



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN**  
**ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA BIOQUÍMICA**



---

Actividad repelente e insecticida de aceites esenciales de plantas medicinales.

---

Trabajo de Titulación, modalidad Trabajo de Investigación composición, previa la obtención de Título de Ingeniero Bioquímico, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

**Autor:** César Augusto Medina Tierres

**Tutora:** PhD. Mirari Arancibia Soria

**Ambato – Ecuador**

**Marzo 2022**

## **APROBACION DEL TUTOR**

PhD. Mirari Yosune Arancibia Soria

Certifica:

Que el presenta trabajo de titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Trabajo de Titulación bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que responde las normas establecidas en el reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Ambato, 10 de febrero del 2022

**Mirari Yosune Arancibia Soria**  
**TUTOR TRABAJO TITULACIÓN**  
**C.I. 1802142461**  
**TUTOR**

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, César Augusto Medina Tierres, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente trabajo de titulación, modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniera Bioquímica son absolutamente originales, auténticos y personales a excepción de las citas bibliográficas.



.....

César Augusto Medina Tierres

C.I. 180525606-0

AUTOR

## **APROBACION DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Por constancia firman:

---

Dolores del Rocío Robalino Martínez  
C.I. 180176948-8  
**Presidente del Tribunal**

---

Dra. Fernández Rivero Danae  
C.I. 175718120-9

---

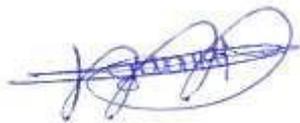
Dr. López Hernández Orestes Darío  
C.I. 175478486-4

Ambato, 18 de Marzo del 2022

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo de Titulación o parte de él, como documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



.....

César Augusto Medina Tierres

C.I. 180525606-0

**AUTOR**

## DEDICATORIA

A mis padres

A mi hermana Eliana

A mi tío Salin

## **AGRADECIMIENTO**

Mi mayor agradecimiento a Dios, por ser el compañero guía en todos los instantes de mi vida.

Dejo constancia de mi profundo agradecimiento a la Universidad Técnica de Ambato, en especial a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, al personal docente y autoridades por los conocimientos impartidos a lo largo de mi carrera universitaria.

A la Dra. Mirari Arancibia, directora de tesis y Decana de la facultad, por todas las enseñanzas y apoyo en toda la carrera universitaria y concurso a nivel nacional en la ESPOL quien fue soporte hasta llegar a la final del mismo, por las sugerencias y críticas inteligentes y provechosas, brindadas durante las materias brindadas y el desarrollo del presente trabajo.

A la Dra. Danae Fernández y al Dr. Orestes López por su aporte en la revisión y posterior aprobación tanto del perfil de tesis y posterior trabajo de graduación.

Un agradecimiento especial al Químico Lander Pérez por su ayuda incondicional durante toda la etapa universitaria.

Finalmente deseo expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres, Elsa y Segundo, por su paciencia, ayuda y comprensión.

## INDICE GENERAL DE CONTENIDOS

<b>APROBACION DEL TUTOR</b> .....	ii
<b>DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD</b> .....	iii
<b>APROBACION DEL TRIBUNAL DE GRADO</b> .....	iv
<b>DERECHOS DE AUTOR</b> .....	v
<b>DEDICATORIA</b> .....	vi
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	vii
<b>INDICE GENERAL DE CONTENIDOS</b> .....	viii
<b>RESUMEN</b> .....	xi
<b>ABSTRACT</b> .....	xii
<b>CAPÍTULO I</b> .....	1
<b>ANTECEDENTES</b> .....	1
<b>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	3
<b>Repelentes</b> .....	3
<b>Aceites esenciales</b> .....	4
<b>Características fisicoquímicas</b> .....	4
<b>Métodos de extracción</b> .....	4
<b>Enfleurage</b> .....	5
Figura 1. Detalle del proceso de enfleurage (adaptado de Hill, 2017).....	5
<b>Extracción con solventes</b> .....	5
<b>Extracción con fluidos supercríticos</b> .....	5
<b>Hidrodestilación</b> .....	5
<b>Extracción por arrastre con vapor</b> .....	6
Figura 2. Extracción de aceites esenciales por arrastre de vapor (adaptado de <a href="https://glorybee.com">https://glorybee.com</a> ) .....	6
<b>Actividad insecticida</b> .....	6
<b>OBJETIVOS</b> .....	7
<b>a. Objetivo General</b> .....	7
<b>b. Objetivos Específicos</b> .....	7
<b>CAPÍTULO II</b> .....	8
<b>1 METODOLOGÍA</b> .....	8

Figura 3. Proyección de artículos publicados desde el año 2018 en la base de datos SCOPUS utilizando "essential oils" y "repellent" y "insecticides" como palabras clave.

<b>CAPÍTULO III</b> .....	10
<b>2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	10
<b>Albahaca</b> ( <i>Ocimum basilicum</i> ) .....	10
<b>Anís estrellado</b> ( <i>Illinium verum</i> ).....	11
<b>Apio</b> ( <i>Apium graveolens</i> ).....	12
<b>Arrayán</b> ( <i>Luma apiculata</i> ).....	12
<b>Árbol de té</b> ( <i>Melaleuca alternifolia</i> ).....	12
<b>Azahar</b> ( <i>Orange blossom</i> ).....	13
<b>Bergamota</b> ( <i>Citrus bergamia</i> ).....	13
<b>Canela</b> ( <i>Cinnamomum zeylanicum</i> ) .....	14
<b>Cedro de atlas</b> ( <i>Cedrus atlántica</i> ) .....	14
<b>Cedrón</b> ( <i>Aloysia triphylla</i> ) .....	14
<b>Ciprés</b> ( <i>Cupressus sempervirens</i> ) .....	15
<b>Citronela</b> ( <i>Cymbopogon nardus</i> ) .....	15
<b>Clavo de olor</b> ( <i>Syzygium aromaticum</i> ) .....	16
<b>Comino</b> ( <i>Cominum cyminum</i> ) .....	16
<b>Cúrcuma</b> ( <i>Curcuma longa</i> ).....	16
<b>Enebro</b> ( <i>Juniperus communis</i> ) .....	17
<b>Eucalipto</b> ( <i>Eucalyptus</i> ).....	17
<b>Eucalipto limón</b> ( <i>Eucalyptus citriodora</i> ) .....	18
<b>Geranio</b> ( <i>Pelargonium odoratissimum</i> ) .....	18
<b>Hierba buena</b> ( <i>Mentha spicata</i> ).....	18
<b>Hierba luisa</b> ( <i>Cymbopogon citratus</i> ) .....	19
<b>Jengibre</b> ( <i>Zingiber officinale</i> ) .....	19
<b>Lavanda</b> ( <i>Lavandula</i> ).....	20
<b>Lima</b> ( <i>Citrus aurantifolia</i> ).....	20
<b>Limón</b> ( <i>Citrus limon</i> ) .....	20
<b>Mandarina</b> ( <i>Citrus reticulata</i> ).....	21
<b>Manzanilla</b> ( <i>Matricaria chamomilla L.</i> ).....	21
<b>Mejorana</b> ( <i>Origanum majorana L.</i> ).....	22
<b>Menta</b> ( <i>Mentha piperita L.</i> ).....	22
<b>Naranja</b> ( <i>Citrus sinensis</i> ).....	23
<b>Orégano</b> ( <i>Origanum vulgare</i> ) .....	23
<b>Pachuli</b> ( <i>Pogostemon cablin</i> ) .....	23

<b>Palo de rosa</b> ( <i>Tipuana tipu</i> ) .....	24
<b>Palo santo</b> ( <i>Bursera graveolens</i> ).....	24
<b>Petitgrain</b> ( <i>Citrus aurantium subsp. Amara</i> ).....	25
<b>Pimienta negra</b> ( <i>Piper nigrum</i> ) .....	25
<b>Pino</b> ( <i>Pinus</i> ).....	26
<b>Romero</b> ( <i>Rosmarinus officinalis L.</i> ).....	26
<b>Rosa</b> ( <i>Rosa L.</i> ).....	26
<b>Salvia clara</b> ( <i>Salvia sclarea</i> ).....	27
<b>Sándalo</b> ( <i>Santalum álbum</i> ).....	27
<b>Tomillo</b> ( <i>Thymus vulgari</i> ) .....	27
<b>Toronja</b> ( <i>Citrus paradisi</i> ) .....	28
<b>Toronjil</b> ( <i>Melissa officinalis</i> ).....	28
<b>2.1 Análisis y discusión de los resultados</b> .....	35
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	38
<b>3 CONCLUSIONES</b> .....	38
<b>3.1 Conclusiones</b> .....	38
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	42
<b>ANEXOS</b> .....	61

## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

### INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Detalle del proceso de enfleurage (Hill, 2017) .....	5
Figura 2. Extracción de aceites esenciales por arrastre de vapor (adaptado de <a href="https://glorybee.com">https://glorybee.com</a> ).....	6
Figura 3. Proyección de artículos publicados desde el año 2018 en la base de datos SCOPUS utilizando "essential oils" y "repellent" y "insecticides" como palabras clave. ....	9

### INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables seleccionadas para la pregunta de investigación .....	8
Tabla 2. Aceites esenciales e insectos que son inhibidos por estos .....	29

## RESUMEN

Los aceites esenciales de plantas han sido reconocidos como una importante fuente natural de pesticidas y repelentes. Su amplia distribución en la naturaleza y su capacidad biológica permite que sean considerados tanto para aplicación industrial como casera frente al control de plagas. Las diferentes actividades del ser humano se ven afectadas por patógenos como hongos, bacterias, virus e insectos, siendo estos últimos los que más influyen en la producción agropecuaria y la salud. Gran parte de las investigaciones se han centrado en el uso de productos sintéticos que tienen características de repelencia y eliminación de especie patógenas y los problemas que causan en el medio ambiente y la salud de quienes lo producen, lo aplican y finalmente lo consumen.

Al realizar un tratamiento o aplicación de productos orgánicos como en este caso lo son los aceites esenciales estos pueden tener efectos positivos como también negativos, la investigación refleja que al realizar una comparación de los aceites esenciales presentes en las plantas va a tener una dependencia de la dosis que sea aplicada por lo cual el estudio ayudaría en el control de distintas plagas que afectan de gran manera a las plantaciones, las dosis de estos van a depender del porcentaje de pureza del aceite y puede ir desde 5 hasta treinta y cinco por ciento variando así mismo su tasa de mortalidad hasta un noventa y cinco por ciento como se da en el caso del limón que tiene un sesenta por ciento % de limoneno.

**Palabras clave:** Investigación bibliográfica, actividad repelente, control de plagas, aceites esenciales, bioinsecticidas, repelentes vegetales, plantas medicinales

## ABSTRACT

Plant essential oils have long been recognized as an important natural source of pesticides and repellants. Their wide distribution in nature and their biological capacity allows them to be considered for both industrial and home use against pest control. The different activities of the human being are affected by pathogens such as fungi, bacteria, viruses and insects, the latter being the ones that most influence agricultural production and health. Much of the research has focused on the use of synthetic products that have characteristics of repellency and elimination of pathogenic species and the problems they cause in the environment and the health of those who produce it, apply it and finally consume it.

When carrying out a treatment or application of organic products such as essential oils in this case, these can have positive as well as negative effects, the research shows that when making a comparison of the essential oils present in plants, it will have a dependence on the dose that is applied for which the study would help in the control of different pests that greatly affect the plantations, the doses of these will depend on the percentage of purity of the oil and can range from five to thirty five per cent varying likewise its mortality rate up to ninety five per cent % as occurs in the case of lemon that has sixty per cent limonene.

**Key words:** Bibliographic research, repellent activity, pest control, essential oils, bioinsecticides, vegetable repellents, medicinal plants.

# CAPÍTULO I

## ANTECEDENTES

Actualmente, el uso de productos químicos sintéticos para el control de insectos y plagas es objeto de preocupación respecto a las repercusiones que pueden tener en el medio ambiente y la salud humana. Una alternativa interesante es utilizar productos naturales eficientes y que además sean respetuosos con el medio ambiente. Entre esos productos, destacan los aceites esenciales obtenidos de plantas que han sido sometidos a pruebas exhaustivas de laboratorio para evaluar sus propiedades repelentes.

Los aceites esenciales (AE), extraídos de una amplia variedad de plantas, son mezclas de hidrocarburos volátiles con diversidad de grupos funcionales de entre 20-60 constituyentes en diferentes concentraciones, que representan ingredientes activos de origen natural que aportan numerosos beneficios a las industrias de alimentos, aromaterapia, farmacéutica y envasado de alimentos debido a sus propiedades funcionales (Marsin et al., 2020) (Flores, 2010, p. 4) y, en el sector agropecuario, por su actividad repelente e insecticida (Salman et al., 2020), que ha sido especialmente relacionada con la presencia de monoterpenos y sesquiterpenos. Los monoterpenos son los principales componentes de muchos aceites esenciales volátiles, que se caracterizan por su capacidad para ahuyentar a los insectos. Sin embargo, los sesquiterpenos también puede ser considerado como un grupo activo en términos de repeler mosquitos y otros artrópodos (Soares de Oliveira, Melo Coutinho, Jardelino de Lacerda Neto, Castro de Oliveira, & Bezerra da Cunha, 2020).

Entre las familias de plantas útiles para la extracción de aceites esenciales con importantes propiedades repelentes se incluyen, *Cymbopogon spp.*, *Ocimum spp.* y *Eucalyptus spp.*, *Myrtaceae*, *Pinaceae*, *Lauraceae*, *Asteraceae*, etc. Los compuestos individuales presentes con elevada actividad repelente incluyen  $\alpha$ -pineno, limoneno, citronelol, citronelal, alcanfor, terpinoleno, rotundial, diclodia y timol (Eisner, Eisner, Aneshansley, Wu, & Meinwald, 2000).

Varios son los trabajos científicos desarrollados en este contexto; uno de los estudios que describe distintas líneas de aplicación de un aceite especial específico es el de *Lippia alba* (Salvia sija) que, al ser una planta iberoamericana nativa, forma parte de

la gran lista de aceites esenciales con características medicinales por los compuestos que posee (Emma & Ailen, 2019, p. 11). Asimismo, dentro de los estudios realizados sobre aceites esenciales para el control de insectos fitopatológicos, destaca el AE de eucalipto específicamente para el control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky, (González-Guiñez et al., 2016, p. 204), el AE de clavo citronela, albahaca, lavanda, tomillo, menta, hierba buena para control de *Dermacentor reticulatus* (Štefanidesová, Škultéty, Sparagano, & Špitalská, 2017), canela frente a la mosca doméstica (Hazarika et al., 2020), lavanda frente a *Lycorma delicatula* (Yoon et al., 2011), entre otros.

Los aceites esenciales pueden ser importantes ingredientes dentro de la formulación de repelentes e insecticidas especialmente cuando se trata de la inhibición y control de distintos insectos. Casos exitosos como el control de *Aedes aegypti*, responsable de la propagación de enfermedades que comprometen la salud pública como el dengue, la fiebre amarilla urbana, el chikungunya y el zika, utilizando AE extraídos de plantas nativas se convierten en prometedoras alternativas para el control de este vector (Muñoz V. et al., 2014, p. 198)(de Souza et al., 2019).

En muchas regiones se han utilizado derivados de plantas porque tienen acción repelente o letal contra insectos (Zoubiri y Baaliouamer, 2014). La acción repelente puede ser local o periférica, imposibilitando que el insecto vuele o entre en contacto con la piel humana o animal, a través de su picadura o aterrizaje (Blackwell et al., 2003). El DEET (N, N-metil m-toluamida) es un compuesto que está presente en muchos repelentes sintéticos, sin embargo, este componente tiene desventajas relacionadas con su uso. Varios autores defienden su aplicación por su eficacia, pero otros la critican por la aparición de casos de encefalitis relacionados con su aplicación y también por el cuestionamiento de su toxicidad (Paula, 2002, Paula et al., 2004). Por lo tanto, cobra importancia el desarrollo de investigaciones encaminadas a encontrar sustancias naturales con acciones repelentes y que además no generan daños.

Por lo expuesto y con base en el escenario actual de enfermedades transmitidas por insectos, el objetivo de esta revisión fue encontrar literatura en torno a la acción repelente e insecticida de los aceites esenciales obtenidos de plantas aromáticas.

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### Repelentes

Los repelentes son sustancias que actúan localmente o a una distancia, disuadiendo a un artrópodo de volar, aterrizar o morder piel humana o animal (o una superficie en general). Con el comienzo del siglo XX creció el interés por el uso de agentes de control biológico, pero esto disminuyó con el descubrimiento de las propiedades insecticidas del DDT en 1939. Sin embargo, su impacto nocivo en la población no objetivo y el desarrollo de resistencia impulsaron la búsqueda de métodos alternativos, sencillos y sostenibles de control de mosquitos (Kalita, Bora, & Sharma, 2013). En este sentido, los repelentes funcionan proporcionando una barrera de vapor que disuade al artrópodo de entrar en contacto con la superficie. Entre ellos, aceites esenciales, mezclas complejas de compuestos volátiles aislados de un gran número de plantas, se ha encontrado que tienen estas propiedades contra varios artrópodos hematófagos, algunos de ellos siendo la base de formulaciones comerciales de repelentes (Sritabutra & Soonwera, 2013).

La investigación de repelentes ha cobrado gran atención no solo para evitar pérdidas en granos, frutas y otros productos infestados por diversas plagas. Una situación similar ocurre con la salud humana y animal, donde los insecticidas utilizados para el control de vectores transmisores de parásitos o patógenos, muchos de ellos resistentes a estos productos químicos, tendrán que ser empleados en mayores cantidades, debido a los cambios en la temperatura global.

Se han desarrollado productos químicos sintéticos para proteger a los humanos de las picaduras de mosquitos, siendo el DEET (N,N dietil-m-toluamida) no solo un repelente de amplio espectro, sino también el más eficaz y persistente sobre la piel aunque puede causar riesgos a la salud (Xu, Zeng, Bedoukian, & Leal, 2019). Los problemas a la salud han motivado a aunar esfuerzos en la búsqueda de repelentes naturales y ecológicos. Algunos repelentes a base de plantas son comparables o incluso mejores que los sintéticos; sin embargo, los repelentes de aceites esenciales tienden a ser de corta duración en su efectividad, que depende de su volatilidad. Sin embargo, los repelentes sintéticos tienden a ser más efectivos y de mayor duración que los productos naturales (da Silva & Ricci-Júnior, 2020).

Durante los últimos años, varias plantas han sido evaluadas como fuentes potenciales de repelentes e insecticidas, la mayoría a través de bioensayos para especies de dípteros, en particular aquellas pertenecientes a los géneros *Aedes*, *Anopheles* y *Culex*, los cuales están relacionados con enfermedades de interés de salud pública como la malaria, la fiebre amarilla, dengue y encefalitis viral. Insectos coleópteros relacionados con las pérdidas que ocurren en los alimentos almacenados han sido menos investigados y, en menor medida, en ensayos de repelencia con aceites esenciales.

### **Aceites esenciales**

Los aceites esenciales son compuestos químicos de forma líquida aceitosa extraídos de partes vegetales, tienen características aromáticas, volátiles y no grasos; algunos de estos con potencial antibacteriano, antifúngico e insecticida por lo que son usados para incrementar la vida útil de algunos alimentos (Argote-vega et al., 2017, p. 54).

Las plantas contienen aceites esenciales en varios tejidos y órganos como corteza, semillas, raíz, tallo, hojas, flores y frutos (Mejía & Ortiz, 2021, p. 12).

### **Características fisicoquímicas**

Algunas de las características de los aceites esenciales determinan la solubilidad en aceites fijos, éteres y alcoholes, pero no son solubles en agua porque son compuestos de carácter volátil, líquidos e incoloros a condiciones estándar es decir a 25 °C y 1 atm, presentan olores característicos; con altos valores en los índices de actividad óptica y refracción lo que causa un descenso en su densidad incluso llegan a ser menores que la densidad del agua, con sus respectivas excepciones como los aceites de vetiver y canela (Mejía & Ortiz, 2021, p. 12).

### **Métodos de extracción**

Según Mejía & Ortiz (2021) existe varios métodos de extracción de aceites esenciales, cada uno con sus consideraciones de la parte vegetativa y el rendimiento que se requiere, dentro de estos los más usados en el sector industrial son:

## **Enfleurage**

Método mediante el cual se utilizan grasas naturales para ablandar la parte vegetal con una temperatura considerable, se añade varios compuestos como partes vegetales y alcohol hasta obtener el producto, obteniendo así un rendimiento de alrededor del 80% si es que el proceso está realizado correctamente (Figura 1).



Figura 1. Detalle del proceso de enfleurage (adaptado de Hill, 2017)

## **Extracción con solventes**

El material triturado se retira o se corta para mejorarlo, el proceso es realizado con la ayuda de un solvente como alcoholes, acetona, hexano y tolueno a temperatura y presión controlada, al final del proceso se recupera el aceite y el solvente por destilación.

## **Extracción con fluidos supercríticos**

Este método es considerado uno de los prácticos porque utiliza CO<sub>2</sub> a condiciones controladas lo que permite una rápida inmersión dentro del material vegetativo y por ende su inmediata remoción del solvente y del producto requerido.

## **Hidrodestilación**

En este método es utilizado un tanque extractor, como componente principal se requiere de agua para que por medio de vaporizaciones por un serpentín se logre recolectar el aceite esencial en la parte superior del tanque.

## Extracción por arrastre con vapor

Este método tiene características similares al de hidrodestilación, con la diferencia de que se utiliza un caldero y por ende las temperaturas se elevan considerablemente y el proceso se acelera.

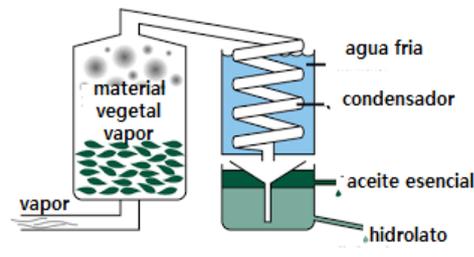


Figura 2. Extracción de aceites esenciales por arrastre de vapor (adaptado de <https://glorybee.com>)

## Actividad insecticida

La composición de los aceites esenciales (AE) (terpenos, ésteres, aminas, amidas, heterociclos, éteres y óxidos (Dhifi et al., 2016), puede tener efectos tóxicos sobre los insectos cuando se utiliza mediante fumigación o contacto, incluso pueden afectar la oviposición, la reproducción, el comportamiento alimentario, la inhibición del crecimiento, hasta su propia supervivencia ya que en su mayoría tienen un efecto neurotóxico, sin embargo, pueden tener efectos repelentes o atrayentes (Jankowska, Rogalska, Wyszowska, & Stankiewicz, 2018). Curiosamente, varios estudios confirman que los AE no tiene efectos nocivos en otros organismos como, polinizadores, organismos acuáticos y del suelo (Pavela, Vrchotová, & Tříska, 2009). Varias investigaciones se han llevado a cabo para evaluar la efectividad de los AE, muchos de ellos han mostrado un importante efecto insecticida en especies como ácaros (Lunguinho et al., 2021; Salman et al., 2020), pestes de almacenamiento de granos (Vendl, Stejskal, Kadlec, & Aulicky, 2021), mosca doméstica (Khan, 2021) culícidos (Azeem et al., 2019; de Souza et al., 2019; Soares de Oliveira et al., 2020). Por lo expuesto, los AE pueden ser utilizados como una alternativa eficaz no solo para el control de plagas, sino también son amigables con el medio ambiente.

## **OBJETIVOS**

### **a. Objetivo General**

Realizar una investigación sobre los principales aceites esenciales utilizados como repelente o insecticida

### **b. Objetivos Específicos**

- Establecer la relación entre los componentes de los aceites esenciales y su actividad insecticida o repelente.
- Definir el efecto insecticida o repelente sinérgico de los aceites esenciales.
- Comparar el efecto de los aceites esenciales como agentes insecticidas o repelentes.

## CAPÍTULO II

### 1 METODOLOGÍA

Se realizó una revisión bibliográfica sobre los principales aceites esenciales con actividad repelente e insecticida, su modo de aplicación: in vitro, en campo y en aplicaciones alimentarias. Se establecieron criterios para seleccionar los estudios adecuados para el propósito de esta revisión. Seleccionamos trabajos siguiendo las recomendaciones de Vera, 2009 (Vera Carrasco, 2009).

#### **Pregunta de investigación**

¿Qué aceites esenciales de plantas medicinales han demostrado actividad repelente e insecticida, según las investigaciones, publicaciones y estudios realizados?

Para determinar la pregunta de investigación, se identificó y definió los componentes clave para realizar la revisión sistemática de literatura, tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Variables seleccionadas para la pregunta de investigación

<b>Terminología</b>	<b>Componentes del tema</b>
<b>Población</b>	Aceites esenciales
<b>Intervención</b>	Metodología de investigación, revisiones, libros
<b>Comparación</b>	Actividad repelente e insecticida, insectos y plagas
<b>Resultado</b>	Efectividad, grado de inhibición, mecanismo

#### **Bases de datos**

Se utilizaron bases digitales de almacenamiento de información relevante para la investigación así: Google académico, Scopus y Latindex, centrados en la repelencia de los AE de plantas contra insectos y plagas utilizando “aceites esenciales” o "essential oils", “repelente” o "repellent" e “insecticida” o “insecticides” como palabras clave.

### Criterios de selección

Los criterios empleados para la selección de las publicaciones fueron determinados por los objetivos de la revisión. De cada publicación se tuvo en cuenta el título, los autores, el resumen y los resultados, en ningún caso se consideraron tesis de grado.

Como se encontró en base al análisis de la literatura disponible, se puede observar un ejemplo del desarrollo dinámico del tema de investigación en los últimos diez años en la base de datos SCOPUS, que muestra un crecimiento exponencial de citas de investigaciones centrados en este tema (Figura 3). Sin embargo, en esta revisión se ha dado énfasis a las publicaciones realizadas en los últimos 5 años.

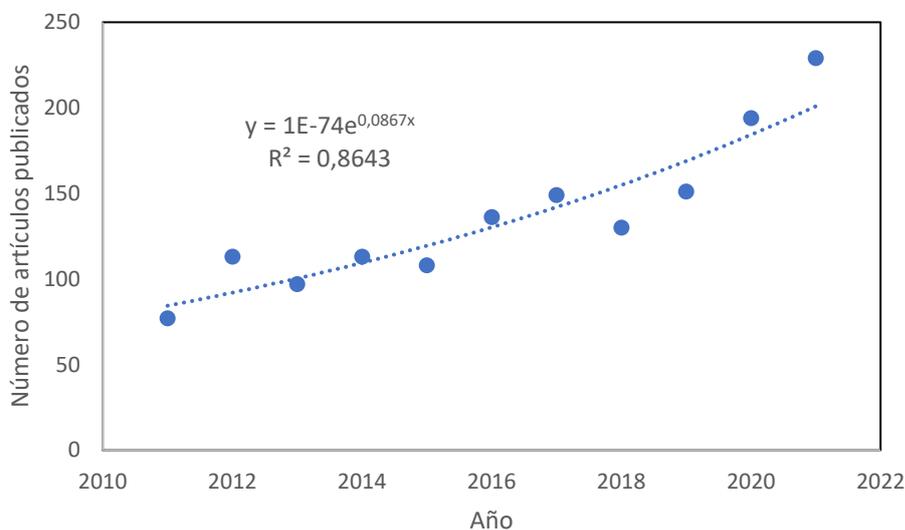


Figura 3. Proyección de artículos publicados desde el año 2018 en la base de datos SCOPUS utilizando "essential oils" y "repellent" y "insecticides" como palabras clave.

## CAPÍTULO III

### 2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los aceites esenciales (AE) han ganado un renovado interés como recurso alternativo al uso de químicos sintéticos contra insectos y plagas. Las plantas aromáticas, de donde se extraen estos aceites, son el equivalente de fábricas biológicas de productos químicos industriales naturales, que producen una amplia gama de compuestos. Se considera que las AE son compuestos fitoquímicos más seguros debido a una larga historia de uso para el consumo humano, fragancias y medicamentos. Las familias de plantas como Asteraceae y Solanaceae contienen miembros como: Cladophoraceae, Cupressaceae, Labiatae, Lamiaceae, Oocystaceae, Miliaceae, Rutaceae, Poaceae, Zingiberaceae y Piperaceae que han demostrado tener extractos con actividad insecticida frente a diferentes especies de mosquitos vectores.

Los aceites esenciales incluyen una mezcla de muchos fitoquímicos, a menudo de alrededor de más de 60 compuestos que se extraen de varias partes de la planta como semillas, raíces, cortezas y hojas, a través de arrastre de vapor, extracciones con solventes (como etanol) y fluidos supercríticos. Los métodos más modernos de extracción de AE incluyen un proceso asistido por microondas y extracción con fluidos.

A pesar del amplio uso de los AE como control de insectos y plagas en los países en desarrollo, es importante incrementar el conocimiento de su modo de acción para mejorar su uso. A continuación, se describe cada uno de los aceites esenciales con propiedades repelentes e insecticidas y un resumen en la Tabla 2.

#### **Albahaca** (*Ocimum basilicum*)

El aceite esencial de albahaca contiene más de 20 compuestos químicos en su estructura, mismos que en conjunto le dan la característica de insecticida y larvicida, dentro de los más representativos y con un mayor porcentaje se encuentran: linalol con 66%, 1,8 cineol (14%), terpinen-4-ol (4%), terpineol  $\alpha$  (2%), eugenol (2.5%), delta-amorphene (2%), y el resto de compuestos con porcentajes menores al 1% dentro de

los cuales los más representativos está el limoneno (0.3%) y estragol (0.56%), (Guerrero & Suárez, 2020, p. 42).

Según Leyva et al. (2020) el aceite esencial del albahaca está compuesto en su mayoría por monoterpenos oxigenados y sus derivados fenilpropanoides (linalol, estragol, anetol, eugenol), la concentración de estos compuestos varía dependiendo de ciertas condiciones edafoclimáticas, método de extracción y quimiotipo (Preedy, 2016).

El aceite esencial de albahaca puede ser utilizado en agricultura para el control de plagas y enfermedades que afectan a la producción (Escalona-arranz et al., 2019, pp 48-51). Por su contenido de estragol y linalol tiene la propiedad insecticida sobre la estadía larval de los mosquitos de *C. quinquefasciatus* a una concentración de entre 11.68 – 16.45 mg/L y 35.64 – 49.25 mg/L respectivamente. En el caso de *A. aegypti* los valores son 10.15 – 15.26 mg/L y 30.42 – 46.97 mg/L; se indica también que un estudio realizado por Giatropoulus et al. (2018) admite el valor de entre 157.7 – 184.2 mg/L para el insecto *Ae. Albopictus*; además de Sousa et al. (2015) observaron que el estragol es tóxico en contacto a *Anopheles atroparvus* en concentraciones de entre 52.2 – 60 mg/L (Leyva et al., 2020, pp. 127, 128).

#### **Anís estrellado** (*Illinium verum*)

Originario del sur de China e introducida en el siglo XVII en Europa, soporta temperaturas bajo 0 de hasta -8 °C , su componente en mayor proporción con alrededor del 85% es 1-metoxi-4-propenilbenceno (anisol), contiene además otros componentes con menos porcentaje en su composición como es el anisaldehído, careno, dipenteno, estragol, farsenol, linalol, limoneno y otros compuestos sesquiterpenoides y flavonoides (Yépez, 2019, p. 28); además contiene anetol, ácidos orgánicos, felandreno, cumarias y demás lactonas sesquiterpénicas (Verdezoto, 2020, p. 10).

En lo que respecta a la actividad insecticida, la repelencia y muerte del insecto en estado larval requiere una mayor concentración del AE que la usada para el estado adulto siendo estas 1.96% v/v y 0.61% v/v respectivamente a un tiempo de exposición de 72 horas con una tasa de mortalidad del 85.83% en ambos casos, llegando así a convertirse en un potencial insecticida hacia insectos del género *Zea* y de la familia *Poaceae* (Rodríguez, 2019, p. 114).

### **Apio** (*Apium graveolens*)

El AE de apio tiene una alta actividad insecticida debido a los más de 20 compuestos volátiles que posee como limoneno (72.16%) y  $\beta$ -selineno (12.17%), y en menores porcentajes  $\alpha$ -pineno, linalol,  $\alpha$ -ioneno, sabineno, canfeno, pentil benceno, cis- $\beta$ -ocimeno, entre otros (Cortez-Bedoya & Márquez-Veliz, 2019, p. 15).

El aceite esencial del apio tiene capacidad insecticida y larvicida frente *A. aegypti* por su alto contenido de limoneno que es parte del grupo de los terpenos lo que le da la capacidad de repelencia en bajas concentraciones y eliminación en altas concentraciones en larvas, en este caso actúa eficazmente a una concentración de 42 ug/ml (Andrade-Ochoa et al., 2017, pp. 226-227).

### **Arrayán** (*Luma apiculata*)

El arrayán posee  $\alpha$  y  $\beta$  pineno, linalol, cineol, mirtol, cumarinas, flavonoides, quercetina, kaempferol, miricetina y glúcidos de miricetina que son los principios activos presentes en el aceite (Bermeo-Quinde, 2019, pp. 21-22). Según Boderó (2020), el aceite esencial de arrayán está compuesto por 3 compuestos principales que le da la mayoría de sus características antimicrobianas, antifúngicas e insecticida que son linalol con un 19%, eucaliptol con 11.73% y limoneno 8.56%.

Según Boderó (2020) el AE de arrayán es más efectivo frente a insectos menores, sin embargo no se ha encontrado suficiente literatura científica al respecto.

### **Árbol de té** (*Melaleuca alternifolia*)

El aceite esencial del árbol de té es uno de los pocos aceites que contienen alrededor de 100 componentes entre monoterpenos, sesquiterpenos y alcoholes relacionados. según Vila (2016) el terpinelol es el componente mayoritario superando el 30% y llegando en algunos casos inclusive hasta el 48%, el siguiente compuesto es el  $\gamma$ -terpineno y el  $\alpha$ -terpineno con valores de  $\pm 25\%$ , el 1,8-cineol en un máximo de 15%; todos estos compuestos son coincidentes con los que indica Enriquez (2019).

El aceite esencial de árbol de té se ha utilizado ampliamente como bactericida, esta propiedad del mismo es atribuida en gran medida a efectos sobre la membrana exterior de los microorganismos (Enriquez, 2019, pp. 8-10); en cuanto a la actividad insecticida su uso se ha enfocado frente a *A. aegypti* por su gran porcentaje de alcoholes en su composición como es el caso de terpinenol, el AE controla al insecto en estado de larva y adulto a concentraciones de 0.0041 y 0.0051% respectivamente causando una tasa de mortalidad del 50% en ambos casos (Leyva-Silva et al., 2017, pp. 78-81; Muñoz V. et al., 2014, p. 165).

#### **Azahar** (*Orange blossom*)

El AE de azahar es uno de los principios activos que mayor utilidad y propiedades presenta por su composición que en su mayoría son terpenos, aldehídos saturados e insaturados y como principales se encuentran linalol, terpineol, geranio, nerol, farnesol, entre otros (Anguisaca, 2019, p. 45).

Según Guayanlema & Vargas (2017), la mayoría de componentes que forman parte del AE de azahar son monoterpenos donde se destaca la presencia de acetato de linalilo,  $\alpha$ -pineno, antranilato de metilo, linalol, limoneno, nerol, entre otros. La actividad insecticida de AE se ha centrado en insectos menores (Guayanlema & Vargas, 2017).

#### **Bergamota** (*Citrus bergamia*)

Según Carmona (2015) el aceite esencial de bergamota es uno de los AE con mayor proporción compuestos característicos de los cítricos como es el limoneno (30-45%), otros compuestos como de linalilo (22-36%), linalol (3-15%), terpineno (6-10%),  $\beta$ -pineno (5-9%), aparecen en menor proporción.

El aceite esencial de Bergamota se ha utilizado para el control de *Bemisia tabaco* insecto de la mosca blanca que afecta a la gran mayoría de los cultivos de solanáceas (Marín Martínez (2017), ya que su capacidad de inhibición y repelencia en concentraciones desde 0.003 hasta 0.9 uL/mL ha sido efectiva tanto en el insecto en estado larval como en adulto generando una tasa de mortalidad del 87%. Asimismo, se ha utilizado ampliamente para la inhibición de mosquitos simples (moscas,

sancudos, entre otros) como también de pulgas, piojos y más (Gioffré, et al, 2020) (Marzocchi, et al, 2019).

### **Canela** (*Cinnamomum zeylanicum*)

El aceite esencial de canela es uno de los que más compuestos fitoquímicos presenta en su composición. Se han descrito alrededor de 38 los que lo conforman, dentro de los más representativos está cinamaldehído (70-80%), eugenol (4-10%), limoneno (2.4%), acetato de cinamilo (2.03%), linalol (1.16%),  $\alpha$ -terpineno (1%), entre otros que están porcentajes debajo del 1% (Erosa et al., 2021, p. 67).

En cuanto a exactitud de porcentaje de cada componente del aceite esencial de canela según Galarza & Quimi (2020) y Ribeiro et al. (2017), el cinamaldehído tiene un 64.49%, eugenol (16.57%),  $\beta$ -felandreno (6.3%), linalol (4.82%),  $\alpha$ -pineno (3.02%), canfeno (2.7%), limoneno (2.53%), entre otros con valores inferiores.

En la actualidad por el uso indiscriminado de productos químicos, existen investigaciones que están dirigidas a la aplicación de productos naturales como por ejemplo la canela que es un insecticida natural que repele a la mosca (Suárez, 2019), ha sido efectivo frente a *S. granarius* (Plata-Rueda et al., 2018), *siophilus zeamais* Motschulsky (Yang, Isman, & Tak, 2020).

### **Cedro de atlas** (*Cedrus atlántica*)

El AE de corteza del cedro contiene sesquiterpenos,  $\alpha$  y  $\beta$  cedreno, cedrol, tujopseno y widdrol (Aromium, 2018),  $\beta$ -himachaleno (45.65%),  $\alpha$ -himachaleno (17.86%),  $\gamma$ -himachaleno (10.45%), trans- $\alpha$ -atlanton (2.84%), entre otros con porcentajes menores (Keifer & Effenberger, 2021). Conciencia ECO (2021) indica que el AE del cedro repele polillas, insectos y moscas. Resultados similares fueron observados por Aromium (2018).

### **Cedrón** (*Aloysia triphylla*)

El aceite esencial del cedrón es uno de los AE utilizado en mayor medida a nivel científico por sus distintas propiedades y composición química que contiene como principios activos el citral (38-40%), limoneno (7-11%), neral (15.62%), geranial (18.1%), linalol (2.5%), entre otros compuestos en porcentajes menores como  $\alpha$ -

pineno, 1-octen-3-ol, eugenol, sabineno, entre otros (García, 2017, p. 64) (Gomes, et al, 2016, p. 130) (Ebadi, et al, 2017).

En las investigaciones de Huerta et al. (2020) menciona distintos compuestos y valores de la composición del aceite esencial de cedrón los cuales son alrededor de 23 han sido efectivos como insecticidas y repelentes de moscas, mosquitos a concentraciones de 1% o 2% causando así una tasa de mortalidad del 85% (Fermín et al., 2016, pp. 5). En cuanto a actividad larvicida es aplicado contra *P. operculella* con una inhibición del 50% (Mahdavi et al, 2020), también controla la proliferación de huevos de mosca azul y adultos (Farina, et al, 2021).

### **Ciprés** (*Cupressus sempervirens*)

Uno de los principios activos del AE de ciprés es el  $\alpha$ -pineno, limoneno y careno que conforman los monoterpenos (Saravia, 2016; Alvarado & Vásquez, 2019; Kesbiç, 2020).

El AE de ciprés tiene una alta actividad insecticida con una tasa de mortalidad superior al 80% contra la mosca doméstica e insectos de otro tipo que no afectan de gran manera a la población mundial (Saravia, 2016, p. 35), el AE de ciprés también tiene efecto de inhibición sobre *Aedes aegypti*, *Culex quinquefasciatus* y *Anopheles stephensi* (Tabanca, 2016; Basile, 2022).

### **Citronela** (*Cymbopogon nardus*)

El aceite esencial de citronela contiene mayoritariamente citral (78-82%), geraniol, elol, neral (69%), borneol, luteolina, isoorientina, ácido p-cumárico, entre otros (Ortíz 2018). Algunos autores han documentado que el AE de citronela presenta un 26% de citronelal, 14% de geraniol, 9.9% de elemol, 6.5% de germacreno D-4-ol, 6.1% de citronelol, y demás compuestos con valores inferiores a estos (Rodríguez-Pérez et al., 2016).

Gracias a su alto contenido de citronelol y geraniol presenta una leve actividad repelente frente a insectos domésticos, uno de los insectos específicos frente al que tiene una tasa de mortalidad del 90% es *A. aegypti* y *Musca domestica* con tasas de mortalidad de hasta un 60 % (Ortíz, 2018; Chauhan, 2018).

### **Clavo de olor** (*Syzygium aromaticum*)

Según Aguilar & López (2015) el aceite esencial de clavo de olor está compuesto por un 83.6% eugenol, 11.6% acetato de eugenilo, 4.2% cariofileno (Moura, 2012) y demás compuestos que se encuentran por debajo del 1% (Valdéz, 2016).

El aceite esencial de clavo de olor es un excelente repelente para mosca de la fruta (*Anastrepha obliqua*) con una tasa de mortalidad superior al 60% (Gonzales & Pereira 2017). Asimismo presenta actividad insecticida hacia otras especies como mosquito de la fiebre amarilla o dengue (*Aedes aegypti*), mosquito vector de filariasis (*Culex quinquefasciatus*) mosquito vector de la malaria (*Anopheles dirus*) e insectos de la familia de los coleópteros especialmente contra *Sitophilus granarius* (Sangucho, 2018; Plata, 2018).

### **Comino** (*Cominum cyminum*)

La investigación sobre el AE de comino no ha sido amplia, según el estudio de Yucra (2015), está compuesto en su mayoría de monoterpenos como el benzaldehído, p-isopropil y terpinol y en menor proporción por taninos, resinas, flavonoides y sustancias albuminosas. Accame (2017) indica que los compuestos con mayor porcentaje son: aldehído cumínico con 25.2%, p-menta-1.3-dien-7-al y p-menta-1.4-dien-7-al con valores de entre 13 y 17%. Los principios activos del AE de comino tienen una alta actividad insecticida con una tasa de mortalidad superior al 65% contra mosca doméstica (Yucra, 2015; Khorrami, 2018).

### **Cúrcuma** (*Curcuma longa*)

La cúrcuma contiene ar-turmerona (36.9%),  $\alpha$ -turmenona (13.9%),  $\beta$ -turmenona (18.9%),  $\alpha$ -curcumeno (1.8%), citral (0.3%), cariofileno (0.08%), y más compuestos con porcentajes menores a 1% (Ortega & Usca, 2018, p. 7); Andrés (2018) indicó que existen otros componentes importantes como  $\alpha$ -felandreno, borneol, sabineno, cineol y zingibereno.

Por sus componentes muestra propiedades insecticidas contra insectos domésticos y uno de los más reconocidos frente a *Aedes aegypti* y *Cabbage looper* a concentraciones

de 0,0025% provoca un 50% de mortalidad y al 0,0044 % provoca un 95 % de mortalidad (Muñoz V. et al., 2015, p. 78) (de Souza, et al, 2016).

### **Enebro** (*Juniperus communis*)

El aceite esencial de enebro es característico por su uso en el área veterinaria, dentro de su composición química existen alrededor de 80 compuestos, los más representativos son:  $\alpha$ -pineno (38.03%), mirceno (22.82%), germaceno-D (14.15%), limoneno (2.81%), trans-nerolidol (5.88%), óxido de monoílo (1.64%),  $\beta$ -pineno (1.47%), tetradecano (1.41%), y más compuestos por debajo de los valores anteriores (Ygueravide Romero, 2017, pp. 28-30).

La principal utilización de este aceite esencial es como insecticida natural en el sector agrícola para el control de plagas de mosquitos, especialmente *Bemisia tabaci* (Mosca blanca), *Tribolium castaneum* y *Liposcelis bostrychophila*, estos dos últimos ejemplos son repelidos en estado adulto por el alto contenido de pineno en el AE que incluso puede generar una tasa de mortalidad mayor al 60% contra huevos y mosquitos en estado adulto en varias plantaciones de productos agrícolas (Marín Martínez, 2017, p. 13) (Guo, et al, 2016) (Khani, et al, 2017).

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

El aceite esencial de eucalipto es uno de los más usados no solo por su capacidad antibacteriana y antimicrobiana sino que su composición con más de 56 compuestos químicos dentro de los que se destacan: eucaliptol con 57.85%,  $\alpha$ -pineno con 22,81%, 3.72% de  $\alpha$ -terpinil acetato, 1.85% de  $\beta$ -mirceno, 1.6 % de viridiflorol, 1.53% de  $\beta$ -pineno, 1.49% de aromadendreno, 1.27% de  $\alpha$ -Terpineol (Argote-Vega, 2017; Morales (2019).

La actividad insecticida de este aceite esencial se ha probado exitosamente frente a gorgojo de maíz y *Culex pipiens quinquefasciatus* siendo uno de los más aplicados y utilizados. En un estudio realizado con este AE a una concentración 0.16  $\mu\text{l}/\text{cm}^2$  a un tiempo de 96 horas genera una tasa de mortalidad de 9%; la concentración 0,31  $\mu\text{l}/\text{cm}^2$  a 84 horas la tasa de mortalidad es de 12%, y en la concentración 0,63  $\mu\text{l}/\text{cm}^2$  la tasa de mortalidad es del 16% (Morales, 2019, pp. 40-50) (Chauhan, 2018; Tian, Dong, Zhou & Yang, 2020).

### **Eucalipto limón** (*Eucalyptus citriodora*)

El aceite esencial de eucalipto limón al ser parte de la familia del eucalipto tiene más de 50 compuestos como citronelal (90.18%), citronelol (3.52%), isopulegol (2.5%), geraniol (2.04%), cariofileno (0.46%), 1.8-cineol (0.28%), y más compuestos con valores menores a los mencionados (Zambón et al., 2021). En cuanto a su actividad de repelencia e insecticida ha sido altamente efectivo frente a los vectores de enfermedades como la fiebre amarilla, dengue, malaria, entre otras, tienen una efectividad muy alta llegando a una tasa de mortalidad de casi el 60% ante dichos mosquitos domésticos y además de *Culex pipiens* (Zambón et al., 2021, pp. 45-48) (Mukarram, et al, 2021).

### **Geranio** (*Pelargonium odoratissimum*)

El aceite esencial de geranio está compuesto por monoterpenos, sesquiterpenos y compuestos oxigenados, estos últimos se encuentran alrededor del 74% de la composición del aceite; los monoterpenos figuran el 22,60% de la composición, dentro de estos están el geraniol con 12,69% y citronelol con el 8,99% (Pombo Ospina et al., 2016, p. 74). Este aceite esencial tiene una tasa de mortalidad superior al 50% en cuanto a su actividad de repelencia e insecticida frente a mosquitos de la fiebre amarilla, dengue y mosca doméstica ya sea cuando estos están en huevos o en larvas, la concentración de esta va en 90 ug/ml (Pombo Ospina et al., 2016, p. 89) (Freitas, et al, 2021).

### **Hierba buena** (*Mentha spicata*)

El aceite esencial de hierba buena presenta compuestos terpenoides como carvona que llega hasta un 60% seguido por mentol que compone casi el 40% (Ortuño, 2006), otros compuestos con cantidades menores se están; acetato de mentilo, cineol, isomentona, limoneno, y otros (SENA, 2010) (Antezana, 2017, p. 14); presenta además  $\alpha$ -terpineol, farnesol, fitol, linalool, prenol y vetiselinelol (Li et al. 2014) (García-Grijalva, 2018, p. 13). En general los aceites esenciales de plantas de la familia Lamiaceae son buenos insecticidas y repelentes frente a insectos de la papa especialmente sobre *Tecia solanivora*, *T. castaneum* y *L. serricorne*, estos dos últimos cuando se encuentran en su estado adulto. El AE tiene muestra una tasa de mortalidad del 65% contra dichos

insectos a cantidades de 0.6mg/L, 68.4 mg/L y 18.14 mg/L respectivamente para cada insecto (Ramírez et al., 2020, p. 256) (Pang, et al, 2020) (Brahmi, et al, 2016).

### **Hierba luisa** (*Cymbopogon citratus*)

Los principios activos del aceite esencial de hierbaluisa están presentes en mayor proporción en las hojas y su composición varía entre 0.1 a 43.37%, entre los compuestos más representativos se encuentran: geranial (43.37%), neral (31.15%), limoneno (15.56%), geraniol (4.74%), linalool (1.10%), acetato de geranilo (0.64%), y otros compuestos en porcentajes inferiores (Meza & Vargas 2016; Linares et al. 2005).

El aceite esencial de hierba luisa tiene una alta actividad insecticida con una tasa de mortalidad superior al 50% frente a mosca doméstica e insectos como es el caso de *Ulomoides dermestoides* y *Sitophilus granarius* (Saravia, 2016; Plata, 2020; Moutassem, 2021).

### **Jengibre** (*Zingiber officinale*)

El aceite esencial de jengibre se caracteriza porque en su composición se encuentran mayoritariamente sesquiterpenos como el  $\alpha$ -zingibereno (7-8.5%),  $\alpha$ -curcumeno (2.5-3%),  $\beta$ -bisaboleno (3-3.8%) y  $\alpha$ -farneseno (3-4%); en cuanto a los compuestos monoterpenos están  $\alpha$ -pineno (1.5-2%), canfeno (5-6%) y mirceno (1-4%) (Rojas-Graú, 2019) (Tapiero et al., 2017, p. 84); presenta además  $\beta$ -sesquifelandreno y  $\alpha$ -farneseno (Contreras, 2019, p. VII).

Por su contenido alto de  $\alpha$ -zingibereno tiene la capacidad de repeler y eliminar varios insectos de plantaciones agrícolas especialmente en cultivos de tomate, este aceite esencial causa una tasa de mortalidad relativamente alta contra varios insectos y plagas como lo son *Tuta alboluta*, *Bemisia Tabaci*, *Tetranychus urticae*, *T. evansi*, *Leptinotarsa decemlineata*, *Spodoptera exigua* y *Neoleucinodes elegantalis* (Bermudez & Bermudez, 2021) (Madreseh, Pirali & Dehgani, 2018) (Chen, et al, 2018).

### **Lavanda** (*Lavandula*)

El aceite esencial de lavanda es uno de los principios activos que más contenido de linalol y acetato de linalilo posee en su composición, entre los compuestos con mayor proporción están: linalol (39.78%), acetato de linalilo (35.51%), 1.8-cineol (6.08%), alcanfor (5.59%), cisosimeno (1.7%), transocimeno (1.37%), acetato de lavandulilo (1.18%), transcariofileno (1.22%), y más compuestos con valores menores al 1% (Marín Muñoz, 2019, pp. 24-26).

Este AE tiene una alta actividad insecticida con una tasa de mortalidad del 30% contra pulgas e insectos, también inhibe la reproducción de *Sitophilus granarius*, *Sitophilus zeamais* Motschulsky, *T. castaneum*, *Tenebrio molitor* y *Cryptolestes ferrugineus* todas estas a concentraciones de 0.45 a 0.75 mg/L (Bermudez & Bermudez, 2021, p. 13) (Germinara, et al, 2017) (Warner, et al, 2021).

### **Lima** (*Citrus aurantifolia*)

El aceite esencial de lima o comúnmente conocido en otras zonas y países como limón criollo es uno de los que más contenido de limoneno tiene con un 35.68%, otros de los componentes que se encuentran en este AE son:  $\beta$ -pineno (15.6%),  $\gamma$ -terpineno (9.4%), acetato de geranilo (7.95%), z-citral (5.3%), geraniol (3.2%),  $\beta$ -felandreno (2.8%), geraniol (2.35%), y más componentes con valores inferiores a los indicados (Carrera, 2018, p. 56); asimismo, Medrano (2019) indica que dentro de los componentes de lima están quinonas, taninos, flavonoides, dihidroflavonoles y aminoácidos.

El AE de lima ha mostrado ser efectivo especialmente frente a *Aedes aegypti*, *Tetranychus urticae* y *Phytoseiulus persimilis* superando el 70% de mortalidad por lo que es utilizado como un suplemento agrícola en cada una de las aplicaciones de productos agrícolas (Pupiro-Martínez et al., 2018, p. 3) (Oboh, et al, 2017).

### **Limón** (*Citrus limon*)

El AE de limón contiene un sinnúmero de componentes químicos entre los más importantes están: limoneno (58,17),  $\beta$ -pineno (13,22),  $\gamma$ -terpineno (11,72),  $\beta$ -mirceno

(1,75), octanal (1,67), citronelal (1,5),  $\alpha$ -terpineol (1,19), entre otros en menor proporción (Argote-Vega et al., 2017, p. 56).

Entre las especies de insectos que más sensibilidad han mostrado a este AE se encuentran *A. aegypti*, *Cx. Quinquefascitus* y *A. albopictus*, 3 de los insectos en los que el aceite esencial de limón es utilizado generando una inhibición completa y una tasa de mortalidad del 63%, en cambio solo genera repelencia frente a insectos como *Cx. tarsalis*, *Cx. pipiens*, *Anopheles albimanus*, *Periplaneta fuliginosa*, *Blattella germánica* y *Periplaneta americana* (Leyva et al., 2017, pp. 140-146) (Fouad & da Camara, 2017).

### **Mandarina** (*Citrus reticulata*)

El AE de mandarina es otro de los cítricos mayormente utilizado, este al igual que el limón contiene más de 60 compuestos en su composición que entre los más importantes presenta: 70.88% de limoneno, 7.14% de  $\gamma$ -terpineno, 6.69% de 21abaco21, 3.52% de octanal, 2.79% de  $\beta$ -mirceno, 1.25% de timol, y más compuestos que le dan distintas características pero sus valores se encuentran por debajo del 1% (Argote-Vega et al., 2017, p. 56).

El AE de mandarina es uno de los que más genera repelencia ante distintos mosquitos como *Periplaneta americana*, *Blattella germánica*, *Periplaneta fuliginosa* y *Pediculus humanus capitis*, en cuanto a *A. aegypti* es repelido por la actividad larvica que tiene este aceite esencial (Leyva et al., 2017, pp. 143-148) (Fouad & da Camara, 2017).

### **Manzanilla** (*Matricaria chamomilla* L.)

La manzanilla es una de las plantas con más compuestos bioactivos presentes, con alrededor de 40 compuestos, dentro de los más importantes están el dicloester (47,6%), óxido de bisabolol (24.15%),  $\beta$ -farneseno (30.2%), p-cimeno (10.07%), anetol (7.8%), limoneno (3.8%), y otros con valores inferiores (Melo-Guerrero et al., 2020, p. 851). Cosco (2020) indica también la presencia de flavonoides (1-3%), cumarinas y lactonas sesquiterpénicas, estos dos últimas en porcentajes inferiores al 10%.

El AE de manzanilla tiene una alta capacidad insecticida frente a insectos chupadores, también tiene actividad contra *Blattaorientalis*, *Spodoptera*, *Red Flour Beetle*,

*Tribolium castaneum* Herbst y en cuanto a actividad nematicida frente a *Meloidogyne incognita*, utilizando concentraciones de entre 0.14 y 0.36 mg/L para tener una tasa de mortalidad máxima de 55% (Padilla, 2015, p. 22) (Elnabawy, Hassan & Taha, 2022) (Stappen, et al, 2021).

### **Mejorana** (*Origanum majorana* L.)

El AE de mejorana es uno de los que menos compuestos químicos presenta en su estructura, dentro de los cuales se encuentran terpinen-4-ol (25,9%),  $\gamma$ -terpineno (11.6%), linalol (10.3%),  $\alpha$ -terpineno (8.1%), cis-piperitol (6%) y sabineno (5.8%), además de estos existen compuestos con valores inferiores a 2% como son flavonoides y cumarina (Mamani & Gómez, 2019, p.28).

El AE de mejorana tiene características insecticidas similares al de la manzanilla como es el caso de *Blattaorientalis*, *Spodoptera*, polilla del arroz, *Corcyra cephalonica* y en cuanto a actividad nematicida frente a *Meloidogyne neincognita* (Mamani & Gómez, 2019, p.38) (Prabu, Jing, Chandran & Mathew, 2020).

64090645

### **Menta** (*Mentha piperita* L.)

El aceite esencial de menta es uno de los aceites con mayor cantidad de pulegona (96%) en su estructura, existen también en la estructura cetonas terpénicas con menores porcentajes como son l-mentona, piperitona, isopiperitenona; otros de los compuestos que esta tienen son alcoholes como linalol, isomentol, mentol, neomentol, 3-octanol, además de ésteres, acetatos de hidrocarburos como  $\alpha$  y  $\beta$  pineno y limoneno (Morales, 2019, pp. 15-16).

Por su variada composición, este aceite esencial tiene actividad insecticida contra gorgojos del género *Sitophilus* llegando a tener una tasa de mortalidad elevada a las 24 y 48 horas de aplicación con un 100% de mortalidad. A una concentración de 0.03 p/p alcanza una mortalidad del 30% a los 5 días, a concentración de 0.04% p/p una mortalidad de 40% a los 10 días y a concentraciones superiores alcanza el 100% de mortalidad al mes de aplicación; también posee actividad insecticida frente a 3 tipos de insectos que habitualmente atacan a la fruta como lo es *T. castaneum*, *L. serricornis* y *L. bostrychophila* inhibidas habitualmente a concentraciones de 18.1 mg/L, 12.6

mg/L y 0.6 mg/L respectivamente cuando están en estado adulto (Morales, 2019, p. 16) (Pang, et al. 2020) (Chauhan, Malik & Sharma, 2018).

### **Naranja** (*Citrus sinensis*)

El aceite esencial de naranja es uno de los que más porcentaje en monoterpenos tiene en su composición como es el limoneno y mirceno, otros compuestos con menor porcentaje están heptaldehido, citral, linalol, terpineol, entre otros (Martínez, 2017, p. 4). Juárez et al., (2015), indica que existen 4 compuestos que se encuentran en mayor proporción y que superan el 15% cada uno, estos son limoneno,  $\beta$ -linalol, decanal y 2(10)-pineno(S,5S).

Este aceite esencial puede ser utilizado frente a *T. castaneum* que es el insecto más repelido, con un porcentaje de inhibición de 55%, en sus cuatro etapas de vida ya sea adulto, huevos, larva y pupa, también se utiliza este AE para control de insectos con mayor capacidad de afección como es el caso de *T. confusum*, *C. maculatus* y *S. oryzae* que para su control debe estar aplicado a concentraciones entre 0.7 y 1.5 mg/L en los 3 casos (Sönmez et al., 2017, p. 244) (Oboh, et al, 2017) (Brito, et al, 2021).

### **Orégano** (*Origanum vulgare*)

Este es uno de los aceites esenciales que tiene una mayor concentración de timol el cual supera el 67%, seguido de p-cimeno (11.66%), y-terpineno (5.51%), cariofileno (5.38%), oxido de cariofileno (2.22%), trans-a-bergamoteno (1.65%), eugenol (1.49%) y a-bergamoteno (1.33%) (Acevedo et al., 2013, p. 44).

En lo que respecta a su capacidad insecticida, todos los insectos adultos de *S. zeamais* tanto en la etapa postcosecha del maíz como en su etapa de larva, luego de 48 horas tiene un efecto insecticida del 50%, en cambio el chinche de cama es afectado en un 33% en su estado de reproducción al momento de utilizar el aceite esencial de orégano (Costa-Becheleni et al., 2020, p. 641) (Sharififard, et al, 2018).

### **Pachuli** (*Pogostemon cablin*)

Este tipo de aceite esencial es uno de los insecticidas tropicales más utilizados por sus características y sus principios activos como, patchoulol (29.41%), a-bulnesene (18.61%), a-guaiene (13.59%), b-patchoulene (5.5%), y más compuestos con

porcentajes menores pero que aun así los hace relevantes como son: g-gurjunese, pogostol, b-garyophyllene, entre otros (Lozano, 2018).

Según la investigación realizada por Gonzales & Pereira (2017) el aceite esencial de clavo de olor es un excelente repelente para mosca de la fruta (*Anastrepha obliqua*) mismo que le causa una tasa de mortalidad superior al 60%; otra investigación realizada también muestra que el AE es insecticida hacia otras especies como mosquito de la fiebre amarilla o dengue (*Aedes aegypti*), también este AE es utilizado para la inhibición y muerte de *T. castaneum*, *L. serricornis* y *L. bostrychophila* llegando a una tasa de mortalidad del 50% (Feng, et al, 2019) (Yang, Isman & Tak, 2020).

#### **Palo de rosa (*Tipuana tipu*)**

Los principales compuestos en el aceite de hoja fueron limoneno (8,3%), óxido de cariofileno (13,6%) y transcariofileno (8,1%), en los tallos principalmente en limoneno (2,1%), mirceno (19,8%) y mentofurano (1,7%) y z-bocimeno (1,3%) (Miguel Leyva et al., 2017, p. 201).

Este al no contener principios activos con una tasa insecticida mayor solo es utilizado como repelente de moscos domésticos más no contra plagas de alguna especie de planta en específico (Suárez, 2019).

#### **Palo santo (*Bursera graveolens*)**

Los principios activos del aceite esencial de palo santo, en mayor porcentaje son, limoneno (58.3%), felandreno (33.3%), terpineno (10.3%), p-cimeno (5.3%) y terpinoleno (1.8%), también se encuentran otros compuestos con valores inferiores y que no tienen mucha relevancia como es el caso de dihidro-a-agarofurano,(-)-5,11-epoxi-4<sup>a</sup>,5b,10<sup>a</sup>-eudesm-1-en, (-)-4<sup>a</sup>-hydroxydihydroagarofuran, (-)-3b, 4b-oxidoagarofuran y (-)-10-epi-g-eudesmol (Santana et al., 2019, p. 46).

Por su alto contenido de limoneno este tiene un efecto insecticida y larvicida contra mosquito del dengue (*A. aegypti*) y larvas básicas que se pueden encontrar inclusive en zonas residenciales domésticas, este también tiene un efecto sobre *Tribolium castaneum weevil* pero con una tasa de mortalidad baja a concentraciones normales, y

a concentraciones elevadas sube su mortalidad en un 50% (Sanabria et al., 2017, p. 27) (Jaramillo, Suarez & Marrugo, 2019)

### **Petitgrain** (*Citrus aurantium subsp. Amara*)

Según el estudio realizado por Marrone (2016) los principios activos que tiene el aceite esencial de Petitgrain son acetato de linalilo linalol, geraniol, ácido acético, terpenos, beta pineno, limoneno y alcoholes, todos estos varían en porcentaje de entre 20 y 35. Teniendo en cuenta que el linalol y el geraniol son los componentes de mayor relevancia en cualquier tipo de estudio ya sea en actividad microbiana o en repelencia e insecticida contra distintas especies.

Este aceite esencial es muy utilizado para el control de mosca de las frutas (*Drosophila melanogaste*) en todos sus estados de vida desde huevos hasta adultos con una tasa de mortalidad del 75%, este también es aplicado contra *Cryptolestes ferrugineus*, *Liposcelis bostrychophila* y *Tribolium castaneum* (Cofre Santo & Jativa, 2012) (Bnina, et al, 2019).

### **Pimienta negra** (*Piper nigrum*)

El aceite esencial de pimienta negra es uno de los más fuertes del mercado en cuestión de utilización de laboratorio, esto se debe a que tiene una gran cantidad de componentes que aportan en su composición compuestos como son: a-pineno, canfeno, a-tuyona, sabineno, a-felandreno, b-pineno, limoneno, cariofileno, mirceno, linalol, terpinen-a-ol, entre otros. Los compuestos que predominan son el pineno en ambas versiones y el limoneno con porcentaje de 36 y 41 % respectivamente (Brenes & Campos, 2016, p. 26).

El aceite esencial de pimienta negra tiene una alta efectividad repelente e insecticida frente a dos tipos de insectos que son el picudo negro (*Cosmopolites sordidus Germ*) y picudo rayado (*Metamasius hemipterus Oliv*) característicos de las plantaciones de banano y tiene una tasa de mortalidad del 61% y 75 % respectivamente, este también por su característico aroma es utilizado para la inhibición de *Tetranychus urticae* (Lester, 2015, p. 13) (Vinturelle, et al, 2017).

### **Pino (*Pinus*)**

El aceite esencial de pino es uno de los que menos compuestos contiene, dentro de los que más representados se encuentran longifoleno (32,95 %), 1,8-cineol (25,43 %), viridiflorol (7,76 %) y allo-aromadendreno (9,50 %) (Pino et al., 2017, p. 177).

Este aceite esencial tiene un alta capacidad insecticida y repelencia contra tres especies de mosquitos, una de estas es *A. aegypti*, *Cx. quinquefasciatus* y *An. Stephensi* con tasas de mortalidad de 60, 70 y 85 % respectivamente (Maureen Leyva et al., 2019, pp. 240-241).

### **Romero (*Rosmarinus officinalis L.*)**

Según estudios realizados el AE de romero está compuesto por piperitona (23.7%), a-pineno (14.9%), linalol (14.9%), camfor (4.97%), canfeno (3.33%), acetato de bornilo (3.08%), 1.8-cineol (7.43%), mirceno (2.07%), entre otros que le brinda varias propiedades (Coy & Acosta, 2016, p. 12).

Este aceite esencial por sus características organolépticas, tiene un alto grado de repelencia y de acción insecticida sobre dos especies que son *Spodoptera litura* y *Myzus persicae* con tasas de 25% en ambos casos (Pratissoli et al., 2020, p. 62) (Elmhalli, et al, 2019).

### **Rosa (*Rosa L.*)**

El AE de rosa está compuesto por más de 20 principios activos, dentro de los principales se encuentran citronelol (31-44%), geraniol (9-15%), nerol (5-11%), nonadecano (8-14%), 1-nonadeceno (2-5%) y eugenol de metilo (3%), mientras que los compuestos con menores porcentajes en su composición se encuentra acetato de citronelilo, linalool, alcohol feniletílico y acetato de geranilo (Jami & Jaramillo, 2019, p. 12).

El aceite esencial de Bergamota es uno de los que más efecto de inhibición y repelencia muestra frente a la mosca blanca, *Bemisia tabaco*, insecto que afecta a la gran mayoría de los cultivos (Jami & Jaramillo, 2019), en concentraciones desde 0.003 hasta 0.9 uL/mL tanto para el insecto en estado larval y adulto generando una tasa de mortalidad del 87%.

### **Salvia clara** (*Salvia sclarea*)

El aceite esencial de salvia clara está compuesto por terpenos y flavonoides, entre los principales y más reconocidos están: alcanfor, borneol y a y B tuyoona; diterpenos: ácido carnósico, carnosol; como flavonoides apigenol, glucósidos de luteolol y como fenólicos caféico y rosmarínico (Corell, 2019, p. 14).

Al no contener limoneno, este no es un buen insecticida, pero por sus bajos contenidos de otros elementos puede ser utilizado como un repelente hacia la mosca doméstica y contra *Aedes aegypti* la que engloba a toda la familia de los dípteros (Corell, 2019, p. 32) (Ríos, Stashenko & Duque, 2017).

### **Sándalo** (*Santalum álbum*)

Según el estudio realizado por Plaza & Berzosa (2015) el aceite esencial de sándalo contiene varios compuestos dentro de los principales se encuentran, citronelol linalol, piperitol, mentol, lavandulol, cedrol, santolol, nerodilol y globulol, todos estos en porcentaje de entre 5% y 37%, además de esos existen otros compuestos minoritarios con valores inferiores al 1% como es el citreol.

Este aceite esencial de tiene un efecto insecticida frente a un insecto en especial que es el gusano blanco de la papa (*Premnotrypes vorax Hustache*), en estado adulto tiene una tasa de mortalidad del 16.67% con dosis del 10% a las 72 horas de aplicación y en estado de larva este porcentaje aumenta al 25% con la misma dosis y el mismo tiempo de exposición (Peña, 2018, p. 3).

### **Tomillo** (*Thymus vulgari*)

Según estudios realizados por Matiz et al. (2015) el AE de tomillo tiene un total de 14 compuestos en su estructura, dentro de los más importantes y con más porcentaje están: timol (63.46%), p-cimeno (18.90%), carvacrol (12.48%), g-terpineno (7.79%), cariofileno (2.38%), eucaliptol (1.94%), terpinen-4-ol 1.15%) y linalool (2.59%).

*Trialeurodes vaporariorum* conocido comúnmente como mosca blanca es el insecto que es controlado o inhibido con la ayuda del aceite esencial de tomillo a concentraciones de 0.0023 y 0.0047 ml/ml para llegar a una tasa de mortalidad de hasta el 92% según el tiempo de aplicación (Henning et al., 2018, p. 358) (Küçükaydın, et al, 2021).

### **Toronja** (*Citrus paradisi*)

Al ser un AE cítrico tiene compuestos como limoneno (7.83%), mirceno (6.44%), sabineno (6.05%),  $\alpha$ -pineno (5.1%), geranial (14.89%), linalool (9.49%), ledol (26.83%), germacreno d (20.67%), y cubebeno (17.4%); además de estos existen también otros que no aportan con características funcionales al aceite esencial no solo por su cantidad sino porque no son compuestos prioritarios en cuanto a sus usos se refiere (Soto et al., 2016, pp. 275-278).

El limoneno que este contiene provoca repelencia y carácter insecticida frente a *Ae. Aegypti* y *Ae. Albopictus* que a concentraciones de 5 mg/ml le da una acción inhibidora superior al 50% a las 24 horas de exposición, también es utilizado contra la familia de los dípteros especialmente sobre *Malaria Vector*, *Anopheles stephensi* (Morales-Saldaña et al., 2017, p. 297) (Sanei, et al, 2016).

### **Toronjil** (*Melissa officinalis*)

Mediante estudios realizados se ha demostrado que el eugenol es el compuesto mayoritario con 45.47%, seguido del cariofileno (40.77%),  $\alpha$ -cariofileno (2.94%), 3-metil-isopropil fenol (1.52%) y germacreno (1.17%) (Acevedo, Navarro, & Montero, 2013, p. 49).

Este aceite esencial por sus características organolépticas tiene un alto grado de repelencia y de acción insecticida sobre dos especies que son *Spodoptera litura* y *Myzus persicae* con tasas de 25% en ambos casos, también se utiliza para el control de *Callosobruchus maculatus* a concentraciones de entre 0.12 a 0.75 mg/L para llegar a una tasa de mortalidad de hasta un 60% (Pratissoli et al., 2020, p. 62) (de Andrade, et al, 2016).

Tabla 2. Aceites esenciales e insectos que son inhibidos por estos

PLANTA	NOMBRE CIENTÍFICO	PATÓGENO		FUENTE
		Nombre común	Nombre científico	
Albahaca	<i>Ocimum basilicum</i>	Mosquito	<i>Culex. Quinefasciatus</i>	Leyva et al., 2020)
		Mosquito del dengue	<i>Aedes aegypti</i>	
		Mosquito tigre	<i>A. albopictus</i>	
		Mosquito de la malaria	<i>Anopheles atroparvus</i>	
Anís estrellado	<i>Illinium verum</i>	Gorgojo de maíz	<i>Pagiocerus frontalis</i>	(Rodríguez, 2019)
Apio	<i>Apium graveolens</i>	Mosquito del dengue	<i>A. aegypti</i>	(Andrade-Ochoa et al., 2017 <sup>a</sup> )
Arrayan	<i>Luma apiculata</i>	Insectos	<i>S.p.</i>	(Bodero, 2020)
Árbol de té	<i>Melaleuca alternifolia</i>	Mosquito del dengue	<i>A. aegypti</i>	(Leyva-Silva et al., 2017)
Azahar	<i>Orange blossom</i>	Insectos	<i>S.p.</i>	(Guayanlema & Vargas, 2017)
Bergamota	<i>Citrus bergamia</i>	Mosca blanca	<i>Bemisia 29abaco (Genandius)</i>	(Marín Martínez, 2017)
		Insectos	<i>S.p.</i>	
Canela	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	Mosca doméstica	<i>Musca domestica</i>	(Suárez, 2019)
Cedro de atlas	<i>Cedrus atlántica</i>	Polilla de la madera	<i>Hylotrupes bajulus</i>	(Conciencia ECO, 2021)
		Polilla de ropa	<i>Tineola bisselliella</i>	
		Polilla de las alfombras	<i>Trichophaga tapetzella</i>	
		Mosca doméstica	<i>Musca domestica</i>	
Cedrón	<i>Aloysia citrodora</i>	Mosca doméstica	<i>Mosca doméstica</i>	(Fermín et al., 2016)

Ciprés	<i>Cupressus sempervirens</i>	Mosca doméstica	<i>Mosca doméstica</i>	(Saravia, 2016)
Citronela	<i>Cymbopogon nardus</i>	Mosquito del dengue	<i>B. aegypti</i>	(Muñoz V. et al., 2015)
		Mosca doméstica	<i>Mosca doméstica</i>	
Clavo de olor	<i>Syzygium aromaticum</i>	Mosca de la fruta	<i>Anastrepha obliqua</i>	(Gonzales & Pereira, 2017; Sangucho, 2018)
		Mosquito fiebre amarilla/dengue	<i>Aedes aegypti</i>	
		Mosquito vector de filariasis	<i>Culex quinquefasciatus</i>	
		Mosquito vector de la malaria	<i>Anopheles dirus</i>	
Comino	<i>Cominum cyminum</i>	Mosca doméstica	<i>Mosca doméstica</i>	(Yucra, 2015)
Cúrcuma	<i>Curcuma longa</i>	Mosquito fiebre amarilla/dengue	<i>Aedes aegypti</i>	(Muñoz V. et al., 2015)
Enebro	<i>Juniperus communis</i>	Mosca blanca	<i>Bemisia 30abaco (Genandius</i>	(Marín Martínez, 2017)
Eucalipto	<i>Eucalyptus</i>	Gorgojo del maíz	<i>Sitophilus zeamais</i>	(Morales, 2019)
Eucalipto limón	<i>Eucalyptus citriodora</i>	Fiebre amarilla	<i>Aedes aegypti</i>	(Zambón et al., 2021)
		Dengue	<i>Aedes aegypti</i>	
		Malaria	<i>Anopheles dirus</i>	
		Mosquito común	<i>Culex pipiens</i>	
Geranio de rosa	<i>Pelargonium odoratissimum</i>	Fiebre amarilla / dengue	<i>Aedes aegypti</i>	(Pombo Ospina et al., 2016)
Hierba buena	<i>Mentha spicata</i>	Polilla centroamericana de la papa	<i>Tecia solanivora</i>	(Ramírez et al., 2020)
Hierba luisa	<i>Cymbopogon citratus</i>	Mosca doméstica	<i>Musca domestica</i>	(Suárez, 2019)
		Escarabajo	<i>Ulomoides dermestoides</i>	
		Gorgojo del trigo	<i>Sitophilus granarius</i>	

Jengibre	<i>Zingiber officinale</i>	Polilla perforadora	<i>Tuta alboluta</i>	(Bermudez & Bermudez, 2021) (Madreseh, Pirali & Dehghani, 2018) (Chen, et al, 2018)
		Mosca blanca	<i>Bemisia 3labaco</i>	
		Especie de ácaro	<i>Tetranychus urticae</i>	
		Araña roja	<i>T. evansi</i>	
		Escarabajo de papa	<i>Leptinotarsa decemlineata</i>	
		Gardama o gusano soldado	<i>Spodoptera exigua Neoleucinodes</i>	
		Especie de polilla	<i>elegantalis</i>	
Lavanda	<i>Lavandula</i>	Pulgas	<i>Sicaphonaptera</i>	(Bermudez & Bermudez, 2021) (Warner, el al, 2021)
			<i>Sitophilus granarius</i>	
			<i>Sitophilus zeamais Motschulsky T.</i>	
			<i>castaneum</i>	
			<i>Tenebrio molitor</i>	
Lima	<i>Citrus aurantifolia</i>	Fiebre amarilla / dengue	<i>Aedes aegypti</i>	(Pupiro-Martínez et al., 2018) (Obob, el al, 2017)
		Especie de ácaro	<i>Tetranychus urticae</i>	
		Especie de ácaro	<i>Phytoseiulus persimilis</i>	
Limón	<i>Citrus limon</i>	Fiebre amarilla/dengue	<i>C. aegypti</i>	(Leyva et al., 2017) (Fouad & da Camara, 2017)
		Mosquito de la filariasis	<i>Cx. quinquefascitus</i>	
		Mosquito tigre	<i>D. albopictus</i>	
		Mosquito de fiebre europea	<i>Cx. tarsalis</i>	
		Mosquito de fiebre asiática	<i>Cx. pipiens</i>	

		Mosquito del arbovirus	<i>Anopheles albimanus</i>	
		Cucaracha marrón	<i>Periplaneta fuliginosa</i>	
		Cucaracha rubia o alemana	<i>Blattella germánica</i>	
		Cucaracha amaricana	<i>Periplaneta americana</i>	
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>	Mosquito fiebre amarilla/dengue	<i>E. aegypti</i>	(Leyva et al., 2017)
		Cucaracha alemana	<i>Blattella germánica</i>	(Fouad & da Camara, 2017)
		Cucaracha americana	<i>Periplaneta americana</i>	
		Cucaracha marrón	<i>Periplaneta fuliginosa</i>	
		Piojo de la cabeza	<i>Pediculus humanus capitis</i>	
Manzanilla	<i>Matricaria chamomilla L.</i>	Cucaracha negra	<i>Blatta orientalis</i>	(Padilla, 2015)
		Cogolleros	<i>Spodoptera</i>	(Elnabawy, Hassan & Taha, 2022)
				(Stappen, et al, 2021).
Mejorana	<i>Origanum majorana L.</i>	Cucaracha negra	<i>Blatta orientalis</i>	(Mamani & Gómez, 2019, p.28).
		Cogolleros	<i>Spodoptera</i>	(Prabu, Jing, Chandran & Mathew, 2020)
Menta	<i>Mentha piperita L.</i>	Cogolleros	<i>Sitophilus</i>	(Morales, 2019).
			<i>T. castaneum</i>	(Pang, et al. 2020)
			<i>L. serricorne</i>	
			<i>L. bostrychophila</i>	

Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	Larvas	<i>T. castaneum</i>	(Sönmez et al., 2017) (Oboh, et al, 2017) (Brito, et al, 2021).
Orégano	<i>Origanum vulgare</i>	Insectos de maíz Chinche de cama	<i>S. zeamais</i>	(Costa-Becheleni et al., 2020) (Sharififard, et al, 2018).
Pachulí	<i>Pogostemon cablin</i>	Mosca de la fruta Mosquito fiebre amarilla/dengue	<i>Anastrepha obliqua</i> <i>Aedes aegypti</i>	(Gonzales & Pereira, 2017) (Feng, et al, 2019) (Fang, Isman & Tak, 2020)
Palo de rosa	<i>Tipuana tipu</i>	Mosca doméstica	<i>Musca domestica</i>	(Suárez, 2019)
Palo santo	<i>Bursera graveolens</i>	Mosquito del dengue Larvas	<i>Aedes aegypti</i> <i>T. castaneum</i>	(Sanabria et al., 2017) (Jaramillo, Suarez & Marrugo, 2019)
Pequeño grano	<i>Citrus aurantium subsp. Amara</i>	Mosca de las frutas	<i>Drosophila melanogaste</i> <i>Cryptolestes ferrugineus,</i> <i>Liposcelis bostrychophila</i> <i>Tribolium castaneum</i>	(Cofre Santo & Jativa, 2012) (Bnina, et al, 2019)
Pimienta negra	<i>Piper nigrum</i>	Picudo negro Picudo rayado	<i>Cosmopolites sordidus Germ</i> <i>Metamasius hemipterus Oliv</i> <i>Tetranychus urticae</i>	(Lester, 2015) (Vinturelle, et al, 2017)
Pino	<i>Pinus</i>	Mosquito del dengue Mosquito de la filariasis	<i>F. aegypti</i> <i>Cx. Quinquefasciatus</i>	(Maureen Leyva et al., 2019)

		Mosquito de la malaria	<i>An. Stephensi</i>	
Romero	<i>Rosmarinus officinalis L.</i>	Gusano del tabaco	<i>Spodoptera litura</i>	(Pratissoli et al., 2020)
		Pulgón verde de melocotón	<i>Myzus persicae</i>	(Elmhalli, el al, 2019).
Rosa	<i>Rosa L</i>	Mosca blanca	<i>Bemisia tabaco</i>	(Jami & Jaramillo, 2019)
				(Corell, 2019)
Salvia clara	<i>Salvia sclarea</i>	Mosca doméstica	<i>Musca domestica</i>	(Ríos, Stashenko & Duque, 2017)
Sándalo	<i>Santalum album</i>	Gusano blanco de la papa	<i>Premnotrypes vorax Hustache</i>	(Peña, 2018)
				(Henning et al., 2018)
Tomillo	<i>Thymus vulgaris</i>	Mosca blanca	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	(Küçükaydın, el al, 2021).
				(Morales-Saldaña et al., 2017)
Toronja	<i>Citrus paradisi</i>	Mosquito del dengue	<i>Ae. Aegypti</i>	(Sanei, el al, 2016)
		Mosquito tigre asiático	<i>Ae. Albopictus</i>	
				(Pratissoli et al., 2020)
Toronjil	<i>Melissa officinalis</i>	Gusano del tabaco	<i>Spodoptera litura</i>	(Pratissoli et al., 2020)
		Pulgón verde de melocotón	<i>Myzus persicae</i>	(de Andrade, el al, 2016)

## 2.1 Análisis y discusión de los resultados

Durante los últimos tiempos la mayoría de los insectos han generado resistencia hacia los productos químicos por la sobreutilización de los mismos, por ende, en las zonas agrícolas se ha generado la necesidad de incorporar nuevos insecticidas que inhiban y controlen los insectos de forma correcta y sin afectar el ambiente o el fruto de la planta. Los aceites esenciales que en su composición tienen distintos principios activos logran generar esta acción ya puede generar repelencia o incluso llegar a tener actividad insecticida sobre diferentes insectos y artrópodos que afectan al desarrollo y reproducción de los insectos, atacando su sistema inmunológico y su sistema nervioso por la toxicidad de estos principios activos (Ramírez et al., 2020, p. 256).

Insectos como la mosca blanca o la mosca doméstica se afectan en su sistema nervioso central, pero la diferencia es que en los demás insectos la acción es inmediata e interrumpe el crecimiento de los mismos en cualquier estado; los principios activos que afectan de manera específica al sistema nervioso central (Ramírez et al., 2020, p. 287). Enfermedades de transmisión por mosquitos como *Culex quinquefasciatus*, *Aedes albopictus* y *Aedes aegypti* forman parte de una fauna entomológica de vectores responsables de la circulación de virus y uno de los más importantes el dengue para lo cual la necesidad de generar inhibición en estos es importante (Maureen Leyva et al., 2017, p. 140).

La mayoría de aceites esencial tiene carácter insecticida y de repelencia contra distintos tipos de insectos, todo esto debido a sus componentes, según estudios realizados por Quispe & Taco (2018) existen varios principios activos que presentan esta característica, el limoneno, mentol, mirceno, citronelal y otros compuestos fenólicos, el porcentaje de inhibición o de repelencia va a depender de factores varios y uno de ellos es el porcentaje o cantidad del aceite esencial, *A. aegypti* y *Moscu domestica* son dos de los insectos que tienen mayor afección al utilizar aceites esenciales, algunos de estos no los matan pero si los repelen.

Algunos estudios han corroborado que la actividad insecticida de los aceites esenciales y establecido los mecanismos de acción de los metabolitos secundarios de muchas

plantas que casualmente llegan a coincidir con los que utilizan los insecticidas sintéticos. Los estudios sugieren compuestos de origen vegetal como sinergias de insecticidas sintéticos, que actúan inhibiendo la actividad de las enzimas desintoxicantes, este tipo de inhibición produce un desequilibrio hormonal, lo que explica el deterioro del crecimiento y en última instancia la inducción de la muerte de los insectos, luego de ser expuestos a AE con actividad insecticida (Leyva-Silva et al., 2017, p. 145). Generalmente en todos los insectos la actividad reguladora del crecimiento es afectada ya que genera una toxicidad que afecta a la producción de metabolitos secundarios en el mismo por ende causando una inestabilidad hormonal impidiendo su desarrollo normal, además de esto causa procesos de metamorfosis y hormona juvenil lo que provoca mudas prematuras hacia otros lugares y en el caso extremo la muerte del individuo (Maureen Leyva et al., 2017, p. 143).

Compuestos presentes en los AE y con carácter insecticida de importancia son: el limoneno, da carácter aromático a las plantas, este por lo general es extraído y localizado de cáscara o frutos cítricos lo que le hace tóxico ante distintas plagas externas e insectos como piojos ácaros y distintos insectos de las frutas, generalmente los aceites esenciales cítricos ya que el peso del limoneno constituye un 98% de la cáscara (Aguirre, 2019, p. 9). 1-Methyl-4-(prop-1-en-2-yl) cyclohex-1-ene con fórmula química  $C_{10}H_{16}$  se utiliza mucho como suplemento dietético y también en algunas ocasiones como fragancia para productos cosméticos; aroma principal de la cáscara de los cítricos, el d-limoneno se utiliza ya sea para la producción de alimentos, productos farmacéuticos y combinación de químicos para generar insecticidas; otro de sus usos generales del limoneno es como insecticida botánico o como herbicida orgánico, este también puede ser agregado en detergentes como limpiadores de manos para dar un aroma a limón o naranja y para disolver los aceites (Linde et al., 2016, p. 195). El pineno y geraniol son otros de los compuestos que tiene una relevancia en cuanto a la actividad insecticida y de repelencia sobre los insectos, estos son monoterpenos bicíclicos y generalmente es encontrado en las hojas de las plantas, este es el predecesor del mirceno que en la mayoría de las ocasiones se encuentra solamente en plantas coníferas que a una consistencia o composición mayor al 25% en un aceite esencial genera una fuerte actividad de inhibición contra insectos menores como *Moscu domestica* y mayores como *Aedes aegypti* (Rojas et al., 2019, p. 253).

El cineol que es otro de los que genera una inhibición o característica insecticida, se enfoca especialmente en insectos en estado adulto ya que por sus características este causa dos problemas, la una toxicidad inmediata por el contacto directo y la otra es una actividad anti alimentaria por ende afecta a las funciones reproductivas del insecto (Leyva-Silva et al., 2017, p. 144).

Cada uno de los insectos son afectados de manera diferente, no todos son inhibidos por el mismo aceite esencial debido a su composición y resistencia a algunos de los compuestos que los forman, pero existen insectos que son inhibidoras por varios aceites esenciales a la vez, todo esto va a depender de la concentración a la cual este sea utilizado y el tiempo de exposición del insecto ya sea de contacto directo o de inhibición retardada del insecto, ejemplo claro de esto es el cogollero, este no es un insecto de contacto directo sino que es un insecto de tiempo prolongado de inhibición lo que le genera una muerte completa (Aguirre, 2019, p. 58).

## CAPÍTULO IV

### 3 CONCLUSIONES

#### 3.1 Conclusiones

Los aceites esenciales de plantas y sus metabolitos individuales han demostrado un potencial óptimo para la actividad repelente o insecticida frente a varias especies, no sólo insectos, sino otros tipos de artrópodos. Sin embargo, su alta volatilidad disminuye los tiempos de acción. Por lo tanto, estos productos naturales tienen un potencial considerable como productos repelentes comerciales cuando se mezclan con materiales fijadores, mejorando la eficiencia y obteniendo actividades aún mayores. En lo que se refiere al grupo de las llamadas plantas medicinales y sus principios activos como son los aceites esenciales estos pueden ser utilizados como repelentes o insecticidas, con efectividad hacia insectos o plagas en diferentes estados. Debido a la variabilidad en las metodologías encontradas en la literatura para evaluar la repelencia, generalmente cada autor utiliza diferentes condiciones, variables y parámetros cuando la actividad repelente necesita ser cuantificada, dificultando las comparaciones entre resultados de diferentes investigaciones. En consecuencia, los resultados y la efectividad sólo se pueden comparar con un control positivo o negativo, u otros aceites en el mismo ensayo, con la finalidad de clasificar el aceite esencial en un grado de repelencia.

La mayoría de los metabolitos aislados de los aceites esenciales con la mejor actividad repelente se oxigenan como es el caso del grupo hidroxilo. El estudio de los efectos sinérgicos entre los constituyentes de los AE y mezclas de aceites, así como la búsqueda de nuevos aditivos que extiendan los tiempos de protección, representa una herramienta importante para reemplazar derivados sintéticos. Dentro de los principios activos se encuentran las sustancias como: aceites esenciales, aceites orgánicos, aceites volátiles, alcaloides, almidón, antraquinonas, azúcares, flavonoides, minerales, mucílagos, proteínas, saponinas, taninos y vitaminas se encuentran en diferentes cantidades y cada una de estas tiene sus propiedades para el beneficio de la planta y una acción de características de mutualismo con otras especies, en cuestión a los aceites esenciales estos cumplen una función específica pero hay unos que cumplen

funciones de repelencia e insecticida mientras que otros no lo hacen, mediante investigación bibliográfica se estableció la relación entre los componentes de los aceites esenciales y su actividad insecticida o repelente, como ejemplo claro de esto el grupo vegetativo estudiado, gran parte de ellas presenta limoneno y citreol, estos dos juntos generan toxicidad antes insectos como es el caso del causante del dengue que es *Aedes aegypti* como es el caso del aceite esencial de las plantas cítricas que al extraídas de la epidermis de la fruta tienen una alta eficacia debido a su toxicidad afectándole al sistema nervioso central del insecto al mínimo contacto, en el caso del naranjo este tiene una tasa de mortalidad hacia el patógeno de un 55% en cuanto a insecticida se refiere, en cuestión de repelencia, esta es inmediata luego de la aplicación.

La gran familia de los dípteros que son plagas en los cultivos y sus características aerodinámicas de adaptabilidad al medio, resistencia y evolución como el caso de *Anastrepha obliqua* (Mosca de la fruta), causante de grandes pérdidas económicas en diferentes cultivos de importancia; el estadio larval de estos es el que más destrozos causa ya que afecta el desarrollo normal de la planta causándole anomalías desde la polinización de la flor, algunos de ellos ingresan hasta la corteza de los vegetales, en la actualidad se ha demostrado que los agroquímicos no tienen la misma eficiencia que hace unos años debido a las propiedades indicadas de los insectos, por lo que existen estudios para poder generar soluciones hacia dichos insectos, al ser la mayoría de los insectos de la misma familia existe AE que atacan a estos por lo que se podría inducir a la mezcla de estos para lograr un mayor control del insecto por medio del conocido efecto sinérgico de la composición de los aceites esenciales por cuanto generaría una mayor tasa de repelencia e incluso en algunas ocasiones la inhibición del mismo.

El *Aedes aegypti* que es transmisor directo del virus *Flaviviridae* que causa el dengue hemorrágico en la zona tropical y causa del 0.049% de muertes en Ecuador por esta enfermedad (49 de cada 100000 personas); se establece que la combinación de aceites esenciales que se encuentran en plantas aromáticas fuertes como el *Syzygium aromaticum* (Clavo de olor) que se extrae mediante un proceso químico que es el arrastre de vapor de la hoja lo cual le da la característica aromática fuerte dando una tasa superior de inhibición y de repelencia superior al 60%; este tipo de aceites se gasifican y al ser inhalados por los insectos afectan al sistema nervioso central

causándoles atrofas en el cerebro, desorientación, no responde a estímulos de ingesta de alimentos por lo que causa la muerte.

Con respecto al reino animal de los cuales se sirve de consumo humano de forma directa, la *Musca domestica* (Mosca doméstica), es la más abundante y ataca al ganado bovino mediante picadoras y a la vez sirve como vector para otras enfermedades como: mastitis, anaplasmosis, salmonelosis, diarrea viral bovina, entre otras; estas insectos causan estrés al animal, en el caso de la vaca le provoca una pérdida de leche de hasta un 40%; por lo que siendo un animal comestible aprovechado en su totalidad el uso de productos químicos para generar una repelencia está limitado generando necesidad de productos naturales como el uso de aceites esenciales entre los cuales está el: cedrón y ciprés que tienen en común el limoneno, comino que tiene como puestos mayoritarios los flavonoides, citronela (inhibidor de *Aedes aegypti*) con citral con mayor presencia, entre otros, en cuestión del cedrón, ciprés y citronela, estos afectan al insecto por contacto, en cambio el comino es característico debido a que genera un transporte de hormonas; todas estas afectan directamente al sistema nervioso central evitando la respuesta a los estímulos de ingerir alimentos al insecto.

El *Sitophilus zeamais* (Gorgojo de maíz) se convierte en una plaga para las semillas, especialmente es de importancia en el *Zea mays* (Maíz) porque al almacenarlas en cantidades se pierde un alto porcentaje produciendo el deterioro de pérdida de la semilla, afecta en estado larval y de adulto perforando la semilla; al utilizar el aceite esencial *Eucalyptus*, este puede ser utilizado a distintas concentraciones según la necesidad de inhibición y de tiempo del mismo, con una concentración del  $0.16 \mu\text{l}/\text{cm}^2$  tiene un efecto a las 96 horas de la aplicación y la tasa de mortalidad es mínima del 9%, al incrementar la concentración a  $0,31 \mu\text{l}/\text{cm}^2$  el tiempo de actuación baja a 84 horas y la tasa de mortalidad es de 12%, y en la concentración  $0,63 \mu\text{l}/\text{cm}^2$  la tasa de mortalidad es del 16% con un tiempo de 72 horas; la forma de afección hacia el insecto es por contacto y se lo puede realizar de dos formas dependiendo del insecto, la primera actúa una vez el producto sea depositado penetra a través de la cutícula del insecto, y la segunda es mediante ingesta a través del tracto digestivo mediante su alimentación, estas dos formas afectan al sistema nervioso central.

Al realizar un tratamiento o aplicación de productos orgánicos este puede tener efectos positivos como también negativos, la investigación refleja que al realizar una aplicación de los aceites esenciales presentes en las plantas existe dependencia entre la dosis que se aplica y el tiempo de permanencia, por lo cual esta interacción ayudaría en el control de distintas plagas que afectan de gran manera a las plantaciones, las dosis de estos van a depender del porcentaje de pureza del aceite y puede ir desde 5% hasta 35% variando así mismo su tasa de mortalidad hasta un 95% como se da en el caso del limón que tiene un 60% de limoneno lo cual le da una alta eficiencia y tasa de mortalidad en el control de *A. aegypti*, *Cx. quinquefascitus*, *A. albopictus*, *Cx. tarsalis*, *Cx. pipiens*, *Anopheles albimanus*, *Periplaneta fuliginosa*, *Blattella germánica* y *Periplaneta americana*.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Accame, M. (2017). Propiedades terapéuticas del comino. *Derakhasan*.
- Acevedo, D., Navarro, M., & Monroy, L. (2013). Composición química del aceite esencial de hojas de orégano (*origanum vulgare*). *Informacion Tecnologica*, 24(4), 43–48. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000400005>
- Acevedo, D., Navarro, M., & Montero, P. (2013). Composición química del aceite esencial de las hojas de toronjil (*melissa officinalis* L.). *Informacion Tecnologica*, 24(4), 49–54. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000400006>
- Aguilar, A., & López, A. (2015). Extractos y aceite esencial del clavo de olor (*Syzygium aromaticum* y su potencial como agente antimicrobiano ). *Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental, January*. [https://www.researchgate.net/profile/Ana-Aguilar-9/publication/339310008\\_Extractos\\_y\\_aceite\\_esencial\\_del\\_clavo\\_de\\_olor\\_Syzygium\\_aromaticum\\_y\\_su\\_potencial\\_aplicacion\\_como\\_agentes\\_antimicrobianos\\_en\\_alimentos/links/5e68c3524585153fb3d602ae/Extractos-y-aceit](https://www.researchgate.net/profile/Ana-Aguilar-9/publication/339310008_Extractos_y_aceite_esencial_del_clavo_de_olor_Syzygium_aromaticum_y_su_potencial_aplicacion_como_agentes_antimicrobianos_en_alimentos/links/5e68c3524585153fb3d602ae/Extractos-y-aceit)
- Aguirre, A. (2019). Producción y eficiencia de un insecticida botánico a partir de semillas de naranja en el parque metropolitano Guanguiltagua. *Universidad Internacional SEK*, 2(5), 255. ???
- Alvarado, Y., & Vásquez, D. (2019). Efecto antibacteriano in vitro del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Cupressus sempervirens* “Ciprés” y *Pelargonium hortorum* L. “Geranio rojo” en la cepa de *Pseudomonas aeruginosa*. *Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo*, 53(9), 1689–1699. [www.journal.uta45jakarta.ac.id](http://www.journal.uta45jakarta.ac.id)
- Anaya, E. (2018). Efecto antibacteriano del aceite esencial de *Aloysia triphylla* sobre *Staphylococcus aureus*. *Universidad César Vallejo*, 1–37. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/10053/1/T-UCSG-PRE-MED-ENF-413.pdf>
- Andrade-Ochoa, S., Sánchez-Torres, L. E., Nevárez-Moorillón, G. V., Camacho, A. D., & Noguera-Torres, B. (2017a). Aceites esenciales y sus constituyentes como una alternativa en el control de mosquitos vectores de enfermedades. *Biomedica*, 37(July 2018), 1–57.

<https://doi.org/10.7705/biomedica.v34i2.3475>

- Anguisaca, E. (2019). Extracción de seis aceites esenciales: “hierba luisa, limón Meyer, menta piperita, flor de naranjo, Pelargonium graveolens y tomillo” por arrastre de vapor y su aplicación en la gastronomía. *Universidad de Cuenca*, 8(5), 55.
- Antezana, B. (2017). Obtención de aceite esencial e hidrolato de hierbabuena (*Mentha spicata*) mediante el proceso de destilación por arrastre con vapor. *Universidad Mayor San Andrés*.  
[https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/13582/EG-1911-Antezana Ruiz%2C Bryant Fabian.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/13582/EG-1911-Antezana%20Ruiz%20Bryant%20Fabian.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Argote-vega, F. E., Suarez-montenegro, Z. J., Tobar-delgado, M. E., Perez-alvarez, J. A., Hurtado-benavides, A. M., & Delgado-ospina, J. (2017). Evaluación de la capacidad inhibitoria de aceites esenciales en *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* Evaluation of the inability capacity of essential oils in *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* Capacidade de avaliação inibitório de óleos essen. *Bioteología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 2, 52–60m
- Aromium. (2018). Cedro de atlas aceite esencial. *Angewandte Chemie International Edition*, 1–4.
- Azeem, M., Zaman, T., Tahir, M., Haris, A., Iqbal, Z., Binyameen, M., . . . Mozūraitis, R. (2019). Chemical composition and repellent activity of native plants essential oils against dengue mosquito, *Aedes aegypti*. *Industrial Crops and Products*, 140, 111609. doi:<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111609>
- Basile, S., Badalamenti, N., Riccobono, O., Guarino, S., Ilardi, V., Bruno, M., & Peri, E. (2022). Chemical Composition and Evaluation of Insecticidal Activity of *Calendula incana* subsp. *maritima* and *Laserpitium siler* subsp. *siculum* Essential Oils against Stored Products Pests. *Molecules*, 27(3), 588.
- Bermeo Quinde, R. A. (2019). Evaluación del efecto de aceites esenciales como inhibidores del enranciamiento en aceites comestibles. *Universidad Del Azuay*, 1–145. <http://dSPACE.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/6819/1/07260.pdf>
- Bermudez, F., & Bermudez, R. (2021). Uso del compuesto químico alfa-zingibereno como agente repelente e insecticida en cultivos de ES2341085B1. *Spain Bioacids*, 1–12.

- Bnina, E. B., Hajlaoui, H., Chaieb, I., Said, M. B., Jannet, H. B., & Daami-Remadi, M. (2019). Chemical composition, antimicrobial and insecticidal activities of the tunisian Citrus aurantium essential oils. *Czech Journal of Food Sciences*, 37(2), 81-92.
- Brahmi, F., Adjaoud, A., Marongiu, B., Falconieri, D., Yalaoui-Guellal, D., Madani, K., & Chibane, M. (2016). Chemical and biological profiles of essential oils from *Mentha spicata* L. leaf from Bejaia in Algeria. *Journal of Essential Oil Research*, 28(3), 211-220.
- Brito, V. D., Achimón, F., Pizzolitto, R. P., Sánchez, A. R., Torres, E. A. G., Zygadlo, J. A., & Zunino, M. P. (2021). An alternative to reduce the use of the synthetic insecticide against the maize weevil *Sitophilus zeamais* through the synergistic action of *Pimenta racemosa* and *Citrus sinensis* essential oils with chlorpyrifos. *Journal of Pest Science*, 94(2), 409-421.
- Bodero, M. (2020). Estudio Farmacológico y Actividad Antimicrobiana (in vitro) de los Extractos Fluidos de Arayán y Pumín y su Aplicación en una Pasta Dentífrica. *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*, 65–69.
- Bonilla, C. (2019). Acción del aceite esencial de limón en la reintervención endodóntica. *Universidad de Guayaquil*.
- Brenes, S., & Campos, L. (2016). Alternativas no tradicionales para el control del biofilme dental”. *Universidad De Costa Rica Ciudad Universitaria Rodrigo Facio Brenes Facultad De Odontología*.  
<http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/3508/1/40391.pdf>
- Campos, K. (2020). Efecto antibacteriano in vitro de Citrus bergamia Bergamota sobre el Streptococcus mutans ATTC 25175. *Universidad Privada Antenor Orrego*, 1–60.  
[http://www.gonzalezcabeza.com/documentos/CRECIMIENTO\\_MICROBIANO.pdf](http://www.gonzalezcabeza.com/documentos/CRECIMIENTO_MICROBIANO.pdf)
- Carmona, P. (2015). Análisis por métodos espectroscópicos y estudio del proceso de envejecimiento de aceites esenciales de cítricos. *Universidad de Madrid*.
- Carrera, D. (2018). Extracción y caracterización fisicoquímica del aceite esencial obtenido de las hojas y el flavedo del fruto del limón criollo (*Citrus aurantifolia* swingle) cultivado en los departamentos de suchitepéquez, escuintla y santa

- rosa guatemala, a escala laborat. *Universidad de San Carlos de Guatemala*.
- Chauhan, N., Malik, A., & Sharma, S. (2018). Repellency potential of essential oils against housefly, *Musca domestica* L. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(5), 4707-4714.
- Chen, Z. Y., Guo, S. S., Cao, J. Q., Pang, X., Geng, Z. F., Wang, Y., ... & Du, S. S. (2018). Insecticidal and repellent activity of essential oil from *Amomum villosum* Lour. and its main compounds against two stored-product insects. *International Journal of Food Properties*, 21(1), 2265-2275.
- Cofre Santo, C. D., & Jativa, C. (2012). Determinación de la Actividad Insecticida y/o Anti Alimentario del Aceite Esencial de *Tzinsu Tagetes minuta* en *Drosophila melanogaster*. *Facultad de Ciencias, Bachelor*, 88. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1579>
- Conciencia ECO. (2021). *Aceite esencial de cedro de atlas, polivalente y efectivo*. Conciencia ECO.
- Contreras, A. (2019). *Capacidad inhibitoria de los aceites esenciales del Jengibre (Zingiber officinale) y Pino (Pinus sp.) frente a la bacteria Xanthomona sp en condiciones in vitro*.
- Corell, M. (2019). Efecto del estrés hídrico en la fisiología, producción y calidad de los aceites esenciales en *Salvia officinalis* y *S. lavandulifolia* subsp. *vellerea* [Recurso electrónico] / Mireia Corell González ; dirigida por Pedro Cermeño Sacristán, Eduardo Óscar Leidi. *Universidad de Sevilla*. [http://encore.fama.us.es/iii/encore/record/C\\_\\_Rb2442239\\_\\_SEfecto del estrés hídrico en la fisiología, producción y calidad de los aceites esenciales en Salvia officinalis y S. lavandulifolia subsp. vellerea\\_\\_Orightresult\\_\\_U\\_\\_X7?lang=spi&suite=cobalt](http://encore.fama.us.es/iii/encore/record/C__Rb2442239__SEfecto del estrés hídrico en la fisiología, producción y calidad de los aceites esenciales en Salvia officinalis y S. lavandulifolia subsp. vellerea__Orightresult__U__X7?lang=spi&suite=cobalt)
- Cortez-Bedoya, R., & Márquez-Veliz, B. (2019). Producción De Nanopartículas De Plata Mediante Síntesis Verde Usando Extracto De Semillas De Apio ( *Apium Graveolens* ) Y Explorar Su Actividad Larvicida En Mosquitos. *Universidad de Guayaquil*.
- Cosco, D. A. (2020). Actividad inhibitoria del crecimiento de *Streptococcus mutans* y de flora mixta salival por acción de aceite esencial de la *Matricaria chamomilla* manzanilla. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/2149>

- Costa-Becheleni, F. R., Del Toro-Sánchez, C. L., Wong-Corral, F. J., Robles-Burgueño, M. D. R., Cárdenas-López, J. L., & Borboa-Flores, J. (2020). Aceites esenciales para el control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) y efecto sobre la calidad del grano de maíz *Zea mays* Linnaeus (Poales: Poaceae). *Revista Chilena De Entomología*, 46(4), 639–652. <https://doi.org/10.35249/rche.46.4.20.10>
- Coy, C., & Acosta, G. (2016). Actividad antibacteriana y determinación de la composición química de los aceites esenciales de romero (*Rosmarinus officinalis*), tomillo (*Thymus vulgaris*) y cúrcuma (*Curcuma longa*) de Colombia. *Revista Cubana de Plantas*, 3(2018), 1–5.
- da Silva, M. R. M., & Ricci-Júnior, E. (2020). An approach to natural insect repellent formulations: from basic research to technological development. *Acta Tropica*, 212, 105419. doi:<https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105419>
- de Andrade Dutra, K., de Oliveira, J. V., Navarro, D. M. D. A. F., & Santos, J. P. O. (2016). Control of *Callosobruchus maculatus* (FABR.) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) in *Vigna unguiculata* (L.) WALP. with essential oils from four Citrus spp. plants. *Journal of Stored Products Research*, 68, 25-32.
- de Souza, M. A., da Silva, L., Macêdo, M. J. F., Lacerda-Neto, L. J., dos Santos, M. A. C., Coutinho, H. D. M., & Cunha, F. A. B. (2019). Adulticide and repellent activity of essential oils against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) – A review. *South African Journal of Botany*, 124, 160-165. doi:<https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.05.007>
- de Souza Tavares, W., Akhtar, Y., Gonçalves, G. L. P., Zanuncio, J. C., & Isman, M. B. (2016). Turmeric powder and its derivatives from *Curcuma longa* rhizomes: insecticidal effects on cabbage looper and the role of synergists. *Scientific reports*, 6(1), 1-11
- Ebadi, M. T., Sefidkon, F., Azizi, M., & Ahmadi, N. (2017). Packaging methods and storage duration affect essential oil content and composition of lemon verbena (*Lippia citriodora* Kunth.). *Food science & nutrition*, 5(3), 588-595.
- Eisner, T., Eisner, M., Aneshansley, D. J., Wu, C.-L., & Meinwald, J. (2000). Chemical defense of the mint plant, *Teucrium marum* (Labiatae). *CHEMOECOLOGY*, 10(4), 211-216. doi:10.1007/PL00001825

- 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 and Applied Acarology*, 77(4), 585-599.
- Elnabawy, E. S. M., Hassan, S., & Taha, E. K. A. (2022). Repellent and Toxicant Effects of Eight Essential Oils against the Red Flour Beetle, *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). *Biology*, 11(1), 3.
- Emma, A., & Ailen, M. (2019). Aplicabilidad biotecnológica de aceites esenciales de *Lippia alba*. *Universidad Libre, Seccional Barranquilla*, 1(1), 2019. [http://www.ghbook.ir/index.php?name=فرهنگ و رسانه های نوین&option=com\\_dbook&task=readonline&book\\_id=13650&page=73&chkhashk=ED9C9491B4&Itemid=218&lang=fa&tmpl=component%0Ahttp://www.albayan.ae%0Ahttps://scholar.google.co.id/scholar?hl=en&q=APLIKASI+PENGENA](http://www.ghbook.ir/index.php?name=فرهنگ و رسانه های نوین&option=com_dbook&task=readonline&book_id=13650&page=73&chkhashk=ED9C9491B4&Itemid=218&lang=fa&tmpl=component%0Ahttp://www.albayan.ae%0Ahttps://scholar.google.co.id/scholar?hl=en&q=APLIKASI+PENGENA)
- Enriquez, A. (2019). Efecto inhibitorio del aceite esencial de árbol de té (*Melaleuca alternifolia*) sobre cepas de *Porphyromonas gingivalis* al 50%, 75% y 100% de concentración a 24, 48 y 72 horas. Estudio in-vitro. *Universidad Central Del Ecuador*.
- Erosa, M., Jiménez, M., Ortiz, J., & Martínez, N. (2021). Efecto bactericida del aceite esencial de canela contra *Salmonella* spp. *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*, 19, 64–78.
- Escalona-arranz, J. C., Queiroz, C., Oriente, D., & Janeiro, R. De. (2019). Actividad insecticida del aceite esencial de *Ocimum sanctum* var . *cubensis* en el control de *Cochliomyia macellaria* ( Fabricius ), en condiciones de laboratorio . *Revista Científica Amazonas*, 2, 41–56.
- Farina, P., Venturi, F., Ascricchi, R., Flamini, G., Chiriboga Ortega, R. D., Echeverría, M. C., ... & Conti, B. (2021). Andean Plants Essential Oils: A Scented Alternative to Synthetic Insecticides for the Control of Blowflies. *Insects*, 12(10), 894.
- Feng, Y. X., Wang, Y., You, C. X., Guo, S. S., Du, Y. S., & Du, S. S. (2019). Bioactivities of patchoulol and phloroacetophenone from *Pogostemon cablin* essential oil against three insects. *International Journal of Food Properties*, 22(1), 1365-1374.

- Fermín, A., Isamar, B., & García, K. (2016). Extracción y evaluación de aceite esencial de cedrón (*Aloysiatriphylla*) obtenidos por los métodos por arrastre con vapor e hidrodestilación. *Universidad Nacional Agraria La Molina*, 1–30.
- Flores, M. (2010). Investigación de los aceites esenciales, sus características y finalidad de uso. Análisis del estado de su regulación en Chile y en el mundo. *Universidad de Chile*, 9(1), 76–99.
- Fouad, H. A., & da Camara, C. A. (2017). Chemical composition and bioactivity of peel oils from *Citrus aurantiifolia* and *Citrus reticulata* and enantiomers of their major constituent against *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of stored products research*, 73, 30-36.
- Freitas, J. P., de Jesus, I. L. R., Chaves, J. K. D. O., Gijsen, I. S., Campos, D. R., Baptista, D. P., ... & Chaves, D. S. D. A. (2021). Efficacy and residual effect of *Illicium verum* (star anise) and *Pelargonium graveolens* (rose geranium) essential oil on cat fleas *Ctenocephalides felis felis*. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 30.
- Galarza, W., & Quimi, K. (2020). Efecto antifúngico del aceite esencial de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) sobre cepas de *Aspergillus flavus* y *Penicillium expansum*. *Universidad de Guayaquil*.
- García-Grijalva, J. (2018). Extracción de aceite esencial de cedrón (*Aloysia triphylla* Britton) recolectado en Altotonga, Ver., y evaluación de su actividad antioxidante. *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*.
- García, J. (2017). Extracción de aceite esencial por fluidos supercríticos y arrastre con vapor de cedrón (*Aloysia triphylla*) en la región de Arequipa. *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*, 106. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3413/IAgajaj.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Germinara, G. S., Di Stefano, M. G., De Acutis, L., Pati, S., Delfino, S., De Cristofaro, A., & Rotundo, G. (2017). Bioactivities of *Lavandula angustifolia* essential oil against the stored grain pest *Sitophilus granarius*. *Bulletin of Insectology*, 70(1), 129-138.
- Gioffrè, G., Ursino, D., Labate, M. L. C., & Giuffrè, A. M. (2020). The peel essential oil composition of bergamot fruit (*Citrus bergamia*, Risso) of Reggio Calabria (Italy): a review. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 835-845.

- Gomes, P. C. S., Oliveira, H. R. C., Vicente, A. M. S., & Ferreira, M. F. (2006). Production, transformation and essential oils composition of leaves and stems of lemon verbena [*Aloysia triphylla* (L'Herit.) Britton] grown in Portugal. *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s, 8, 130-135.
- Gómez, M., & Tito, V. (2017). Análisis multivariado de componentes terpénicos, en aceite esencial de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*), mediante espectrofotometría UV-Vis derivada. *UPS Sede Quito*.
- Gonzales, C., & Pereira, G. (2017). Evaluacion de la actividad insecticida del aceite esencial del aceite de *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L. M. Perry en el control de auldot s de *Anastrepha obliqua* (Macquart) (Díptera: Tephritidae). *Universidad de Carabobo*.
- González-Guñeiz, R., Silva-Aguayo, G., Urbina-Parra, A., & Gerding-González, M. (2016). ACEITE ESENCIAL DE *Eucalyptus globulus* Labill Y *Eucalyptus nitens* H. Deane & Maiden (MYRTACEAE) PARA EL CONTROL DE *Sitophilus zeamais* Motschulsky. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences, ahead*, 0–0. <https://doi.org/10.4067/s0719-38902016005000005>
- Guayanlema, J., & Vargas, C. (2017). Determinación de la actividad antibacteriana de los aceites esenciales de dos especies de la familia piperaceae recolectadas en la provincia del guayas – ecuador, durante el período abril - agosto del 2016. *Universidad Nacional de Chimborazo*, 1–14.
- Guerrero, N., & Suárez, W. (2020). Obtención de aceite esencial de Albahaca (*Ocimum basilicum* L.) y su aplicación como repelente de kosca doméstica. *Universidad de Guayaquil*, 5(1), 55.
- Guo, S., Zhang, W., Liang, J., You, C., Geng, Z., Wang, C., & Du, S. (2016). Contact and repellent activities of the essential oil from *Juniperus formosana* against two stored product insects. *Molecules*, 21(4), 504.
- Hazarika, H., Tyagi, V., Krishnatreyya, H., Islam, J., Boruah, D., Kishor, S., . . . Zaman, K. (2020). Essential oil based controlled-release non-toxic evaporating tablet provides effective repellency against *Musca domestica*. *Acta Tropica*, 210, 105620. doi:<https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105620>
- Henning, C., Ringuélet, J., Urrutia, M., & Yordaz, R. (2018). Actividad insecticida y repelente de aceites esenciales de laurel y lemongrass sobre *Bemisia tabaci*. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, 38(2), 353–360.

- Hill, D (2017). Enfleurage. Obtenido de: <https://sr-rs.facebook.com/109496256286/photos/this-week-i-am-sharing-more-information-about-different-types-of-distillation-di/10155251639981287/>
- Huerta, J., Samaniego, J., & Ruiton, C. (2020). Chemical Composition of the Essential Oil of *Aloysia Triphylla* “ Cedron ” as input for the preparation of a mouthwash. *Revista de Investigación Científica Ágora*, 07(02), 70–74.
- Inga, G. (2012). Efecto antibacteriano y antifúngico del aceite esencial de *Mentha piperita* (menta), *Origanum vulgare* (orégano) y *Cymbopogon citratus* (hierba luisa) sobre *Streptococcus mutans* ATCC 25175, *Lactobacillus acidophilus* ATCC 10746 y *Candida albicans* ATCC 90028. *Universidad Wiene*.
- Jami, G., & Jaramillo, L. (2019). Químico-biodiversidad de aceites esenciales producidos de variedades híbridas provenientes de diferentes tipos de rosas. *Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito*, 80.
- Jankowska, M., Rogalska, J., Wyszowska, J., & Stankiewicz, M. (2018). Molecular Targets for Components of Essential Oils in the Insect Nervous System—A Review. *Molecules*, 23(1), 34.
- Jaramillo-Colorado, B. E., Suarez-López, S., & Marrugo-Santander, V. (2019). Volatile chemical composition of essential oil from *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch and their fumigant and repellent activities. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 41, 46822.
- Juárez, J. R., Castro, A. J., Jaúregui, J. F., Lizano, J. V., Carhuapoma, M., Choquesillo, F. F., Félix, L. M., Cotillo, P. A., López, J. P., Jaramillo, M. R., Córdova, A. I., Ruíz, J. R., & Ramos, N. J. (2015). Composición química, actividad antibacteriana del aceite esencial de *Citrus sinensis* L. (Naranja dulce) y formulación de una forma farmacéutica. *Ciencia e Investigación*, 13(1), 9–13. <https://doi.org/10.15381/ci.v13i1.3157>
- Kalita, B., Bora, S., & Sharma, A. K. (2013). Plant essential oils as mosquito repellent—a review. *International Journal of Research and Development in Pharmacy & Life Sciences*, 3(1), 715-721.
- Keifer, G., & Effenberger, F. (2021). *Cedro*. *Angewandte Chemie International Edition*.
- Khan, H. A. A. (2021). Toxicity, repellent and oviposition deterrent effects of select essential oils against the house fly *Musca domestica*. *Journal of Asia-Pacific*

- Entomology, 24(1), 15-20. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aspen.2020.10.002>
- Khani, A., Rashid, B., & Mirshekar, A. (2017). Chemical composition and insecticidal efficacy of *Juniperus polycarpus* and *Juniperus sabina* essential oils against *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae). *International journal of food properties*, 20(sup2), 1221-1229.
- Khorrani, F., Valizadegan, O., Forouzan, M., & Soleymanzade, A. (2018). The antagonistic/synergistic effects of some medicinal plant essential oils, extracts and powders combined with Diatomaceous earth on red flour beetle, *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 51(13-14), 685-695.
- Küçükaydın, S., Tel-Çayan, G., Duru, M. E., Kesdek, M., & Öztürk, M. (2021). Chemical composition and insecticidal activities of the essential oils and various extracts of two *Thymus* species: *Thymus cariensis* and *Thymus cilicicus*. *Toxin Reviews*, 40(4), 1461-1471.
- Lester, O. P.-P. (2015). Toxicidad aguda del aceite esencial de Pimienta dioica ( L ) Merr sobre *Cosmopolites sordidus* Germ y *Metamasius hemipterus* Oliv Acute toxicity of Pimienta dioica ( L ) Merr essential oil against *Cosmopolites sordidus* Germ. *La Habana*, 30(L), 4697.
- Leyva-Silva, M. I., French, L., Pino, O., Montada, D., Morejón, G., & Marquetti, M. del C. (2017). Plantas con actividad insecticida: una alternativa natural contra mosquitos. *Revista Biomédica*, 28(3), 137–178. <https://doi.org/10.32776/revbiomed.v28i3.571>
- Leyva, Maureen, French, L., Pino, O., Montada, D., Morejón, G., & Marquetti Fernández, M. (2017). Plantas con actividad insecticida: una alternativa natural contra mosquitos. Estado actual de la temática en la región de las Americas. *Revista Biomédica*, 28(3), 137–178.
- Leyva, Maureen, Marquetti, M. del C., French, L., Montada, D., Tiomno, O., & Tacoronte, J. E. (2013). Efecto de un aceite de trementina obtenido de *Pinus tropicalis* Morelet sobre la biología de una cepa de *Aedes (Stegomyia) aegypti* Linnaeus, 1762 resistente a insecticidas. *Anales de Biología*, 0(35), 75–84. <https://doi.org/10.6018/analesbio.0.35.11>
- Leyva, Maureen, Tacoronte, J. E., Marquetti, M. del C., Scull, R., Tiomno, O., Mesa, A., & Montada, D. (2019). Utilización de aceites esenciales de pinaceas

- endémicas como una alternativa en el control del *Aedes aegypti*. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 61(3), 239–243.
- Leyva, Miguel, Martínez, J., & Stashenko, E. (2007). Composición química del aceite esencial de hojas y tallos de *Bursera graveolens* (burseraceae) de Colombia. *Scientia et Technica*, 1(33), 201–202. <https://doi.org/10.22517/23447214.6099>
- Linde, G. A., Colauto, N. B., Albertó, E., & Gazim, Z. C. (2016). Quimiotipos, extração, composição e uso do óleo essencial de *Lippia alba*. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 18(1), 191–200. [https://doi.org/10.1590/1983-084X/15\\_037](https://doi.org/10.1590/1983-084X/15_037)
- Lozano. (2018). Aceite esencial de Pachulí (*Pogostemon cablin*). *Lozano*, 42, 1–10.
- Lunguinho, A. d. S., Cardoso, M. d. G., Ferreira, V. R. F., König, I. F. M., Gonçalves, R. R. P., Brandão, R. M., . . . Remedio, R. N. (2021). Acaricidal and repellent activity of the essential oils of *Backhousia citriodora*, *Callistemon viminalis* and *Cinnamodendron dinisii* against *Rhipicephalus* spp. *Veterinary Parasitology*, 300, 109594. doi:<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2021.109594>
- Madreseh-Ghahfarokhi, S., Pirali, Y., & Dehghani-Samani, A. (2018). The insecticidal and repellent activity of ginger (*Zingiber officinale*) and eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) essential oils against *Culex theileri* Theobald, 1903 (Diptera: Culicidae). *Annals of parasitology*, 64(4).
- Mahdavi, V., Rafiee-Dastjerdi, H., Asadi, A., Razmjou, J., & Achachlouei, B. F. (2020). Evaluation of *Lippia citriodora* essential oil nanoformulation against the lepidopteran pest *Phthorimaea operculella* Zeller (Gelechiidae). *International Journal of Pest Management*, 1-11.
- Mamani, R., & Gómez, J. (2019). Efecto de la humedad de hojas de mejorana (*Origanum majorana* L.) y su rendimiento en la extracción de aceite esencial por arrastre de vapor. *Universidad Privada de Tacna*, 8(5), 55.
- Marín Martínez, S. (2017). Evaluación de la actividad insecticida de cuatro aceites esenciales contra mosca blanca - *Bemisia tabaci* (Genandius)-. *Universidad Politécnica de Cartagena*, 60.
- Marín Muñoz, I. (2019). Actividad antioxidante y antibacteriana de aceites esenciales ecológicos de hinojo, perejil y lavanda. *Universidad Miguel Hernández*, 66. [http://193.147.134.18/bitstream/11000/5385/1/TFM\\_Marín\\_Muñoz%2CIrene.pdf](http://193.147.134.18/bitstream/11000/5385/1/TFM_Marín_Muñoz%2CIrene.pdf)

- Marrone, M. (2016). Estudio químico del aceite esencial de Citrus Bigaradia Risso ( petit grain ). *Universidad de Buenos Aires*.
- Martínez, W. (2017). Composición química del aceite esencial de naranja dulce ( Citrus aurantium ) del territorio de Misiones. *FCEN -UBA*.
- Marsin, A. M., Muhamad, I. I., Anis, S. N. S., Lazim, N. A. M., Ching, L. W., & Dolhaji, N. H. (2020). Essential oils as insect repellent agents in food packaging: a review. *European Food Research and Technology*, 246(8), 1519-1532. doi:10.1007/s00217-020-03511-1
- Matiz, G., Fuentes, K., & León, G. (2015). Microencapsulación de aceite esencial de tomillo (Thymus vulgaris) en matrices poliméricas de almidón de ñame (Dioscorea rotundata) modificado. *Revista Colombiana de Ciencias Químico - Farmacéuticas*, 44(2), 189–207. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-74182015000200005&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74182015000200005&lng=en&tlng=en)
- Medrano, M. (2019). Efecto antibacteriano in vitro del aceite esencial de hojas de Citrus aurantifolia frente a Staphylococcus aureus. In *Tesis pregrado*.
- Mejía, H., & Ortiz, A. (2021). Extracción de aceites esenciales de sustratos vegetales termolabiles mediante arrastre con solventes orgánicos. *Universidad de Antioquia*.
- Melo-Guerrero, M. M., Ortiz-Jurado, D. E., & Hurtado-Benavides, A. M. (2020). Comparación de la composición y de la actividad antioxidante del aceite esencial de manzanilla (Matricaria chamomilla L.) obtenido mediante extracción con fluidos supercríticos y otras técnicas verdes. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 44(172), 845–856. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.862>
- Meza, K., & Vargas, G. (2016). Evaluación de la actividad antibacterial in vitro del aceite esencial de hierba luisa (Cymbopogon citratus) poaceae en una formulación cosmética con finalidad antiacnéica. *Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito*.
- Morales-Saldaña, J., Gómez, N., Rovira, J., & Abrahams, M. (2017). Actividad larvicida de la toronja, Citrus paradisi (Rutaceae) sobre dos vectores del dengue. *Revista Peruana de Biología*, 14(2), 297–299. <https://doi.org/10.15381/rpb.v14i2.1823>

- Morales, M. (2019). Evaluación de la actividad insecticida de aceites esenciales de menta (*Mentha pulegium*) Y eucalipto (*Eucalyptus melliodora*) para el control del gorgojo de maíz (*Sitophilus zeamais*). *Scielo.Sld.Cu*, 2, 2021. <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3595>
- Moutassem, D., Bellik, Y., & Sannef, M. E. H. (2021). Toxicity and repellent activities of *Thymus pallescens* and *Cymbopogon citratus* essential oils against *Sitophilus granarius*. *Plant Protection Science*, 57(4), 297-309.
- Mukarram, M., Khan, M., Zehra, A., Choudhary, S., Naeem, M., & Aftab, T. (2021). Biosynthesis of lemongrass essential oil and the underlying mechanism for its insecticidal activity. In *Medicinal and Aromatic Plants* (pp. 429-443). Springer, Cham.
- Muñoz V., J. A., Staschenko, E., & Ocampo D., C. B. (2014). Actividad insecticida de aceites esenciales de plantas nativas contra *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 40(2), 198–202.
- Oboh, G., Ademosun, A. O., Olumuyiwa, T. A., Olasehinde, T. A., Ademiluyi, A. O., & Adeyemo, A. C. (2017). Insecticidal activity of essential oil from orange peels (*Citrus sinensis*) against *Tribolium confusum*, *Callosobruchus maculatus* and *Sitophilus oryzae* and its inhibitory effects on acetylcholinesterase and Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATPase activities. *Phytoparasitica*, 45(4), 501-508.
- Ortega, C., & Usca, P. (2018). Evaluación i vitro de la actividad inhibitoria de aceites esenciales y sus mezclas (*Curcuma longa*, *Cymbopogon citratus*, *Ocotea quixos*, *Melaleuca armillaris*, *Zingibr officinale*) en *Aeromona hydrophila*, *Aeromona salmonicida* y *Pseudomona fluorescens*. *Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito*, 1–57. <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5081/1/UPS-CYT00109.pdf>
- Ortíz, D. (2018). Comparación in vitro de la actividad antifungica de los aceites esenciales de citronela (*Cymbopogon nardus*) y eucalipto (*Eucalyptus globulus*) frente al agente causal de la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*). *Universidad Politécnica Salesiana*, 92. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16596/1/UPS-CT008049.pdf>
- Oyarzabal, M. E. B., Schuch, L. F. D., Prestes, L. S., Schiavon, D. B. A., Rodrigues, M. R. A., & de Mello, J. R. B. (2018). Antimicrobial action of *Origanum vulgare* L. essential oil against bacteria isolated from bovine milk | Actividad

- antimicrobiana de aceite esencial de *Origanum vulgare* L. ante bacterias aisladas en leche de bovino. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 16(3), 260–266.
- Padilla, E. (2015). Formulación y control de calidad de un enjuague bucal elaborado a partir de los extractos totales de *Matricaria recutita* L. (Manzanilla) y de *Salvia officinalis* L. (Salvia). *Universidad Central Del Ecuador*, 151, 10–17. <https://doi.org/10.1145/3132847.3132886>
- Pang, X., Feng, Y. X., Qi, X. J., Wang, Y., Almaz, B., Xi, C., & Du, S. S. (2020). Toxicity and repellent activity of essential oil from *Mentha piperita* Linn. leaves and its major monoterpenoids against three stored product insects. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(7), 7618-7627.
- Pavela, R., Vrchotová, N., & Tríska, J. (2009). Mosquitocidal activities of thyme oils (*Thymus vulgaris* L.) against *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). *Parasitology Research*, 105(5), 1365. doi:10.1007/s00436-009-1571-1
- Peña, J. (2018). *Evaluación del efecto antialimentario y actividad insecticida del aceite esencial de molle( Schinus molle L.) frente al gusano blanco de la papa ( Premnotrypes vorax Hustache )*.
- Pino, O., Sánchez, Y., Rojas, M., Rodríguez, H., Abreu, Y., Duarte, Y., Martínez, B., Peteira, B., Correa, T., & Martínez, D. (2017). Composición química y plaguicida del aceite esencial de *Melaleuca quinquenervia* (Cav) S.T. Blake. *Revista de Protección Vegetal*, 26(3), 177–186.
- Plata-Rueda, A., Campos, J. M., da Silva Rolim, G., Martínez, L. C., Dos Santos, M. H., Fernandes, F. L., . . . Zanuncio, J. C. (2018). Terpenoid constituents of cinnamon and clove essential oils cause toxic effects and behavior repellency response on granary weevil, *Sitophilus granarius*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 156, 263-270. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.03.033>
- Plaza, I. S., & Berzosa, I. S. (2015). Comparación de la composición del aceite esencial de *Rosmarinus officinalis* de poblaciones naturales y la composición en condiciones de jardín común. *Universidad Politecnica De Valencia*, 30–35. file:///C:/Users/User/Downloads/TFC-Segura.pdf

- Prabu, S., Jing, D., Chandran, V., & Mathew, P. (2020). Insecticidal activity of *Origanum majorana* L. essential oil as anti-cholinergic agent. *Entomological Research*, 50(8), 402-413.
- Pombo Ospina, L. M., Matulevich Peláez, J. A., Borrego-Muñoz, P., Castrillón Cardona, W. F., & Barajas Villamizar, L. (2016). Composición química y actividad antimicrobiana del aceite esencial de *Pelargonium odoratissimum* (L) Thér (geraniaceae). *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 12(1), 74–83. <https://doi.org/10.18359/rfcb.1856>
- Pratissoli, D., Damascena, A. P., Moreira, L., Junior, D. A., & Zago, H. B. (2020). Actividad insecticida de aceites esenciales sobre *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera : Noctuidae). *IDESIA*, 59–64.
- Pupiro-Martínez, L., Pérez Madruga, Y., & Pino-Pérez, O. (2018). Comunicación Corta Actividad acaricida de aceites esenciales de especies pertenecientes a las familias Myrtaceae, Lamiaceae y Rutaceae sobre *Tetranychus tumidus* Banks Acaricidal activity of essential oils from species belonging to Myrtaceae, Lamiaceae and. *Revista de Protección Vegetal*, 33(3), 1–7.
- Quispe, K., & Taco, R. (2018). Evaluación del tiempo de extracción, factor de empaquetamiento, humedad del rizoma, en el rendimiento de la extracción del aceite esencial de jengibre (*Zingiber officinale roscoe*) por arrastre de vapor, caracterización fisicoquímica del aceite esencial y. *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*.
- Ramírez, J. E., Gómez, M. I., Cotes, J. M., & Ñustez, C. E. (2020). Insecticidal effect of labiate essential oils on *Tecia solanivora* Povolny in laboratory. *Agronomía Colombiana*, 28(2), 255–263.
- Ríos, N., Stashenko, E. E., & Duque, J. E. (2017). Evaluation of the insecticidal activity of essential oils and their mixtures against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 61, 307-311.
- Rodríguez-Pérez, W., Castro-Avila, L., Sánchez-Chacon, Y., Gómez-Mesa, J., & Correa-Munera, M. (2016). Composición química del aceite esencial de las hojas de *Cymbopogon nardus* y *Cymbopogon citratus*. *Momentos de Ciencia*, 3(1), 44–50.
- Rodriguez, L. (2019). Actividad insecticida del aceite esencial de Pampa Anís (*Tagetes filifolia* Lag.) sobre el gorgojo del maíz (*Pagiocercus frontalis*). *Universidad*

*Del Altiplano*, 105.

- Rojas, J., Perea, J., & Ortiz, C. (2019). Compuestos con potencial aplicación biotransformación de geraniol y pineno. *Salud UIS*, 41, 251–258. <https://www.trademap.org/Index.aspx>
- Salman, M., Abbas, R. Z., Israr, M., Abbas, A., Mehmood, K., Khan, M. K., . . . Shah, S. (2020). Repellent and acaricidal activity of essential oils and their components against Rhipicephalus ticks in cattle. *Veterinary Parasitology*, 283, 109178. doi:<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2020.109178>
- Sanabria, L., Segovia, E., González, N., Alcaraz, P., & Bilbao, V. N. de. (2017). Actividad larvicida de extractos vegetales acuosos en larvas de Aedesaegypti: primeros ensayos. *Memorias Del Instituto de Investigaciones En Ciencias de La Salud*, 7(2), 26–31.
- Sanei-Dehkordi, A., Sedaghat, M. M., Vatandoost, H., & Abai, M. R. (2016). Chemical compositions of the peel essential oil of Citrus aurantium and its natural larvicidal activity against the malaria vector Anopheles stephensi (Diptera: Culicidae) in comparison with Citrus paradisi. *Journal of arthropod-borne diseases*, 10(4), 577.
- Sangucho, M. (2018). Acabado de anti-pediculos humanos capitis (piojo) en géneros textiles de algodón con esencias de eucalipto y clavo de olor. *Universidad Técnica Del Norte*.
- Santana, P. M., Miranda, M., Gutiérrez, Y., García, G., Orellana, T., & Orellana, A. (2019). Antinflammatory effect and chemical composition of bursera graveolens Triana & Planch. branch oil (palo santo) from Ecuador. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 14(3), 45–53.
- Saravia, E. (2016). Evaluación dle rendimiento extractivo, contenido de pineno y tiempo óptimo de extracción del aceite esencial de ciprés obenido de hojas, ramillas y frutos mediante el método de hidrodestilación a nivel laboratorio. *Universidad de San Carlos de Guatemala*.
- Sharififard, M., Alizadeh, I., Jahanifard, E., Wang, C., & Azemi, M. E. (2018). Chemical composition and repellency of Origanum vulgare essential oil against Cimex lectularius under laboratory conditions. *Journal of arthropod-borne diseases*, 12(4), 387.

- Soares de Oliveira, M. A., Melo Coutinho, H. D., Jardelino de Lacerda Neto, L., Castro de Oliveira, L. C., & Bezerra da Cunha, F. A. (2020). Repellent activity of essential oils against culicids: A review. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, *18*, 100328. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scp.2020.100328>
- Sönmez, A., Ştir, T., Sav, A., & Numanoglu, A. (2017). Diagnostic accuracy of biopsied skin lesions in dermatology and plastic surgery clinics. *European Journal of Plastic Surgery*, *29*(7), 313–316. <https://doi.org/10.1007/s00238-007-0108-z>
- Soto, L., Rodriguez, G. O. De, Rojas, L., & Sulbarán, B. (2016). Caracterización química del aceite esencial de toronja ( *Citrus paradisi* L . ) Chemical characterization of essential oils of grapefruit ( *Citrus paradisi* L . ) Resumen Introducción. *Revista Facultad de Agronomía*, January 2016, 266–283.
- Sritabutra, D., & Soonwera, M. (2013). Repellent activity of herbal essential oils against *Aedes aegypti* (Linn.) and *Culex quinquefasciatus* (Say.). *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, *3*(4), 271-276. doi:[https://doi.org/10.1016/S2222-1808\(13\)60069-9](https://doi.org/10.1016/S2222-1808(13)60069-9)
- Stappen, I., Wanner, J., Tabanca, N., Bernier, U. R., & Kendra, P. E. (2021). Blue tansy essential oil: Chemical composition, repellent activity against *Aedes aegypti* and attractant activity for *Ceratitis capitata*. *Natural Product Communications*, *16*(2), 1934578X21990194.
- Štefanidesová, K., Škultéty, L., Sparagano, O. A. E., & Špitalská, E. (2017). The repellent efficacy of eleven essential oils against adult *Dermacentor reticulatus* ticks. *Ticks and Tick-borne Diseases*, *8*(5), 780-786. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2017.06.003>
- Suárez, A. (2019). *La canela como posible insecticida natural contra la mosca doméstica*. *Revista Bioika*.
- Tabanca, N., Nalbantsoy, A., Bernier, U. R., Agramonte, N. M., Ali, A., Li, A. Y., ... & Demirci, B. (2016). Essential oil composition of *Pimpinella cypria* and its insecticidal, cytotoxic, and antimicrobial activity. *Natural product communications*, *11*(10), 1934578X1601101027.
- Tapiero, J., Soleno, R., Lozada, A., Blandón, V., Ramírez, K., Roseri, M., & Rivas, Y. (2017). Evaluación de la vida útil de quesos semimaduros con recubrimientos comestibles utilizando aceite esencial de jengibre ( *Zingiber officinale* ) como

- agente antimicrobiano. *Centro de Investigaciones En Ciencias y Tecnologías Agroindustriales*, 2–8.
- Tian, Y., Dong, F., Zhou, X., & Yang, X. (2020). Repellent, insecticidal and antimicrobial activities of leaf essential oils from three Eucalyptus species. *Chemistry & biodiversity*, 17(2), e1900580.
- Valdés-Pérez, O., Borrego-Alonso, S., Vivar-González, I., Anaya, M., & Molina-Veloso, A. (2016). Actividad antifúngica del aceite esencial de clavo de olor en el control del biodeterioro fúngico de documentos. *Revista CENIC: Ciencias Biológicas*, 47(2), 78–85.
- Vega, A. (2020). Efecto del aceite esencial de *Ninnamomum zeylanicum* y *Rosmarinus officinalis* al 50% en la desinfección de conductos radiculares contaminados con *Enterococcus faecalis*. In *Uladech Católica*. [http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1536/ATENCION\\_ODONTOLOGICA\\_DESARROLLO\\_DENTAL\\_CANTARO\\_SHUAN\\_FRANK\\_JHORDY.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1536/ATENCION_ODONTOLOGICA_DESARROLLO_DENTAL_CANTARO_SHUAN_FRANK_JHORDY.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Vendl, T., Stejskal, V., Kadlec, J., & Aulicky, R. (2021). New approach for evaluating the repellent activity of essential oils against storage pests using a miniaturized model of stored-commodity packaging and a wooden transport pallet. *Industrial Crops and Products*, 172, 114024. doi:<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.114024>
- Vera Carrasco, O. (2009). Cómo escribir artículos de revisión. *Revista Médica La Paz*, 15(1), 63-69.
- Verdezoto, K. (2020). Efecto inhibitorio de la infusión de Anís Estrellado ( *Illicium verum* ) sobre la *Porphyromonas gingivalis* . Estudio in vitro. *Universidad Central Del Ecuador*.
- Vila, R. (2016). El aceite esencial de *Maelaleuca alternifolia* en el tratamiento de la vulvovaginitis. *Revista de Fitoterapia*, 6(2), 119–128.
- Vinturelle, R., Mattos, C., Meloni, J., Nogueira, J., Nunes, M. J., Vaz, I. S., ... & Chagas, E. F. D. (2017). In vitro evaluation of essential oils derived from *Piper nigrum* (Piperaceae) and *Citrus limonum* (Rutaceae) against the tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). *Biochemistry research international*, 2017.
- Vladimirov, I. A., Matveeva, T. V., & Lutova, L. A. (2015). Opine biosynthesis and

- catabolism genes of *Agrobacterium tumefaciens* and *Agrobacterium rhizogenes*. *Russian Journal of Genetics*, 51(2), 121–129. <https://doi.org/10.1134/S1022795415020167>
- Wagner, L. S., Sequin, C. J., Foti, N., & Campos-Soldini, M. P. (2021). Insecticidal, fungicidal, phytotoxic activity and chemical composition of *Lavandula dentata* essential oil. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 35, 102092.
- Xu, P., Zeng, F., Bedoukian, R. H., & Leal, W. S. (2019). DEET and other repellents are inhibitors of mosquito odorant receptors for oviposition attractants. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 113, 103224. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2019.103224>
- Yang, Y., Isman, M. B., & Tak, J.-H. (2020). Insecticidal activity of 28 essential oils and a commercial product containing cinnamomum cassia bark essential oil against *Sitophilus zeamais* Motschulsky. *Insects*, 11(8), 474.
- Yépez, V. (2019). Efecto inhibitorio del extracto de *Cinnamomum Verum* (Canelo) y el extracto acuoso de *Illicium verum* (Anís estrellado) en cepas de *Porphyromonas gingivalis* estudio in vitro. *Universidad Central Del Ecuador, Figura 1*, 2–3.
- Ygueravide Romero, B. (2017). Influencia del grado de maduración en el rendimiento y composición del aceite esencial extraído de los gábulos de *Juniperus oxycedrus* L. *Universitat Politècnica de Valencia*.
- Yoon, C., Moon, S.-R., Jeong, J.-W., Shin, Y.-H., Cho, S.-R., Ahn, K.-S., . . . Kim, G.-H. (2011). Repellency of lavender oil and linalool against spot clothing wax cicada, *Lycorma delicatula* (Hemiptera: Fulgoridae) and their electrophysiological responses. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 14(4), 411-416. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aspen.2011.06.003>
- Yucra, N. (2015). *Evaluación del aceite esencial de comino (uminum cyminum L.), en la vida útil de la carne fresca de res y la concentración inhibitoria Escherichia coli*. 12–14.
- Zambón, S., Chamorro, E., & Cacuscelli, S. (2021). Información tecnológica Estudio de la Pureza Óptica de Citronelal presente en los Aceites Esenciales obtenidos de Citronela y de Eucalipto *Citriodora* Essential Oils obtained from *Citronella* and of. *Scielo.Sld.Cu*, 1–7.

## **ANEXOS**