obtenidos. El aceite esencial de *Epazote* demostró su eficacia por la presencia de ascaridol, mientras que *Romero* y *Ajenjo* destacaron por su actividad larvicida contra especies de mosquitos vectores. *Eucalipto* y *Matarratón* también evidenciaron propiedades insecticidas y fungicidas, útiles para el control biológico de plagas. En conjunto, estos extractos naturales ofrecen una alternativa sostenible a los pesticidas químicos, con aplicaciones potenciales en repelentes comerciales, productos cosméticos y en programas integrados de manejo de plagas.

### 10.3. OBJETIVO ESPECÍFICO 3

#### “Desarrollar una forma cosmética de fácil aplicación que incorpore los extractos de las plantas seleccionadas”

Se realizó el prototipo final, con todos los materiales que necesitamos los Extractos utilizados fueron:

Los extractos empleados en las tres formulaciones estaban en aceites de origen vegetal, los cuales se adquirieron de un proveedor que, según la información suministrada, están en concentraciones del 20% de cada uno de los aceites esenciales (Menta, Romero, Eucalipto)

#### Formulación del repelente

Para el desarrollo de la fórmula se realizó una revisión bibliográfica previa de las características de los principios activos (aceite esencial de Romero, Eucalipto y Menta) y de los excipientes a utilizar, con el fin de asegurar la estabilidad, la seguridad y la funcionalidad del producto a desarrollar. Cada uno de los excipientes seleccionados, desempeñan diferentes papeles en la formulación como se observa en la tabla 12. Por lo tanto, se estableció un diseño factorial completo de dos factores y tres niveles bajo el siguiente esquema de formulación:

**Tabla 12.**Formulación del repelente

COMPONENTE	FUNCIÓN	Formula No.1	Formula No.2	Formula No.3
Aceite de eucalipto	Principio activo	1 Gramo	1 Gramo	1 Gramo
Aceite Romero	Principio activo	1 Gramo	1 Gramo	1 Gramo
Aceite de Menta	Principio activo	1 Gramo	1 Gramo	1 Gramo
Aceite de Almendras	Hidratante, antioxidante, ayuda a la elasticidad de la piel	1 Gramo	1 Gramo	2 Gramos
Glicerina USP	Humectante	5 Gramos	5 Gramos	5 Gramos
Alcohol 96%	Solvente	50 Gramo	50 Gramo	50 Gramo
Tween 80	Protector, Emoliente, Emulsificante	0	4 Gramos	6 Gramos
Alcohol 70%	Solvente ajuste volumen final	41 Gramos	37 Gramos	34 Gramos
Ácido Cítrico	Ajustar pH	cs	cs	cs

**Fuente:** Elaboración propia

Como se observa en la tabla anterior, se realizaron tres formulaciones, la 1 y la 2 con una concentración de aceite de almendras de 1% y la formulación 3 una concentración de 2%. El Tween 80 se modificó en las tres formulaciones: 0%, 4% y 6%, para ver el comportamiento y estabilidad del preparado. Estas diferentes concentraciones se seleccionaron teniendo en

cuenta lo reportado en la literatura revisada sobre los efectos repelentes de las plantas objeto de esta propuesta.

#### **10.4. PREPARACIÓN DEL REPELENTE LIQUIDO EN SPRAY**

Una vez se seleccionaron los componentes de la formulación se procedió a elaborar la aproximación del prototipo repelente. A continuación, se detalla el proceso:

- Se pesó cada uno de los componentes de la solución repelente en una balanza semi analítica conforme a la formulación diseñada para cada una de las tres formulaciones, se prepararon 100 gramos:

**Tabla 13.**Formulacion 1

Componente	%	Gramos
Aceite de eucalipto	1	1
Aceite Romero	1	1
Aceite de Menta	1	1
Aceite de Almendras	1	1
Glicerina USP	5	5
Alcohol 96%	50	50
Tween 80	0	0
Alcohol 70%	41	41
Ácido Cítrico	cs	Cs

**Fuente:** Elaboración propia

Formulación con un aspecto lechoso claro con gotas de aceite en la superficie:



**Ilustración 1.** Resultado de la fórmula 1

**Tabla 14.** Formulación 2

COMPONENTE	%	Gramos
Aceite de eucalipto	1	1
Aceite Romero	1	1
Aceite de Menta	1	1
Aceite de Almendras	1	1
Glicerina USP	5	5
Alcohol 96%	50	50
Tween 80	4	4
Alcohol 70%	37	37
Ácido Cítrico	cs	cs

Formulación con un aspecto ligeramente claro sin gotas de aceite en la superficie:



## Ilustración 2.Resultado de la fórmula 2

**Tabla 15.**Formulacion 3

COMPONENTE	%	Gramos
Aceite de eucalipto	1	1
Aceite Romero	1	1
Aceite de Menta	1	1
Aceite de Almendras	2	2
Glicerina USP	5	5
Alcohol 96%	50	50
Tween 80	6	6
Alcohol 70%	34	34
Ácido Cítrico	cs	cs

Formulación con un aspecto similar a la muestra 2, ligeramente claro sin gotas de aceite en la superficie:

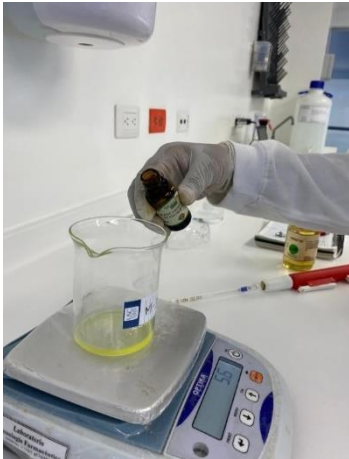


**Ilustración 3.**Resultado de la fórmula 3

### Preparación del Repelente de mosquitos

#### • Fase 1 (oleosa):

Se adicionaron a un beaker de 250 mL. El aceite de eucalipto, aceite de romero, aceite de menta, aceite de almendras y el twen 80, agitando suavemente con una varilla de vidrio hasta que la mezcla sea homogénea.



**Ilustración 4.**Fase oleosa

**Fase 2 (hidrosoluble):**

En un beaker de 250mL se mezcló el alcohol etanol y la glicerina. Se agitó por 5 minutos con la ayuda de una varilla de agitación, hasta que se observó una sola fase.

**Fase 3:**

Se Adicionó la fase 2 a la fase 1 de manera lenta, agitando la mezcla con la ayuda de una varilla de agitación por 5 minutos.



**Ilustración 5.**Adición de la fase 2

**Fase 4:**

Se procedió a adicionar a la mezcla anterior, el % faltante para el peso total en alcohol al 70%, con agitación por 5 minutos.

## **10.5. DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL REPELENTE**

Una vez preparado el repelente líquido se procedió a realizar las siguientes pruebas para cada una de las tres formulaciones:

### **Color**

La determinación se realizó de manera visual, observando directamente cada una de las formulaciones. Se tomaron 100 mL de muestra en un beaker de vidrio de 50 mL y se observó bajo condiciones de luz "blanca", natural. Como criterio de aceptación se determinó que el repelente líquido debía ser ligeramente translúcido (blanquecino), sin presencia de aceite en gotas.

### **Olor**

La determinación se realizó de manera directa sobre cada una de las formulaciones realizadas, mediante la percepción directa del producto. Para ello se tomó directamente cada una de las muestras anteriores y se acercaron a la nariz, para la percepción de su aroma. Como criterio de aceptación se determinó que el repelente debía tener olor herbal con dominio de olor a menta.

### **Aspecto**

La determinación se realizó de manera visual. Para ello se tomó 20mL y se trasladó a un beaker de 50 mL y se observó directamente que no hubiera presencia de sedimentos o separación de aceite. Esto se realizó con cada una de las fórmulas

### **pH:**

Para la determinación del pH, se utilizó un potenciómetro, a continuación, se describen los pasos:

- Se procedió a lavar el electrodo con agua destilada, y se realizó la calibración del equipo con soluciones estándar de pH 4 y pH 7, para garantizar la confiabilidad de los resultados.

Una vez verificado el equipo, se procedió a tomar el pH directamente con el electrodo en cada una de las 3 muestras. Como parámetro de aceptación se estableció que el pH estuviera en el rango de 4-6. No hubo necesidad de adicionar ácido cítrico a ninguna de las formulaciones, pues el pH de cada una de las formulaciones estuvo dentro del rango de especificación.

## RESULTADOS

### Resultados fisicoquímicos de las tres formulaciones

A continuación, se presentan los resultados fisicoquímicos de las tres formulaciones, una vez elaboradas:

**Tabla 16.** Resultados fisicoquímicos formulaciones del repelente líquido

Características Organolépticas		F1	F2	F3
Color	Ligeramente traslúcido (blanquecino)	Cumple	Cumple	Cumple
Olor	Herbal con dominio de olor a menta.	Cumple	Cumple	Cumple
Aspecto	Sin presencia de sedimento o separación de aceite	No Cumple	Cumple	Cumple
pH	4-6	5.35	5.50	5.90

**Fuente:** Elaboración propia

A continuación, se observan las tres formulaciones:



**Ilustración 6.** Resultado



**Ilustración 7.** Formulación 1, 2 y 3

### **Determinación de las propiedades fisicoquímicas del repelente**

En cuanto a los resultados obtenidos: El color y aspecto de cada una de las formulaciones cumplieron con las especificaciones del producto. La no presencia de sedimentos o separación de aceite de la fase acuosa o partículas extrañas demostraron la estabilidad de las formulaciones 2 y 3. Respecto al olor, todas las formulaciones tuvieron una fragancia herbal, lo que le dio al producto características naturales de manera sensorial. En cuanto al pH, los cosméticos destinados al cuidado o protección de la piel, deben estar a un pH entre 4.5 – 6 ya que de esta manera la piel puede equilibrar su pH con el producto en cada aplicación. De acuerdo con los resultados obtenido, las formulaciones tres cumplieron con ese rango de pH, lo cual es fundamental para mantener la integridad de la piel, ayudando a mantener la humedad cutánea y suavidad, lo cual es fundamental para la salud de la piel. No hubo necesidad de adicionar a la formulación ácido cítrico para ajustar el pH en el rango esperado.

La fórmula 3 destacó como la más adecuada, cumpliendo color, aspecto y estabilidad, al no presentar separación de fases ni sedimentos. Todas las formulaciones mostraron una fragancia herbal agradable, aportando una sensación natural al producto. Además, el pH de la formulación 3 se mantuvo dentro del rango ideal (4.5–6), sin necesidad de ajustes, lo que favorece la salud y protección de la piel. Estos resultados respaldan su viabilidad como producto cosmético.

## 11. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 11.1. ESPECIES VEGETALES CON POTENCIAL ACTIVIDAD REPELENTE, EVALUACIÓN DE SU EFECTIVIDAD COMO ALTERNATIVA NATURAL A LOS REPELENTE CONVENCIONALES.

Según nuestros hallazgos encontrados diversas plantas han mostrado un notable potencial repelente, convirtiéndose en alternativas naturales a los repelentes convencionales. Especies como *Dysphania ambrosioides* (epazote) y *Mentha longifolia* (menta) han demostrado eficacia frente a insectos y parásitos intestinales, con compuestos activos como arcaridiol y 1,8-cineol. El eucalipto, la citronela y el romero, por su parte, contienen metabolitos como geraniol y citronelal, con eficacias del 40% al 70%, siendo útiles principalmente contra mosquitos. Otras plantas como *Ocimum basilicum* (albahaca), *Syzygium aromaticum* (clavo), *Azadirachta indica* (neem), *Artemisia absinthium* (ajenjo) y *Gliricidia sepium* (matarratón) también presentan propiedades repelentes destacables, mostrando eficacias superiores al 80% y 90% en algunos casos, con menos riesgos de toxicidad en comparación con los repelentes sintéticos. Estos hallazgos resaltan la viabilidad de estas especies como opciones ecológicas y seguras en el control de plagas.

Según en una investigación de (Pandey et al., 2014), Durante la evaluación de la actividad repelente, se observó que los aceites de *Adhatoda* y *Chenopodium* fueron altamente efectivos, alcanzando un 100 % de repelencia, mientras que otros como *Lawsonia inermis*, *Murraya koenigii* y *Gynura crepidioides* mostraron una eficacia muy baja (menos del 10 %). Por su parte, los aceites de *Anisomeles* e *Hygrophila* presentaron una alta repelencia (más del 75 %) frente a ambas especies de insectos. En comparación, la citronela mostró una eficacia intermedia, ubicándola (al nivel) de estos aceites, lo que indica su (potencial/limitada) capacidad como repelente natural.

La menta piperita según el siguiente estudio (Asadollahi et al., 2019) ha demostrado una alta eficacia como repelente contra diversas especies de *Anopheles*, con porcentajes de repelencia de hasta el 100 % y tiempos de protección prolongados de más de 7 horas. En contraste, *Mentha longifolia*, aunque no reporta tiempo de protección específico, ha mostrado una eficacia moderada con valores cercanos al 60–67 % frente a parásitos como *Syphacia obvelata* y *Aspiculuris tetraptera*. Esta diferencia sugiere que, si bien *M. longifolia* posee potencial repelente y propiedades bioactivas gracias a compuestos como el 1,8-cineol, su efectividad podría ser menor en comparación con la menta piperita, al menos según los datos disponibles.

Diversos aceites esenciales de plantas según (Şengül Demirak & Canpolat, 2022) pertenecientes a familias como Lamiaceae, Poaceae, Rutaceae y Myrtaceae han demostrado actividades ovicidas, larvicidas y repelentes, siendo reconocidos por su eficacia contra mosquitos. Ejemplos destacados son los aceites de citronela, limón y eucalipto, cuyos componentes activos como el P-mentano-3,8-diol (PMD) han sido aprobados por la US EPA para uso en piel debido a su baja toxicidad y alta eficacia repelente. En comparación, las plantas utilizadas en mi investigación también mostraron actividad repelente, aunque su eficacia puede variar según la especie vegetal, el método de extracción y el tipo de insecto

objetivo, situándose algunas dentro del rango de efectividad observado en los aceites esenciales comerciales.

Tanto los limonoides presentes en plantas de las familias Meliácea y Rutaceae según (Qasim et al., 2024) como los compuestos bioactivos encontrados en especies como *Mentha longifolia* y citronela, representan importantes metabolitos secundarios de origen vegetal. Mientras que los limonoides, especialmente en su forma glucosídica, se destacan por su solubilidad en agua, baja toxicidad y potencial uso nutracéutico, los compuestos de las plantas como la menta o la citronela, ricos en mentol, cineol o PMD, se enfocan más en aplicaciones repelentes y terapéuticas. A diferencia de los limonoides, cuya función nutricional aún está en estudio, los aceites esenciales de las plantas como romero, ajeno, citronela tienen una eficacia comprobada contra insectos y son aprovechados por sus efectos repelentes, insecticidas o incluso antimicrobianos, mostrando así un enfoque más dirigido hacia la protección y salud ambiental que hacia la nutrición humana directa.

Las comparaciones evidencian que plantas como *Mentha piperita*, clavo y albahaca muestran alta eficacia repelente (hasta 100 %) (de Pedro & Sanchez, 2022), mientras que neem, ajeno y matarratón presentan buenos resultados, aunque menos consistentes. Compuestos como eucaliptol y antranilato de etilo destacan por su viabilidad técnica y baja toxicidad. En general, estas alternativas naturales son efectivas, seguras y accesibles, con potencial para usos domésticos e industriales

Los resultados obtenidos sobre el uso de diversas plantas con propiedades repelentes naturales tienen implicaciones importantes en diferentes ámbitos. **Clínicamente**, estas especies ofrecen alternativas eficaces y de baja toxicidad frente a repelentes sintéticos, con beneficios comprobados en la protección contra insectos vectores de enfermedades, mosquitos, larvas, garrapatas y parásitos intestinales, lo cual representa un avance en la prevención de enfermedades infecciosas y en el uso de tratamientos complementarios basados en aceites esenciales y compuestos bioactivos como el mentol, el cineol y el PMD, (Maia et al., 2018), (Lucy Ciera et al. 2019), (Barrera, 2022), (Niesobecki et al., 2019), (Cisak et al., 2012), (Norris & Coats, 2017), (Francelino & Puccioni-Sohler, 2024), (Enayati et al., 2007), (Manu et al., 2021), (Portilla Pulido et al., 2022), (Václav Stejskal et al., 2021), (Pena et al., 2022), (Siegel et al., 2022). **Socialmente**, el fácil acceso a estas plantas y su bajo costo promueven el empoderamiento de comunidades rurales y marginadas, permitiendo el autocuidado y la implementación de estrategias de control de plagas a nivel local, (Jones et al., 2021), (Oria et al., 2021), (Connelly & Borchert, 2020), (Carlson et al., 2019), (Nolan, 2021), (Mueller et al., 2023), (Bouyer et al., 2020), (Edwards et al., 2009). **Culturalmente**, se revaloriza el conocimiento tradicional y ancestral sobre el uso de plantas medicinales, fortaleciendo la identidad comunitaria y la integración del saber popular en prácticas de salud natural. Finalmente, en el aspecto, (Custódio et al., 2022), (Sofia Zank et al., 2015), (Schaffner et al., 2024), (Novoplansky et al., 2024), (Raklami et al., 2022), (Fadiji et al., 2023), **económico**, su cultivo, recolección y transformación en productos repelentes naturales abre oportunidades para el desarrollo de microemprendimientos sostenibles, reduce la dependencia de productos importados y puede disminuir los gastos en salud pública al prevenir enfermedades transmitidas por vectores, lo cual genera un impacto positivo tanto en

el bienestar individual como en el desarrollo económico local y regional,(Yetisen et al., 2016),(Barrera, 2022),(Mapossa et al., 2021).

- **Hallazgos**

- Las plantas con propiedades repelentes representan una alternativa natural, eficaz y menos tóxica frente a los repelentes sintéticos, destacándose especies como citronela, menta, neem, ajeno y epazote por su alto porcentaje de efectividad contra insectos vectores y parásitos.
- Los estudios revisados demuestran múltiples formas de uso de estas plantas, ya sea a través de aceites esenciales, extractos, infusiones, macerados o preparados caseros, lo que evidencia su versatilidad y adaptabilidad en distintos contextos.
- Existe un importante rescate y valorización del conocimiento tradicional, ya que muchas de estas plantas han sido utilizadas desde tiempos antiguos en la medicina popular, lo que refuerza su vigencia y utilidad en la actualidad.
- El interés creciente en el uso de repelentes naturales abre nuevas oportunidades para la innovación, el emprendimiento y la salud ambiental, permitiendo el desarrollo de productos ecológicos, accesibles y sostenibles a partir de recursos vegetales locales.

De los hallazgos de mi estudio se pueden derivar distintas Formulaciones y validación de repelentes naturales caseros Diseñando y probar fórmulas a base de extractos o aceites esenciales, evaluando su estabilidad, duración del efecto y seguridad en la piel.

- **Futuras líneas**

- Estandarización de métodos de extracción y formulación de repelentes a base de plantas para garantizar su eficacia, estabilidad y seguridad en distintos entornos y aplicaciones.
- Evaluación comparativa entre repelentes naturales y sintéticos, analizando no solo su efectividad a corto y largo plazo, sino también sus posibles efectos secundarios y su impacto ambiental.
- Desarrollo de tecnologías verdes para la producción y conservación de estos repelentes naturales, enfocadas en la sostenibilidad, la biodegradabilidad y la viabilidad económica a gran escala.
- Exploración de especies vegetales poco estudiadas con potencial bioactivo, especialmente de regiones biodiversas, que puedan aportar nuevos compuestos repelentes o complementarios a los ya conocidos.

Se ha realizado la búsqueda de artículos científicos en pubmed lo cual se limitó solo hay, pero existen distintos buscadores que se pudo haber utilizado para respaldar información, como los siguientes: Google Académico, Scielo, Redalyc, ERIC, ScienceDirect, BASE (Bielefeld Academic Search Engine), DOA.

Se recomienda utilizar los distintos buscadores que existen, esta estrategia permitiría mejorar la representatividad de la muestra documental, incorporar una mayor diversidad de enfoques metodológicos y contextos geográficos, y facilitar comparaciones más amplias y robustas entre estudios. Asimismo, el uso de diversas fuentes puede enriquecer el análisis al incluir artículos que aborden no solo la eficacia biológica de los repelentes naturales, sino también aspectos como su impacto socioeconómico, cultural y ambiental.

## **11.2. MÉTODO DE EXTRACCIÓN APROPIADOS PARA OBTENER EXTRACTOS VEGETALES CON PROPIEDADES REPELENTES CONTRA MOSQUITOS**

Según los hallazgos en el análisis de la literatura científica evidenció que diversas plantas con propiedades repelentes, como el epazote, albahaca, clavo, neem y citronela, han sido sometidas a diferentes métodos de extracción destilación por vapor, maceración, percolación y extracción con solventes según la naturaleza del compuesto buscado. Estas técnicas han permitido obtener extractos concentrados en metabolitos bioactivos como el ascaridol, eucalipto y limonoides, con comprobada eficacia repelente, insecticida y larvicida. Además, se aplicaron procesos como cromatografía y evaporación rotatoria para su purificación, asegurando su estabilidad y efectividad. En conjunto, los resultados subrayan el valor de estas especies vegetales como alternativas naturales, eficaces y sostenibles frente a los pesticidas convencionales, con potencial uso en salud pública, agricultura y cosmética.

Las plantas generan una amplia variedad de compuestos bioactivos, como metabolitos secundarios y aceites esenciales, que son aprovechados en distintas industrias por sus propiedades terapéuticas, cosméticas y alimentarias. Estos compuestos pueden verse afectados por factores ambientales y de cultivo, lo que modifica su composición química. Los aceites esenciales ,(Kapadia et al., 2022), por ejemplo, contienen mezclas complejas de compuestos orgánicos y se extraen comúnmente por destilación o procesos mecánicos. En comparación, métodos más simples como la maceración en agua o más tradicionales como la destilación por vapor siguen siendo ampliamente utilizados, aunque hoy en día se han desarrollado técnicas modernas y sostenibles como la extracción asistida por microondas o ultrasonidos, que mejoran el rendimiento y reducen el impacto ambiental. Esta evolución en los métodos refleja el creciente interés por optimizar la obtención de compuestos naturales valiosos.

Diversos estudios utilizan métodos tradicionales como la destilación por vapor, maceración, trituración o percolación para extraer compuestos bioactivos de plantas medicinales recolectadas en distintas regiones, como América, Kumasi o Asia. Estos procesos, si bien efectivos, generan residuos como biomasa e hidrosoles que a menudo no se aprovechan. En contraste, investigaciones recientes proponen métodos más sostenibles, como el uso de solventes eutécticos profundos naturales (NADES), los cuales permiten recuperar compuestos fenólicos valiosos de la biomasa residual tras la destilación. A diferencia de técnicas convencionales, los NADES no solo incrementan el rendimiento extractivo, sino que también reducen el impacto ambiental, representando una alternativa prometedora para

mejorar la eficiencia y sostenibilidad de toda la cadena de producción de productos naturales (Truzzi et al., 2025).

La búsqueda de compuestos bioactivos en plantas ha evolucionado desde métodos tradicionales como la trituración, maceración, destilación por vapor o pirolisis, los cuales requieren equipos especializados, largos tiempos de extracción y, a menudo, generan residuos químicos significativos. En contraste, un enfoque reciente propone el uso de una máquina de café expreso doméstica para realizar extracciones con agua caliente presurizada, seguido de análisis por electroforesis capilar. Esta técnica no solo es más rápida y ecológica, sino que permite procesar múltiples muestras en un solo día y detectar compuestos útiles en concentraciones relevantes, como el ácido shikímico en plantas de Tasmania (Debruille et al., 2019). A diferencia de la maceración convencional o la destilación seca, este método representa una alternativa accesible y eficiente, especialmente útil en contextos de bajos recursos o países en desarrollo, sin comprometer la calidad del análisis químico.

Mientras que muchos estudios sobre plantas se enfocan en la extracción de compuestos bioactivos como aceites esenciales a través de técnicas tradicionales como la destilación por vapor, la maceración o la pirolisis, el enfoque de extracción de ADN en algodón representa una aplicación diferente pero complementaria dentro del ámbito vegetal. A diferencia de los métodos mencionados, que buscan aislar metabolitos para uso terapéutico o industrial, la extracción de ADN está orientada a fines genéticos, como la selección asistida por marcadores. Este método, no destructivo, económico y de alto rendimiento, permite obtener ADN suficiente para cientos de reacciones de PCR a partir de pequeñas muestras de cotiledón sin afectar la viabilidad de la semilla o plántula. En contraste con las técnicas clásicas de extracción vegetal, que suelen ser más invasivas, costosas y lentas, este procedimiento facilita estudios a gran escala y reduce significativamente el uso de insumos, lo que lo hace ideal para laboratorios con recursos limitados. Así, aunque ambos enfoques buscan aprovechar el potencial de las plantas, difieren en sus objetivos, técnicas y aplicaciones (Zheng et al., 2015).

El estudio de *Roscoeia purpurea* según (Balkrishna et al., 2024), una planta medicinal del grupo Astavarga del Himalaya, representa un enfoque moderno e integral en la investigación de fitoquímicos, al emplear tecnologías avanzadas como UHPLC-MS/QToF y GC-MS/MS para identificar con precisión compuestos bioactivos en sus extractos. Este trabajo destaca el uso comparativo de métodos sofisticados, como la extracción con fluidos supercríticos, frente a técnicas convencionales con solventes, lo cual permitió identificar una mayor diversidad de metabolitos, incluidos volátiles como  $\beta$ -eudesmol y un carotenoide novedoso, el 15-metil retinol. En contraste, métodos más tradicionales como la destilación por vapor o la maceración utilizados frecuentemente en estudios de otras plantas medicinales si bien son útiles y más accesibles, suelen tener limitaciones en cuanto a la eficiencia extractiva y la especificidad de compuestos que pueden aislar. Así, la comparación evidencia cómo las técnicas modernas permiten una caracterización más completa y detallada del perfil químico de las plantas, ampliando su potencial terapéutico dentro de sistemas como el Ayurveda, mientras que los métodos tradicionales siguen siendo relevantes por su simplicidad y bajo costo, especialmente en contextos rurales o de bajos recursos.

Los estudios sobre plantas medicinales evidencian que sus compuestos bioactivos, extraídos mediante métodos tradicionales y modernos, tienen múltiples aplicaciones. En el ámbito *clínico*, (Mawela et al., 2019), destacan por sus propiedades repelentes, antimicrobianas y terapéuticas, siendo útiles en salud pública y medicina complementaria. En el aspecto *social*, su uso promueve la educación ambiental, el acceso a alternativas naturales en comunidades vulnerables y el fortalecimiento de la salud comunitaria. Desde lo *económico*, permiten el desarrollo de emprendimientos locales, la generación de empleo y el aprovechamiento sostenible de recursos vegetales, reduciendo la dependencia de productos importados o costosos. Finalmente, en el plano *cultural*, se revalorizan los saberes ancestrales y se integran a sistemas tradicionales como el Ayurveda, promoviendo la identidad y el respeto por la diversidad de conocimientos medicinales (Li et al., 2023).

- **Hallazgos**

- Las plantas medicinales contienen compuestos bioactivos con propiedades terapéuticas, repelentes y antimicrobianas, que representan una valiosa alternativa en el ámbito clínico y de la salud pública.
- Los métodos de extracción tradicionales y modernos permiten obtener estos compuestos de forma efectiva, siendo accesibles incluso en contextos de bajos recursos, lo que favorece su aprovechamiento social y económico.
- El uso sostenible de estas plantas impulsa el desarrollo de economías locales, genera empleo y promueve prácticas respetuosas con el medio ambiente.

- **Futuras líneas de investigación**

- Optimización de métodos de extracción sostenibles, como los solventes eutécticos profundos naturales (NADES), para mejorar el rendimiento y reducir el impacto ambiental en la obtención de compuestos bioactivos.
- Investigaciones etnobotánicas que documenten y valoren los conocimientos tradicionales sobre el uso medicinal de plantas en distintas culturas, fomentando su preservación y transmisión intergeneracional.
- Desarrollo de productos locales basados en plantas medicinales para uso en salud, cosmética y agricultura, adaptados a las necesidades sociales y económicas de comunidades rurales o vulnerables.

se ha realizado la búsqueda de artículos científicos en pubmed lo cual se limitó solo hay ,pero existen distintos buscadores que se pudo haber utilizado para respaldar información, como los siguientes: Google Académico, Scielo, Redalyc, ERIC, ScienceDirect, BASE (Bielefeld Academic Search Engine), DOA.

Se recomienda utilizar los distintos buscadores que existen, esta estrategia permitiría mejorar la representatividad de la muestra documental, incorporar una mayor diversidad de enfoques metodológicos y contextos geográficos, y facilitar comparaciones más amplias y robustas entre estudios. Asimismo, el uso de diversas fuentes puede enriquecer el análisis al incluir

artículos que aborden no solo la eficacia biológica de los repelentes naturales, sino también aspectos como su impacto socioeconómico, cultural y ambiental.

Resultado final:



**Ilustración 8.**Resultado final del prototipo

### **11.3. DESARROLLO DE LA APROXIMACION AL PROTOTIPO, CARACTERÍSTICAS OBTENIDAS Y APROBACIÓN**

Se realizó la aplicación de la muestra número 2 del repelente sobre la piel, sin observarse reacciones de ardor en la zona expuesta. Se percibió un leve aroma a mentol, y el tiempo de secado fue de aproximadamente tres minutos. Inicialmente presentó una textura oleosa, la cual desapareció una vez absorbido el producto.

Antes



**Ilustración 9.**Aplicación de la prueba(Antes)

Después



**Ilustración 10.**Aplicación de la muestra (después)

En la muestra número 3, se efectuó la prueba mediante aplicación cutánea, observándose un tiempo de secado de aproximadamente 2 minutos. No se registraron signos de irritación en la piel ni se percibió sensación grasosa posterior a su absorción y una sensación leve a mentol.



**Ilustración 11.** Aplicación de la muestra 3 (Antes)



**Ilustración 12.** Aplicación de la muestra 3 (después de la aplicación)

## 12. CONCLUSIONES

- En este estudio se identificaron diversas plantas con actividad repelente, como citronela, romero, epazote, menta, albahaca, clavo y neem, entre otras, que demostraron ser opciones viables para el desarrollo de repelentes naturales frente a insectos y parásitos. Aunque algunas especies presentaron mayor efectividad que otras, estas plantas representan una alternativa ecológica y menos tóxica en comparación con los repelentes químicos tradicionales. Las consecuencias positivas de estos hallazgos incluyen la posibilidad de desarrollar productos repelentes naturales que no solo ofrecen un beneficio para la salud humana, al reducir la exposición a químicos sintéticos, sino que también contribuyen a la sostenibilidad ambiental, al promover el uso de recursos naturales renovables y reducir el impacto ecológico de los repelentes convencionales. Además, el uso de estas plantas podría ofrecer una opción más accesible y económica para el control de plagas, beneficiando tanto a consumidores como a comunidades que puedan utilizar estas plantas de forma local.
- Según los hallazgos del análisis de la literatura científica, diversas plantas con propiedades repelentes como epazote, albahaca, clavo, neem y citronela han sido sometidas a diferentes métodos de extracción, como destilación por vapor, maceración, percolación y extracción con solventes. Estos métodos han permitido obtener extractos concentrados con metabolitos bioactivos como ascaridol, eucaliptol y limonoides, los cuales han demostrado efectividad como repelentes, insecticidas y larvicidas. A través de técnicas avanzadas como cromatografía y evaporación rotatoria, se ha logrado purificar y estabilizar estos compuestos, mostrando el gran potencial de estas especies vegetales como alternativas naturales frente a los pesticidas convencionales. Las consecuencias positivas de estos avances incluyen la posibilidad de diversificar las fuentes de repelentes naturales, ofreciendo productos más accesibles y menos dañinos para el medio ambiente. Al optimizar los métodos de extracción y purificación, se incrementa la disponibilidad de compuestos bioactivos de calidad, lo que podría revolucionar industrias como la salud pública, la cosmética y la agricultura, promoviendo el uso de recursos renovables, reduciendo los residuos y disminuyendo la dependencia de productos químicos sintéticos. Este enfoque no solo favorece la sostenibilidad, sino que también abre la puerta a nuevas soluciones innovadoras para el control de plagas y la protección de la salud.
- Se cumplió el objetivo de elaborar el repelente líquido a base de extractos de plantas naturales medicinales. Se logró llevar a cabo la elaboración de tres formulaciones de un repelente líquido de aplicación externa con aceites esenciales de albahaca Romero, Eucalipto y Menta (al 1%), las cuales cumplieron con las especificaciones fisicoquímicas establecidas para el producto final.

De las tres fórmulas se recomienda la 2 y la 3, por sus características similares y de mejor estabilidad que la # 1.

Se realizó la aplicación de una muestra del repelente sobre la piel, sin observarse reacciones de ardor en la zona expuesta. Se percibió un leve aroma herbal dominando el mentol, el tiempo de secado fue de aproximadamente tres minutos. Inicialmente presentó una textura oleosa, la cual desapareció una vez absorbido el producto, esta muestra fue la numero 2.

### 13. RECOMENDACIONES

- Para mitigar posibles consecuencias negativas en el uso de repelentes naturales, se recomienda realizar un estudio exhaustivo sobre la variabilidad de los compuestos activos en las diferentes condiciones de cultivo y de extracción de las plantas. Esto permitirá optimizar los procesos de producción, asegurando una eficacia constante de los repelentes naturales. Además, es importante llevar a cabo estudios sobre los posibles efectos secundarios a largo plazo en la salud humana y el medio ambiente, ya que, aunque estas plantas son menos tóxicas que los productos químicos, aún pueden tener algún tipo de impacto si no se usan adecuadamente. Se sugiere también fomentar la diversificación de especies en la producción de repelentes naturales, para evitar la sobreexplotación de plantas que puedan estar en riesgo de agotarse y, a la vez, ampliar las opciones para el control de plagas. De esta manera, se podrán desarrollar productos naturales efectivos, seguros y sostenibles que beneficien tanto a la salud humana como al entorno.
- Para seguir optimizando los métodos de extracción y purificación de compuestos bioactivos de plantas con propiedades repelentes, se recomienda explorar el uso de métodos de extracción más sostenibles como la extracción asistida por microondas o ultrasonidos. Estos métodos pueden mejorar el rendimiento de los extractos al reducir el uso de solventes y energía, haciendo el proceso más ecológico y eficiente. Además, es crucial estandarizar los procedimientos de extracción para garantizar la calidad y consistencia de los compuestos activos extraídos de cada planta. Esto no solo mejorará la eficacia de los repelentes naturales, sino que también asegurará la seguridad y la sostenibilidad de los productos finales. Finalmente, se sugiere realizar estudios comparativos sobre los impactos ambientales y económicos de los métodos tradicionales versus los más modernos, para evaluar cuál es el enfoque más viable a gran escala en términos de costo-beneficio y respeto por el medio ambiente.
- Se recomienda continuar con el desarrollo del repelente natural a base de aceites esenciales de romero, eucalipto y menta. Asimismo, se sugiere estandarizar el proceso de formulación para asegurar la reproducibilidad del producto y facilitar su futura comercialización como una alternativa cosmética natural y funcional también se recomienda realizar estudios sobre caracterización del producto terminado y las pruebas de eficacia tanto en laboratorio como en condiciones reales de uso, para comprobar el grado de protección que ofrece frente a los vectores como son los mosquitos. Estas pruebas deben seguir protocolos validados y ser comparables con productos similares del mercado, con el propósito de confirmar que el repelente cumple con su función principal de forma segura y efectiva.

## 14. BIBLIOGRAFÍA

- Abdullah Haris, Muhammad Azeem, Muhammad Ghazanfar Abbas, Muhammad Mumtaz, Raimondas Mozūratīs, & Muhammad Binyameen. (2023). *Prolonged Repellent Activity of Plant Essential Oils against Dengue Vector, Aedes aegypti*—PMC. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9919174/>
- Abiy, E., Gebre-Michael, T., Balkew, M., & Medhin, G. (2015). Repellent efficacy of DEET, MyggA, neem (*Azadirachta indica*) oil and chinaberry (*Melia azedarach*) oil against *Anopheles arabiensis*, the principal malaria vector in Ethiopia. *Malaria Journal*, 14, 187. <https://doi.org/10.1186/s12936-015-0705-4>
- Abu El-Ghiet, U. M., Salman Alhuraysi, A. M., Yousry Elsheikh, T. M., & El-Sakhawy, M. A.-M. (2024). Oviposition Deterrent Activity of Some Wild Plants for Adult Females of *Chrysomya albiceps* with Medical and Veterinary Importance. *Pakistan Journal of Biological Sciences: PJBS*, 27(1), 8-17. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2024.8.17>
- Aguilar Astudillo, E., Rodríguez Hernández, C., Bravo Mojica, H., Soto Hernández, R. M., Bautista Martínez, N., Guevara Hernández, F., Aguilar Astudillo, E., Rodríguez Hernández, C., Bravo Mojica, H., Soto Hernández, R. M., Bautista Martínez, N., & Guevara Hernández, F. (2019). Efecto insectistático de extractos etanólicos de clavo y pimienta en *Trialeurodes vaporariorum* West. (Hemiptera: Aleyrodidae). *Acta zoológica mexicana*, 35. <https://doi.org/10.21829/azm.2019.3502068>
- Agustín Álvarez Costa. (2017). *Repellent and Larvicidal Activity of the Essential Oil From Eucalyptus nitens Against Aedes aegypti and Aedes albopictus (Diptera: Culicidae)*—PubMed. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28399283/>

- Alami, A., El Ouali Lalami, A., Annemer, S., El-Akhal, F., Ez Zoubi, Y., & Farah, A. (2023). Chemical Composition and Larvicidal Properties of Essential Oils from Wild and Cultivated *Artemisia campestris* L., an Endemic Plant in Morocco. *TheScientificWorldJournal*, 2023, 5748133. <https://doi.org/10.1155/2023/5748133>
- Álvarez-Chimal, R., García-Pérez, V. I., Álvarez-Pérez, M. A., & Arenas-Alatorre, J. Á. (2021). Green synthesis of ZnO nanoparticles using a *Dysphania ambrosioides* extract. Structural characterization and antibacterial properties. *Materials Science & Engineering. C, Materials for Biological Applications*, 118, 111540. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2020.111540>
- Amin Asadollahi. (2019). *Eficacia de los repelentes vegetales contra diferentes especies de Anopheles: Una revisión sistemática—PMC*. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6925501/>
- Amna Siddique, Jawad Naeem, Kiang Long Ang, Sharjeel Abid, Zhiwei Xu, Muhammad Tauseef Khawar, Sidra Saleemi, Muhammad Abdullah, & Adeel. (2026). *Extractos de canela y eucalipto: Un enfoque natural prometedor para telas repelentes de mosquitos duraderas y multifuncionales—PMC*. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11465543/>
- Amna Siddique & Kiang Long Ang. (s. f.). *Cinnamon and Eucalyptus Extracts: A Promising Natural Approach for Durable Mosquito-Repellent Fabrics with Multifunctionality—PMC*. Recuperado 14 de abril de 2025, de <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11465543/>
- ANOVA. (2023). *PLANTAS QUE COMBATEN PLAGAS*. <https://www.anova.es/es/blog/plantas-para-prevenir-las-plagas>

- Ansong, J. A., Asante, E., Johnson, R., Boakye-Gyasi, M. E., Kuntworbe, N., Owusu, F. W. A., & Ofori-Kwakye, K. (2023). Formulation and Evaluation of Herbal-Based Antiacne Gel Preparations. *BioMed Research International*, 2023, 7838299. <https://doi.org/10.1155/2023/7838299>
- Asadollahi, A., Khoobdel, M., Zahraei-Ramazani, A., Azarmi, S., & Mosawi, S. H. (2019). Effectiveness of plant-based repellents against different Anopheles species: A systematic review. *Malaria Journal*, 18(1), 436. <https://doi.org/10.1186/s12936-019-3064-8>
- Avoseh, O., Oyedeji, O., Rungqu, P., Nkeh-Chungag, B., & Oyedeji, A. (2015). Cymbopogon species; ethnopharmacology, phytochemistry and the pharmacological importance. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 20(5), 7438-7453. <https://doi.org/10.3390/molecules20057438>
- Awad, O. M. (2003). Operational use of neem oil as an alternative anopheline larvicide. Part B: Environmental impact and toxicological potential. *Eastern Mediterranean Health Journal = La Revue De Sante De La Mediterranee Orientale = Al-Majallah Al-Sihhiyah Li-Sharq Al-Mutawassit*, 9(4), 646-658.
- Balkrishna, A., Joshi, M., Varshney, Y., Verma, S., M, P. R., Nain, P., & Varshney, A. (2024). In-depth phytochemical profiling of Roscoea purpurea (Kakoli): Comparative UHPLC-MS/QToF and GC-MS/MS analysis of supercritical CO<sub>2</sub> fluid - and conventional solvent - based extractive processes. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 251, 116444. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2024.116444>
- Bandara, P., & Senevirathne, M. (2023). Valorization of clove (*Syzygium aromaticum*) by-products as potential stored grain protectants. *Journal of Food Science and Technology*, 60(8), 2171-2179. <https://doi.org/10.1007/s13197-023-05744-w>

- Barrera, R. (2022). New tools for Aedes control: Mass trapping. *Current Opinion in Insect Science*, 52, 100942. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2022.100942>
- Barstow, M., Deepu, S., & Barstow, M. (2018). «*Azadirachta indica*» (Vol. 2018, p. e.T61793521A61793525). <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-1.RLTS.T61793521A61793525.en>
- Bedini, S., Flamini, G., Cosci, F., Ascrizzi, R., Echeverria, M. C., Guidi, L., Landi, M., Lucchi, A., & Conti, B. (2017). Artemisia spp. Essential oils against the disease-carrying blowfly *Calliphora vomitoria*. *Parasites & Vectors*, 10(1), 80. <https://doi.org/10.1186/s13071-017-2006-y>
- Bouyer, J., Yamada, H., Pereira, R., Bourtzis, K., & Vreysen, M. J. B. (2020). Phased Conditional Approach for Mosquito Management Using Sterile Insect Technique. *Trends in Parasitology*, 36(4), 325-336. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2020.01.004>
- Brito GA, Rocha de Oliveira PF, Andrade Silva CM, Araújo Neto MF, Leite FHA, Mesquita PRR, & Mota TF. (2021). *Identification of Bioactive Compounds against Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) by Bioassays and in Silico Assays—PubMed*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34242481/>
- Brugueras, S., Fernández-Martínez, B., Martínez-de la Puente, J., Figuerola, J., Porro, T. M., Rius, C., Larrauri, A., & Gómez-Barroso, D. (2020). Environmental drivers, climate change and emergent diseases transmitted by mosquitoes and their vectors in southern Europe: A systematic review. *Environmental Research*, 191, 110038. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110038>
- Camila Farías, Camila Cisternas, Gladys Morales, Loreto Muñoz, & Rodrigo Valenzuela. (2022). *Albahaca: Composición química y sus beneficios en salud*.

<https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717->

[75182022000500502&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182022000500502&script=sci_arttext)

- Carlson, D. B., Dale, P. E. R., Kurucz, N., Dwyer, P. G., Knight, J. M., Whelan, P. I., & Richards, D. D. (2019). Mosquito Control and Coastal Development: How they Have Coexisted and Matured in Florida and Australia. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 35(2), 123-134. <https://doi.org/10.2987/18-6807.1>
- Carvalho da Silva, T. L., Belo Silva, V. N., Braga, Í. de O., Rodrigues Neto, J. C., Leão, A. P., Ribeiro, J. A. de A., Valadares, L. F., Abdelnur, P. V., de Sousa, C. A. F., & Souza, M. T. (2022). Integration of metabolomics and transcriptomics data to further characterize *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth under high salinity stress. *The Plant Genome*, 15(1), e20182. <https://doi.org/10.1002/tpg2.20182>
- Chatterjee, S., Bag, S., Biswal, D., Sarkar Paria, D., Bandyopadhyay, R., Sarkar, B., Mandal, A., & Dangar, T. K. (2023). Neem-based products as potential eco-friendly mosquito control agents over conventional eco-toxic chemical pesticides-A review. *Acta Tropica*, 240, 106858. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2023.106858>
- Cheraghi Niroumand, M., Farzaei, M. H., Karimpour Razkenari, E., Amin, G., Khanavi, M., Akbarzadeh, T., & Shams-Ardekani, M. R. (2016). An Evidence-Based Review on Medicinal Plants Used as Insecticide and Insect Repellent in Traditional Iranian Medicine. *Iranian Red Crescent Medical Journal*, 18(2), e22361. <https://doi.org/10.5812/ircmj.22361>
- Cisak, E., Wójcik-Fatla, A., Zajac, V., & Dutkiewicz, J. (2012). Repellents and acaricides as personal protection measures in the prevention of tick-borne diseases. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine: AAEM*, 19(4), 625-630.

- Connelly, C. R., & Borchert, J. (2020). MOSQUITO CONTROL EMERGENCY PREPAREDNESS AND RESPONSE TO NATURAL DISASTERS. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 36(2 Suppl), 2-4. <https://doi.org/10.2987/8756-971X-36.2S.2>
- Cordero C, Zebelo SA, Gnani G, Grigione A, Bicchi C, Maffei ME, Rubiolo. (s. f.). *HS-SPME-GC×GC-qMS volatile metabolite profiling of *Chrysolina herbacea* frass and *Mentha* spp. Leaves—PubMed*. Recuperado 7 de abril de 2025, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22143743/>
- Custódio, V., Gonin, M., Stabl, G., Bakhoun, N., Oliveira, M. M., Gutjahr, C., & Castrillo, G. (2022). Sculpting the soil microbiota. *The Plant Journal: For Cell and Molecular Biology*, 109(3), 508-522. <https://doi.org/10.1111/tpj.15568>
- Czarnobai De Jorge, B., Hummel, H. E., & Gross, J. (2022). Repellent Activity of Clove Essential Oil Volatiles and Development of Nanofiber-Based Dispensers against Pear Psyllids (Hemiptera: Psyllidae). *Insects*, 13(8), 743. <https://doi.org/10.3390/insects13080743>
- de Pedro, L., & Sanchez, J. A. (2022). Natural Repellents as a Method of Preventing Ant Damage to Microirrigation Systems. *Insects*, 13(4), 395. <https://doi.org/10.3390/insects13040395>
- Debrulle, K., Smith, J. A., & Quirino, J. P. (2019). Pressurized Hot Water Extraction and Capillary Electrophoresis for Green and Fast Analysis of Useful Metabolites in Plants. *Molecules*, 24(13), 2349. <https://doi.org/10.3390/molecules24132349>
- Deletre, E., Martin, T., Campagne, P., Bourguet, D., Cadin, A., Menut, C., Bonafos, R., & Chandre, F. (2013). Repellent, irritant and toxic effects of 20 plant extracts on adults

- of the malaria vector *Anopheles gambiae* mosquito. *PloS One*, 8(12), e82103.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082103>
- Devi Kamalakshi, Surajit K. Mishra, & Jagajjit Sahu. (2016). *El perfil transcriptómico del genoma revela una expresión genética diferencial en la vía de metabolitos secundarios de Cymbopogon winterianus*—*PubMed*.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26877149/>
- Dhouha Alimi, Azhar Hajri, Selim Jallouli, & Hichem Sebai. (2023). *Toxicidad, repelencia y actividades anticolinesterásicas de moléculas bioactivas de yemas de clavo Syzygium aromaticum L. como alternativa ecológica en la búsqueda del control de Hyalomma scupense (Acari: Ixodidae)*—*PubMed*.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37600394/>
- Donglinag Li, Shunli Lu, Yichen Jian, Shuqi Cheng, & Qianming Zhao. (2023). *Acaricidal and repellent activities of ethanol extracts of nine chinese medicinal herbs against Rhipicephalus microplus (Acari: Ixodidae)*—*PubMed*.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37522955/>
- Doulat Lahon, Mantu Bhuyan, & Saikat Haldar. (2023). *Un método de cromatografía en capa fina de alto rendimiento (HPTLC) para la evaluación de la calidad del aceite de citronela: Aplicación en el análisis de muestras comerciales*—*PubMed*.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37698178/>
- Edwards, K. T., Goddard, J., & Varnado, W. (2009). Survey of mosquito control knowledge, attitudes, and practices among county and municipal programs in Mississippi. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 25(3), 361-366.  
<https://doi.org/10.2987/08-5855.1>

- Elmhalli, F., Garboui, S. S., Borg-Karlson, A.-K., Mozūraitis, R., Baldauf, S. L., & Grandi, G. (2019). The repellency and toxicity effects of essential oils from the Libyan plants *Salvadora persica* and *Rosmarinus officinalis* against nymphs of *Ixodes ricinus*. *Experimental & Applied Acarology*, 77(4), 585-599. <https://doi.org/10.1007/s10493-019-00373-5>
- Emilie Deletre, Fabrice Chandre, Livy Williams, & Claire Duménil. (s. f.). *Caracterización electrofisiológica y comportamental de compuestos bioactivos de los aceites esenciales de Thymus vulgaris, Cymbopogon winterianus, Cuminum cyminum y Cinnamomum zeylanicum contra Anopheles gambiae y perspectivas para su uso como tratamientos con mosquiteros—PubMed*. Recuperado 19 de abril de 2025, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26063119/>
- Enayati, A. A., Hemingway, J., & Garner, P. (2007). Electronic mosquito repellents for preventing mosquito bites and malaria infection. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2007(2), CD005434. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD005434.pub2>
- Espinosa, F. J & Sarukhán, 1997. (2020). *Chenopodium ambrosioides—Ficha informativa*. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/chenopodiaceae/chenopodium-ambrosioides/fichas/ficha.htm>
- Estrada-Cely, G. E., Castaño-Piamba, D. S., Ramírez Arango, K. J., Rodríguez Quintero, J. A., & González Montilla, L. A. (2012). Estudio de la eficacia del paico (*Chenopodium ambrosioides*) como antihelmíntico, en especímenes silvestres mantenidos en cautiverio en el Hogar de Paso de Fauna Silvestre de la Universidad de la Amazonía. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 7(2), 31-36.

- Fadiji, A. E., Yadav, A. N., Santoyo, G., & Babalola, O. O. (2023). Understanding the plant-microbe interactions in environments exposed to abiotic stresses: An overview. *Microbiological Research*, 271, 127368. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2023.127368>
- Fahd Kandsi, Amine Elbouzidi, Fátima Zahra Lafdil, Nada Meskali, Ali Azghar, Mohamed Addi, Cristóbal Hano, & Nadia Gseyra. (2022). *Antibacterial and Antioxidant Activity of Dysphania ambrosioides (L.) Mosyakin and Clemants Essential Oils: Experimental and Computational Approaches—PubMed*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35453233/>
- Farooq, M., Bangonan, L., Xue, R.-D., & Talbalaghi, A. (2022). Evaluation of Essential Oils as Spatial Repellents Against *Aedes aegypti* in an Olfactometer. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 38(4), 261-267. <https://doi.org/10.2987/22-7090>
- Farshid Zargari, Ebrahim Nakhaei, & Masoumeh Ghorbanipour. (2023). *Study of tyramine-binding mechanism and insecticidal activity of oil extracted from Eucalyptus against Sitophilus oryzae—PubMed*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36212071/>
- Francelino, E. de O., & Puccioni-Sohler, M. (2024). Dengue and severe dengue with neurological complications: A challenge for prevention and control. *Arquivos De Neuro-Psiquiatria*, 82(12), 1-6. <https://doi.org/10.1055/s-0044-1792091>
- Francikowski, J., Baran, B., Cup, M., Janiec, J., & Krzyżowski, M. (2019). Commercially Available Essential Oil Formulas as Repellents Against the Stored-Product Pest *Alphitobius diaperinus*. *Insects*, 10(4), 96. <https://doi.org/10.3390/insects10040096>

- Gaddaguti, V., Venkateswara Rao, T., & Prasada Rao, A. (2016). Potential mosquito repellent compounds of *Ocimum* species against 3N7H and 3Q8I of *Anopheles gambiae*. *3 Biotech*, *6*(1), 26. <https://doi.org/10.1007/s13205-015-0346-x>
- Gänger, S. (2015). World Trade in Medicinal Plants from Spanish America, 1717–1815. *Medical History*, *59*(1), 44-62. <https://doi.org/10.1017/mdh.2014.70>
- George, D. R., Finn, R. D., Graham, K. M., & Sparagano, O. A. E. (2014). Present and future potential of plant-derived products to control arthropods of veterinary and medical significance. *Parasites & Vectors*, *7*, 28. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-28>
- Gillij, Y. G., Gleiser, R. M., & Zygadlo, J. A. (2008). Mosquito repellent activity of essential oils of aromatic plants growing in Argentina. *Bioresource Technology*, *99*(7), 2507-2515. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.04.066>
- Giuseppe Pulice, Soraya Pelaz, & Luis Matías Hernández. (2016). *Molecular Farming in Artemisia annua, a Promising Approach to Improve Anti-malarial Drug Production—PubMed*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27047510/>
- Grozescu, I., Iorizzi, M., & Segneanu, A.-E. (2024). Spectra Analysis and Plants Research 2.0. *Plants*, *13*(20), 2941. <https://doi.org/10.3390/plants13202941>
- Hailey A. Luker & Keyla R Salas. (2023). *Eficacia repelente de 20 aceites esenciales sobre mosquitos Aedes aegypti y garrapatas Ixodes scapularis en ensayos de repelencia por contacto—PubMed*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36717735/>
- Haiming Cai, Xu Zhang, Zhibin Lin, Shanshan Li, Huiquan Lin, & Yongwen Lin. (s. f.). *Mint essential oil: A natural and effective agent for controlling house dust mites—PubMed*. Recuperado 14 de abril de 2025, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39913558/>

- Halina Ekiert, Ewa Knut, Joanna Świątkowska, & Paweł Klin. (2021). *Artemisia abrotanum L. (Southern Wormwood)-History, Current Knowledge on the Chemistry, Biological Activity, Traditional Use and Possible New Pharmaceutical and Cosmetological Applications—PubMed*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33923002/>
- Haris, A., Azeem, M., Abbas, M. G., Mumtaz, M., Mozūratis, R., & Binyameen, M. (2023). Prolonged Repellent Activity of Plant Essential Oils against Dengue Vector, *Aedes aegypti*. *Molecules*, 28(3), 1351. <https://doi.org/10.3390/molecules28031351>
- Harshita Krishnatreyya. (2022). *Fabricación y evaluación de cremas repelentes de mosquitos para protección en exteriores—PubMed*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35140283/>
- Has, A., Mm, A., Ma, A., Mai, A., Ae, H., Mme, A., Rn, A. M., Fn, G., Sm, H., & Ya, E.-A. (2023). Rosemary and neem methanolic extract: Antioxidant, cytotoxic, and larvicidal activities supported by chemical composition and molecular docking simulations. *Frontiers in plant science*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1155698>
- Hilal Susurluk. (2023). *Uso potencial de aceites esenciales de Origanum vulgare y Syzygium aromaticum para controlar Tetranychus urticae Koch (Acari: Tetranychidae) en dos especies de plantas hospedantes—PubMed*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36700001/>
- Houzi, G., El Abdali, Y., Beniaich, G., Chebaibi, M., Taibi, M., Elbouzidi, A., Kaioua, S., Asehraou, A., Addi, M., Chaabane, K., Flouchi, R., Allali, A., & Khal-Layoun, S. (2024). Antifungal, Insecticidal, and Repellent Activities of Rosmarinus officinalis Essential Oil and Molecular Docking of Its Constituents against Acetylcholinesterase and  $\beta$ -Tubulin. *Scientifica*, 2024, 5558041. <https://doi.org/10.1155/2024/5558041>

- Huynh, L. N., Tran, L. B., Nguyen, H. S., Ho, V. H., Parola, P., & Nguyen, X. Q. (2022). Mosquitoes and Mosquito-Borne Diseases in Vietnam. *Insects*, 13(12), 1076. <https://doi.org/10.3390/insects13121076>
- Ignacchiti, M. D. C., de Queiroz, V. T., Martins, I. V. F., Crico, K. B., Gonçalves, L. V., Fazolo, M. B., Frank, H. O., & Costa, A. V. (2022). Chemical composition and effect of *Dysphania ambrosioides* (L.) mosyakin & clemants essential oil on *Biomphalaria tenagophila* (D'Orbigny, 1835). *Natural Product Research*, 36(10), 2595-2598. <https://doi.org/10.1080/14786419.2021.1910261>
- Immacolata Iovinella & Beniamino Caputo. (2022). *Avances en repelentes de mosquitos: Eficacia de los derivados de citronelal en ensayos de laboratorio y de campo—PubMed*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36102335/>
- Ivanova, T., Bosseva, Y., Chervenkov, M., & Dimitrova, D. (2023). Sweet Basil between the Soul and the Table-Transformation of Traditional Knowledge on *Ocimum basilicum* L. in Bulgaria. *Plants (Basel, Switzerland)*, 12(15), 2771. <https://doi.org/10.3390/plants12152771>
- Jayaram, C. S., Chauhan, N., Dolma, S. K., & Reddy, S. G. E. (2022). Chemical Composition and Insecticidal Activities of Essential Oils against the Pulse Beetle. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 27(2), 568. <https://doi.org/10.3390/molecules27020568>
- JC Martins, É M Silva, & RS Silva. (2022). *El aceite de copaiba y el extracto de Neem pueden ser una alternativa potencial para el control del comportamiento de Sitophilus zeamais—PubMed*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35239787/>
- Jones, R. T., Ant, T. H., Cameron, M. M., & Logan, J. G. (2021). Novel control strategies for mosquito-borne diseases. *Philosophical Transactions of the Royal Society of*

- London. Series B, Biological Sciences*, 376(1818), 20190802.  
<https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0802>
- Julia Aros, Susana Fischer, Susana Fischer, Inés Figueroa, J. Concepción Rodríguez-Maciel, Angel Lagunes-Tejeda, Gloria S. Castañeda-Ramírez, & Liliana Aguilar-Marcelino. (2019, diciembre). *ACTIVIDAD INSECTICIDA DEL ACEITE ESENCIAL DEL PAICO Chenopodium ambrosioides L. SOBRE Sitophilus zeamais Motschulsky*.  
[https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0719-38902019000300282&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0719-38902019000300282&script=sci_arttext)
- Kapadia, P., Newell, A. S., Cunningham, J., Roberts, M. R., & Hardy, J. G. (2022). Extraction of High-Value Chemicals from Plants for Technical and Medical Applications. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(18), 10334.  
<https://doi.org/10.3390/ijms231810334>
- Karunamoorthi, K., & Hailu, T. (2014). Insect repellent plants traditional usage practices in the Ethiopian malaria epidemic-prone setting: An ethnobotanical survey. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 10, 22. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-10-22>
- Krishnappa, K., Dhanasekaran, S., & Elumalai, K. (2012). Larvicidal, ovicidal and pupicidal activities of *Gliricidia sepium* (Jacq.) (Leguminosae) against the malarial vector, *Anopheles stephensi* Liston (Culicidae: Diptera). *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 5(8), 598-604. [https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(12\)60124-2](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(12)60124-2)
- Krzyżowski, M., Baran, B., Łozowski, B., & Francikowski, J. (2020). The Effect of *Rosmarinus officinalis* Essential Oil Fumigation on Biochemical, Behavioral, and Physiological Parameters of *Callosobruchus maculatus*. *Insects*, 11(6), 344.  
<https://doi.org/10.3390/insects11060344>

- Kulma, M., Bubová, T., Kolečka, D., Ševčík, V., Koya, A., & Galková, Z. (2018). Laboratory evaluation of repellency of traditional Czech homemade repellents against *Aedes aegypti*. *Epidemiologie, Mikrobiologie, Imunologie: Casopis Společnosti Pro Epidemiologii a Mikrobiologii České Lékařské Společnosti J.E. Purkyne*, 67(3), 129-133.
- Kumar, N., Khurana, S. M. P., & Pandey, V. N. (2021). Application of clove and dill oils as an alternative of salphos for chickpea food seed storage. *Scientific Reports*, 11(1), 10390. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-89936-4>
- Kweka, E. J., Mosha, F., Lowassa, A., Mahande, A. M., Kitau, J., Matowo, J., Mahande, M. J., Massenga, C. P., Tenu, F., Feston, E., Lyatuu, E. E., Mboya, M. A., Mndeme, R., Chuwa, G., & Temu, E. A. (2008). Ethnobotanical study of some of mosquito repellent plants in north-eastern Tanzania. *Malaria Journal*, 7, 152. <https://doi.org/10.1186/1475-2875-7-152>
- La semana. (s. f.). *La especia que se puede usar para ahuyentar las polillas de la casa—Semana*. Recuperado 14 de abril de 2025, de <https://www.semana.com/como/articulo/la-especia-que-se-puede-usar-para-ahuyentar-las-polillas-de-la-casa/202400/>
- Li, M., Li, M., Wang, L., Li, M., & Wei, J. (2023). Apiaceae Medicinal Plants in China: A Review of Traditional Uses, Phytochemistry, Bolting and Flowering (BF), and BF Control Methods. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 28(11), 4384. <https://doi.org/10.3390/molecules28114384>
- López-Hernández, F., & Cortés, A. J. (2022). Whole Transcriptome Sequencing Unveils the Genomic Determinants of Putative Somaclonal Variation in Mint (*Mentha L.*).

*International Journal of Molecular Sciences*, 23(10), 5291.  
<https://doi.org/10.3390/ijms23105291>

Lucy Ciera, Lynda Beladjal, Lieve Van Landuyt, & David Menger. (2019). *Electrospinning repellents in polyvinyl alcohol-nanofibres for obtaining mosquito-repelling fabrics—PubMed*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31598223/>

Łuczaj, Ł., Wolanin, M., Drobnik, J., Kujawska, M., Dumanowski, J., Walker, K., & Tomczyk, M. (2022). *Dysphania schraderiana* (Schult.) Mosyakin & Clemants: Una planta medicinal y ritual poco conocida y utilizada en Polonia. *Journal of Ethnopharmacology*, 284, 114755. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2021.114755>

Łukasz Łuczaj, Mateusz Wolanin, Jacek Drobnik, Monika Kujawska, & Jarosław Dumanowski. (2021). *Dysphania schraderiana* (Schult.) Mosyakin & Clemants—An overlooked medicinal and ritual plant used in Poland—PubMed. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34673224/>

Macchioni, F., Sfinzi, M., Chiavacci, D., & Cecchi, F. (2019). *Azadirachta indica* (Sapindales: Meliaceae) Neem Oil as a Repellent Against *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) Mosquitoes. *Journal of Insect Science (Online)*, 19(6), 12. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iez111>

Maia, M. F., Kliner, M., Richardson, M., Lengeler, C., & Moore, S. J. (2018). Mosquito repellents for malaria prevention. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2(2), CD011595. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011595.pub2>

Manu, N., Schilling, M. W., & Phillips, T. W. (2021). Natural and Synthetic Repellents for Pest Management of the Storage Mite *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) (Sarcoptiformes: Acaridae). *Insects*, 12(8), 711. <https://doi.org/10.3390/insects12080711>

- Mapossa, A. B., Focke, W. W., Tewo, R. K., Androsch, R., & Kruger, T. (2021). Mosquito-repellent controlled-release formulations for fighting infectious diseases. *Malaria Journal*, 20(1), 165. <https://doi.org/10.1186/s12936-021-03681-7>
- Martínez, L. C., Plata-Rueda, A., Zanuncio, J. C., & Serrão, J. E. (2015). Bioactivity of six plant extracts on adults of *Demotisca neivai* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of Insect Science (Online)*, 15(1), 34. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iev021>
- Martínez-de la Puente, J., Merino, S., Lobato, E., Rivero-de Aguilar, J., del Cerro, S., & Ruiz-de-Castañeda, R. (2009). Testing the use of a citronella-based repellent as an effective method to reduce the prevalence and abundance of biting flies in avian nests. *Parasitology Research*, 104(5), 1233-1236. <https://doi.org/10.1007/s00436-009-1353-9>
- Mawela, K. G., Luseba, D., Magano, S., & Eloff, J. N. (2019). Repellent properties of *Rotheca glabrum* plant extracts against adults of *Rhipicephalus appendiculatus*. *BMC Veterinary Research*, 15(1), 122. <https://doi.org/10.1186/s12917-019-1853-5>
- MEDLIPLUS. (2020). *Clavo: MedlinePlus suplementos*. <https://medlineplus.gov/spanish/druginfo/natural/251.html>
- Mengjiao Zhong, Chen Sun, & Bing Zhou. (2023). *Efectos antimitocondriales e insecticidas de la artemisinina contra Drosophila melanogaster—PubMed*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37108079/>
- Miora Ralambondrainy, Essia Belarbi, & Wildriss Viranaicken. (2018). *In vitro comparison of three common essential oils mosquito repellents as inhibitors of the Ross River virus—PubMed*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29771946/>
- Mohamed Nadjib Boukhatem, , Mohamed Amine Ferhat, & Abdelkrim Kameli. (2014). *Aceite esencial de limoncillo (Cymbopogon citratus) como potente fármaco*

*antiinflamatorio* y *antifúngico—PubMed.*

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25242268/>

Moore, S. J., Davies, C. R., Hill, N., & Cameron, M. M. (2007). Are mosquitoes diverted from repellent-using individuals to non-users? Results of a field study in Bolivia. *Tropical Medicine & International Health: TM & IH*, 12(4), 532-539. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3156.2006.01811.x>

Mueller, A., Thomas, A., Brown, J., Young, A., Smith, K., Connelly, R., & Richards, S. L. (2023). Geographic information system protocol for mapping areas targeted for mosquito control in North Carolina. *PloS One*, 18(3), e0278253. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0278253>

Muhammad Farooq, Lea Bangonan, Rui De Xue, & Asghar Talbalagh. (2022). *Evaluación de aceites esenciales como repelentes espaciales contra Aedes aegypti en un olfatómetro—PubMed.* <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36351363/>

Mumcuoglu, K. Y., Magdassi, S., Miller, J., Ben-Ishai, F., Zentner, G., Helbin, V., Friger, M., Kahana, F., & Ingber, A. (2004). Repellency of citronella for head lice: Double-blind randomized trial of efficacy and safety. *The Israel Medical Association Journal: IMAJ*, 6(12), 756-759.

Musa, A., Međo, I., Marić, I., & Marčić, D. (2017). Acaricidal and sublethal effects of a Chenopodium-based biopesticide on the two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae). *Experimental & Applied Acarology*, 71(3), 211-226. <https://doi.org/10.1007/s10493-017-0118-x>

Nararak, J., Sathantriphop, S., Chauhan, K., Tantakom, S., Eiden, A. L., & Chareonviriyaphap, T. (2016). Avoidance Behavior to Essential Oils by Anopheles

- minimus, a Malaria Vector in Thailand. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 32(1), 34-43. <https://doi.org/10.2987/moco-32-01-34-43.1>
- Niesobecki, S., Hansen, A., Rutz, H., Mehta, S., Feldman, K., Meek, J., Niccolai, L., Hook, S., & Hinckley, A. (2019). Knowledge, attitudes, and behaviors regarding tick-borne disease prevention in endemic areas. *Ticks and Tick-Borne Diseases*, 10(6), 101264. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2019.07.008>
- Noguera-Gahona, M., Peña-Moreno, C., Quiñones-Sobarzo, N., Weinstein-Oppenheimer, C., Guerra-Zúñiga, M., & Collao-Ferrada, X. (2025). Repellents against *Aedes aegypti* bites: Synthetic and natural origins. *Frontiers in Insect Science*, 4, 1510857. <https://doi.org/10.3389/finsc.2024.1510857>
- Nolan, T. (2021). Control of malaria-transmitting mosquitoes using gene drives. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 376(1818), 20190803. <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0803>
- Norris, E. J., & Coats, J. R. (2017). Current and Future Repellent Technologies: The Potential of Spatial Repellents and Their Place in Mosquito-Borne Disease Control. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(2), 124. <https://doi.org/10.3390/ijerph14020124>
- Novoplansky, A., Souza, G. M., Brenner, E. D., Bhatla, S. C., & Van Volkenburgh, E. (2024). Exploring the complex information processes underlying plant behavior. *Plant Signaling & Behavior*, 19(1), 2411913. <https://doi.org/10.1080/15592324.2024.2411913>
- Nuchuchua, O., Sakulku, U., Uawongyart, N., Puttipipatkachorn, S., Soottitantawat, A., & Ruktanonchai, U. (2009). In vitro characterization and mosquito (*Aedes aegypti*)

- repellent activity of essential-oils-loaded nanoemulsions. *AAPS PharmSciTech*, *10*(4), 1234-1242. <https://doi.org/10.1208/s12249-009-9323-1>
- Opoku-Bamfoh, O., Kwarteng, S. A., Owusu, F. A. N., Akpanya, R., Mensah, K. A., Badu, M., Gyamfi, F. Y., Sogbo, V., Belford, E. J. D., Boakye, A., Morrison, H. M., Obuam, P. K., & Coleman, S. (2024). Repellent and larvicidal properties of selected indigenous plants in the control of Anopheles mosquitoes. *Journal of Vector Borne Diseases*, *61*(1), 90-100. <https://doi.org/10.4103/0972-9062.392267>
- Oria, P. A., Moshi, V., Odero, J. I., Ekodir, S., Monroe, A., Harvey, S. A., Ochomo, E., & Piccinini Black, D. (2021). A retail audit of mosquito control products in Busia County, western Kenya. *Malaria Journal*, *20*(1), 163. <https://doi.org/10.1186/s12936-021-03695-1>
- Ouorou Ganni Mariel Guera, Federico Castrejón-Ayala, Norma Robledo, Georgina Sánchez-Rivera, & Alfredo Jiménez-Pérez. (s. f.). *Plant Selection for the Establishment of Push-Pull Strategies for Zea mays-Spodoptera frugiperda Pathosystem in Morelos, Mexico—PubMed*. Recuperado 14 de abril de 2025, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32512789/>
- Pandey, A. K., Palni, U. T., & Tripathi, N. N. (2014). Repellent activity of some essential oils against two stored product beetles *Callosobruchus chinensis* L. and *C. maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae) with reference to *Chenopodium ambrosioides* L. oil for the safety of pigeon pea seeds. *Journal of Food Science and Technology*, *51*(12), 4066-4071. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0896-4>
- Parveen, A., Abbas, M. G., Keefover-Ring, K., Binyameen, M., Mozūraitis, R., & Azeem, M. (2024). Chemical Composition of Essential Oils from Natural Populations of *Artemisia scoparia* Collected at Different Altitudes: Antibacterial, Mosquito

- Repellent, and Larvicidal Effects. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 29(6), 1359.  
<https://doi.org/10.3390/molecules29061359>
- Pena, G. A., da Costa Lopes, A. S., de Moraes, S. H. S., do Nascimento, L. D., Dos Santos, F. R. R., da Costa, K. S., Alves, C. N., & Lameira, J. (2022). Host-Guest Inclusion Complexes of Natural Products and Nanosystems: Applications in the Development of Repellents. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 27(8), 2519.  
<https://doi.org/10.3390/molecules27082519>
- Portilla Pulido, J. S., Urbina Duitama, D. L., Velasquez-Martinez, M. C., Mendez-Sanchez, S. C., & Duque, J. E. (2022). Differentiation of action mechanisms between natural and synthetic repellents through neuronal electroantennogram and proteomic in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Scientific Reports*, 12, 20397.  
<https://doi.org/10.1038/s41598-022-24923-x>
- Qasim, M., Islam, W., Rizwan, M., Hussain, D., Noman, A., Khan, K. A., Ghramh, H. A., & Han, X. (2024). Impact of plant monoterpenes on insect pest management and insect-associated microbes. *Heliyon*, 10(20), e39120.  
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e39120>
- Raklami, A., Meddich, A., Oufdou, K., & Baslam, M. (2022). Plants-Microorganisms-Based Bioremediation for Heavy Metal Cleanup: Recent Developments, Phytoremediation Techniques, Regulation Mechanisms, and Molecular Responses. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(9), 5031. <https://doi.org/10.3390/ijms23095031>
- Russo, Serafina. (2013). *Toxicidad, efecto antialimentario y repelente de metabolitos secundarios de Eucalyptus globulus (Labill) (Myrtaceae) sobre coleópteros de importancia agrícola*. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/29819>

- Sadeh, D., Nitzan, N., Shachter, A., Chaimovitch, D., Dudai, N., & Ghanim, M. (2017). Whitefly attraction to rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) is associated with volatile composition and quantity. *PloS One*, *12*(5), e0177483. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177483>
- Samin Madreseh-Ghahfarokhi, Amir Dehghani-Samani, Yaser Pirali, & Azam Dehghani-Samani. (2019). *Zingiber officinalis* and *Eucalyptus globulus*, Potent Lethal/Repellent Agents against *Rhipicephalus bursa*, Probable Carrier for Zoonosis—PubMed. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31803783/>
- Sánchez-Borzone, M. E., Marin, L. D., & García, D. A. (2017). Effects of Insecticidal Ketones Present in Mint Plants on GABAA Receptor from Mammalian Neurons. *Pharmacognosy Magazine*, *13*(49), 114-117. <https://doi.org/10.4103/0973-1296.197638>
- Schaffner, U., Heimpel, G. E., Mills, N. J., Muriithi, B. W., Thomas, M. B., Gc, Y. D., & Wyckhuys, K. A. G. (2024). Biological control for One Health. *The Science of the Total Environment*, *951*, 175800. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.175800>
- Şengül Demirak, M. Ş., & Canpolat, E. (2022). Plant-Based Bioinsecticides for Mosquito Control: Impact on Insecticide Resistance and Disease Transmission. *Insects*, *13*(2), 162. <https://doi.org/10.3390/insects13020162>
- Sharififard, M., Safdari, F., Siahpoush, A., & Kassiri, H. (2016). Evaluation of Some Plant Essential Oils against the Brown-Banded Cockroach, *Supella longipalpa* (Blattaria: Ectobiidae): A Mechanical Vector of Human Pathogens. *Journal of Arthropod-Borne Diseases*, *10*(4), 528-537.
- Shi, H., Yu, X., & Cheng, G. (2023). Impact of the microbiome on mosquito-borne diseases. *Protein & Cell*, *14*(10), 743-761. <https://doi.org/10.1093/procel/pwad021>

- Siegel, E. L., Olivera, M., Roig, E. M., Perry, M., Li, A. Y., D'hers, S., Elman, N. M., & Rich, S. M. (2022). Spatial repellents transfluthrin and metofluthrin affect the behavior of *Dermacentor variabilis*, *Amblyomma americanum*, and *Ixodes scapularis* in an in vitro vertical climb assay. *PloS One*, *17*(11), e0269150. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0269150>
- Sofía Zank, Nivaldo Peroni, Elcida Lima de Araújo, & Natalia Hanazaki. (2015). *Prácticas locales de salud y conocimiento de plantas medicinales en una región semiárida brasileña: Beneficios ambientales para la salud humana—PubMed*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25972007/>
- Soto-Cáceres, V. A., Díaz-Vélez, C., Becerra-Gutiérrez, L. K., Arriaga-Deza, E. V., Meoño-Asalde, C. N., Reyes-Damián, J. R., Peña-Vega, K. M., Vera-Oblitas, L. C., Suyon-Jiménez, J. P., Segura-Muñoz, D. M., Vargas-Tineo, O. W., Silva-Díaz, H., Soto-Cáceres, V. A., Díaz-Vélez, C., Becerra-Gutiérrez, L. K., Arriaga-Deza, E. V., Meoño-Asalde, C. N., Reyes-Damián, J. R., Peña-Vega, K. M., ... Silva-Díaz, H. (2022). Efecto repelente y tiempo de protección de aceites esenciales frente al estadio adulto de *Aedes aegypti*. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, *33*(6). <https://doi.org/10.15381/rivep.v33i6.21018>
- Sravanya Konchada, Naresh Killi, Shahebaz Sayyad, Ganesh B. Gathalkar, & Rathna VN Gundloori. (2020). *Mezclas de poliesteramida a base de aceite de neem como esteras de nanofibras para el control de culícidos—PubMed*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35514911/>
- Srivastava, S., Cahill, D. M., & Adholeya, A. (2019). Optimal method selection for biocompatible extraction of rosmarinic acid from mycorrhizal hairy roots of *Ocimum*

- basilicum. *Biotechnology Reports (Amsterdam, Netherlands)*, 23, e00325.  
<https://doi.org/10.1016/j.btre.2019.e00325>
- Sujarwo, W., Keim, A. P., Caneva, G., Toniolo, C., & Nicoletti, M. (2016). Ethnobotanical uses of neem (*Azadirachta indica* A.Juss.; Meliaceae) leaves in Bali (Indonesia) and the Indian subcontinent in relation with historical background and phytochemical properties. *Journal of Ethnopharmacology*, 189, 186-193.  
<https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.05.014>
- Sutthanont, N., Sudsawang, M., Phanpoowong, T., Sriwichai, P., Ruangsittichai, J., Rotejanaprasert, C., & Srisawat, R. (2022). Effectiveness of Herbal Essential Oils as Single and Combined Repellents against *Aedes aegypti*, *Anopheles dirus* and *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). *Insects*, 13(7), 658.  
<https://doi.org/10.3390/insects13070658>
- Taglienti, A., Donati, L., Dragone, I., Ferretti, L., Gentili, A., Araniti, F., Sapienza, F., Astolfi, R., Fiorentino, S., Vecchiarelli, V., Papalini, C., Ragno, R., & Bertin, S. (2023). In Vivo Antiphytoviral and Aphid Repellency Activity of Essential Oils and Hydrosols from *Mentha suaveolens* and *Foeniculum vulgare* to Control Zucchini Yellow Mosaic Virus and Its Vector *Aphis gossypii*. *Plants (Basel, Switzerland)*, 12(5), 1078. <https://doi.org/10.3390/plants12051078>
- Tan, K., Faierstein, G. B., Xu, P., Barbosa, R. M. R., Buss, G. K., & Leal, W. S. (2019). A popular Indian clove-based mosquito repellent is less effective against *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti* than DEET. *PloS One*, 14(11), e0224810.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224810>
- Tehreema Iftikhar, Hammad Majeed, Muhammad Ashir Nadeem, & Muhammad Altaf Nazir. (2024). *Green synthesis of Eucalyptus globulus zinc nanoparticles and its use in*

*antimicrobial insect repellent paint formulation in bulk industrial production—PubMed.* <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38288019/>

Temeyer, K. B., Schlechte, K. G., Coats, J. R., Cantrell, C. L., Rosario-Cruz, R., Lohmeyer, K. H., Pérez de León, A. A., & Li, A. Y. (2024). In Vitro Evaluation of Essential Oils and Saturated Fatty Acids for Repellency against the Old-World Sand Fly, *Phlebotomus papatasi* (Scopoli) (Diptera: Psychodidae). *Insects*, *15*(3), 155. <https://doi.org/10.3390/insects15030155>

Thorsell, W., Mikiver, A., Malander, I., & Tunón, H. (1998). Efficacy of plant extracts and oils as mosquito repellents. *Phytomedicine: International Journal of Phytotherapy and Phytopharmacology*, *5*(4), 311-323. [https://doi.org/10.1016/S0944-7113\(98\)80072-X](https://doi.org/10.1016/S0944-7113(98)80072-X)

Truzzi, E., Bertelli, D., Catellani, B., Jazi, D. D., & Benvenuti, S. (2025). Recovery of Bioactive Compounds from the Biomass of Aromatic Plants After Distillation Using NADES: A Sustainable Alternative Extraction Method. *Molecules*, *30*(5), 1120. <https://doi.org/10.3390/molecules30051120>

Václav Stejskal, Tomás Vendl, Radek Aulicky, & Cristo Athanassiou. (2021). *Insecticidas sintéticos y naturales: Formulaciones gaseosas, líquidas, en gel y sólidas para el control de plagas en productos almacenados y la industria alimentaria—PubMed.* <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34209742/>

Vatandoost, H., & Vaziri, V. M. (2004). Larvicidal activity of a neem tree extract (Neemarin) against mosquito larvae in the Islamic Republic of Iran. *Eastern Mediterranean Health Journal = La Revue De Sante De La Mediterranee Orientale = Al-Majallah Al-Sihhiyah Li-Sharq Al-Mutawassit*, *10*(4-5), 573-581.

- Verica Aleksic Sabo & Petar Knezevic. (2019). *Antimicrobial activity of Eucalyptus camaldulensis* Dehn. *Plant extracts and essential oils: A review—PubMed*.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32288268/>
- Xiao Wei Li & Xin-Xin Lu. (2021). *Intercropping Rosemary (Rosmarinus officinalis) with Sweet Pepper (Capsicum annuum) Reduces Major Pest Population Densities without Impacting Natural Enemy Populations—PubMed*.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33467491/>
- Yeguerman, C., Jesser, E., Massiris, M., Delrieux, C., Murray, A. P., & Werdin González, J. O. (2020). Insecticidal application of essential oils loaded polymeric nanoparticles to control German cockroach: Design, characterization and lethal/sublethal effects. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 189, 110047.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.110047>
- Yetisen, A. K., Qu, H., Manbachi, A., Butt, H., Dokmeci, M. R., Hinestroza, J. P., Skorobogatiy, M., Khademhosseini, A., & Yun, S. H. (2016). Nanotechnology in Textiles. *ACS Nano*, 10(3), 3042-3068. <https://doi.org/10.1021/acsnano.5b08176>
- Zhang, J.-W., Li, B.-Y., Lu, X.-X., Zheng, Y., Wang, D., Zhang, Z., Zeng, D., & Du, S.-S. (2022). Chemical Diversity and Anti-Insect Activity Evaluation of Essential Oils Extracted from Five Artemisia Species. *Plants (Basel, Switzerland)*, 11(13), 1627.  
<https://doi.org/10.3390/plants11131627>
- Zhang, Y., Wang, Y., Zhu, X., Cao, P., Wei, S., & Lu, Y. (2017). Antibacterial and antibiofilm activities of eugenol from essential oil of *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L. M. Perry (clove) leaf against periodontal pathogen *Porphyromonas gingivalis*. *Microbial Pathogenesis*, 113, 396-402.  
<https://doi.org/10.1016/j.micpath.2017.10.054>

Zheng, X., Hoegenauer, K. A., Maeda, A. B. V., Wang, F., Stelly, D. M., Nichols, R. L., & Jones, D. C. (2015). Non-destructive high-throughput DNA extraction and genotyping methods for cotton seeds and seedlings. *BioTechniques*, 58(5), 234-243. <https://doi.org/10.2144/000114286>