



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**ESCUELA DE AGRICULTURA, SIVICULTURA, PESCA Y**  
**VETERINARIA**

**CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Componente práctico del examen de carácter complejo,  
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito  
previo para obtener el título de:

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**TEMA:**

“Establecimiento de la calidad y composición química de los aceites  
esenciales de Aguacate ( Persea americana), Menta (Menthax  
piperita) y Eucalipto (Eucaliptus globulus) para su posible uso como  
fungicidas .”

**AUTOR:**

Johan Alfredo Varas Diaz

**TUTORA:**

Ing. Dayaneth Rivera Troya, Msc

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

**2024**

## Resumen

Los extractos de plantas son una forma de control de plagas y enfermedades, que se enmarca dentro del círculo de la agricultura sostenible, una alternativa interesante porque estos extractos tienen metabolitos secundarios que le dan a los extractos naturales características antiapetitivas y otras características (Barrera et al., 2018). La planta utiliza estos compuestos como parte de su propio mecanismo de defensa; por lo que pueden utilizarse como bioproductos para mejorar la calidad y aumentar la producción ya que actúan contra patógenos vegetales. Los aceites esenciales son reconocidos como una alternativa valiosa para el manejo de plagas y hongos en la agricultura, debido a su composición química, que exhibe propiedades antifúngicas contra plagas en cultivos económicamente importantes.

### **Palabras Claves:**

Aceites esenciales, calidad, composición química, características fúngicas, impacto.

## Summary

Plant extracts are a form of pest and disease control, which falls within the circle of sustainable agriculture, an interesting alternative because these extracts have secondary metabolites that give natural extracts anti-appetite and other characteristics (Barrera et al., 2018). The plant uses these compounds as part of its own defense mechanism; therefore, they can be used as bioproducts to improve quality and increase production since they act against plant pathogens. Essential oils are recognized as a valuable alternative for pest and fungal management in agriculture, due to their chemical composition, which exhibits antifungal properties against pests in economically important crops.

### **Keywords:**

Essential oils, quality, chemical composition, fungal characteristics, impact.

## INDICE DE CONTENIDO

Resumen.....	I
Summary.....	II
INDICE DE CONTENIDO.....	III
1. CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación.....	4
1.4. Objetivos del estudio.....	5
1.4.1. Objetivo general.....	5
1.4.2. Objetivos específicos.....	5
1.5. Líneas de investigación.....	5
2. DESARROLLO.....	6
2.1. Marco conceptual.....	6
2.2. Marco metodológico.....	13
2.3. Resultados.....	15
2.3.1. Composición química de los aceites esenciales de <i>Persea americana</i> , <i>Mentha spicata</i> y <i>Eucaliptus globulus</i> .....	15
2.3.2. Uso de los aceites esenciales de <i>Persea americana</i> , <i>Mentha spicata</i> y <i>Eucaliptus globulus</i> .....	16
2.3.3. Comparación de los aceites esenciales <i>Persea americana</i> , <i>Mentha</i> <i>spicata</i> y <i>Eucaliptus globulus</i> con otros aceites vegetales y su uso como fungicidas.....	18
2.4. Discusión de resultados.....	20
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	25
3.1. Conclusiones.....	25
4. REFERENCIAS Y ANEXOS.....	26
4.1. Referencias.....	26
4.2. Anexos.....	29

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Parámetros a analizar para la composición química del <i>Persea americana</i> .....	14
<b>Tabla 2.</b> Parámetros a analizar para la composición química del <i>Mentha spicata</i> .....	14
<b>Tabla 3.</b> Parámetros a analizar para la composición química del <i>Eucaliptus globulus</i> .....	15
<b>Tabla 4.</b> Composición química del <i>Mentha spicata</i> .....	15
<b>Tabla 5.</b> Composición química del <i>Eucaliptus globulus</i> .....	16

## 1. CONTEXTUALIZACIÓN

### 1.1. Introducción

Los aceites esenciales de hierbas y especias son algunos de los aceites esenciales antimicrobianos más potentes. Tomillo, canela, orégano, clavo y menta son ejemplos de este tipo de aceites. La citronela, el geranio, la hierba de limón, el eucalipto y la menta, entre otros, se han probado específicamente contra hongos y se ha descubierto que son antimicrobianos eficaces para ese propósito.

Actualmente hay muy pocos artículos que demuestren en detalle los modos de acción de los aceites esenciales contra los fitopatógenos. La mayoría de los aceites esenciales interactúan con procesos de la membrana celular bacteriana, como gradientes iónicos, transporte de electrones, translocación de proteínas, fosforilación y otros eventos dependientes de enzimas para ejercer sus efectos antimicrobianos (Benchaar et al., 2021).

Múltiples modos de acción pueden estar involucrados en la actividad antibacteriana de varios aceites esenciales. Al ingresar a la pared celular y la membrana citoplasmática, los AE alteran la estructura de las capas de fosfolípidos, polisacáridos y ácidos grasos (Akthar et al., 2019). Otra función de los AE es aumentar la permeabilidad de la membrana y la fuga de la membrana celular, además de inhibir la secreción de toxinas (Dreger y Wielgus, 2020).

El gran flujo genético y las altas cargas mutacionales (Barrera et al., 2018), además de dañar la salud humana al dañar la biodiversidad, así como los residuos de agroquímicos en los alimentos y el medio ambiente, incluyen otros problemas (Barrera et al., 2018). El enfoque más eficaz para el control de enfermedades es mediante el uso de cultivares resistentes. Sin embargo, el hongo ha demostrado su capacidad para superar esta resistencia poco después de su implementación y puede llevar años desarrollar nuevas variedades de cultivares resistentes manteniendo al mismo tiempo la calidad y cantidad del producto.

Los extractos de plantas son una forma de control de plagas y enfermedades, que se enmarca dentro del círculo de la agricultura sostenible, una alternativa interesante porque estos extractos tienen metabolitos secundarios que le dan a los extractos naturales características antiapetitivas y otras características (Barrera et al., 2018). La planta utiliza estos compuestos como parte de su propio mecanismo de defensa; por lo que pueden utilizarse como bioproductos para mejorar la calidad y aumentar la producción ya que actúan contra patógenos vegetales.

### **1.2. Planteamiento del problema**

La existencia de microorganismos nocivos como las Xanthomonas, Pseudomonas, Erwinia, Agrobacterium y Ralstonia en cultivos agrícolas requiere la exploración de métodos alternativos para su control y erradicación. Una de esas alternativas es la utilización de sustancias naturales como los aceites esenciales (AE), que poseen diversas propiedades según la planta específica y su composición química. (Roper, 2021).

*Pseudomonas syringae* es una bacteria que causa enfermedades en muchos cultivos. Se sabe que causa manchas, pudrición y deterioro de las hojas en cultivos como tomates, pepinos, frijoles y árboles frutales. La infección por *Pseudomonas syringae* puede causar pérdidas significativas en la producción agrícola al reducir la productividad y la calidad de los cultivos. (Gonzalez, 2021)

El aceite esencial de aguacate es rico en compuestos fenólicos que, al igual que los aguacates, tienen propiedades antibacterianas. Los estudios han demostrado que el aceite esencial de aguacate tiene una actividad significativa contra una variedad de microorganismos, incluidas bacterias como *Pseudomonas syringae*. (Jimenez, 2021)

Se cree que los compuestos fenólicos del aceite esencial de aguacate dañan las membranas celulares de las bacterias y provocan su muerte. El aceite esencial de aguacate es un producto natural y biodegradable, por lo que es menos dañino para el medio ambiente que los pesticidas sintéticos.

Como producto natural, es menos probable que los patógenos desarrollen resistencia. *Fusarium oxysporum* es un hongo fitopatógeno que causa enfermedades vasculares en diversas plantas. El aceite esencial de eucalipto es rico en monoterpenos, que tienen propiedades antifúngicas. (Rodríguez, 2015)

Los estudios han demostrado que el aceite esencial de eucalipto tiene una actividad significativa contra varios hongos patógenos de plantas, incluido *Fusarium oxysporum*. Se cree que los monoterpenos del aceite esencial de eucalipto dañan la membrana celular del hongo, alteran su metabolismo e inhiben el crecimiento. Numerosos estudios han demostrado la eficacia del aceite esencial de eucalipto en el control de *Fusarium oxysporum* in vitro y en el campo. (Leal, 2014)

Además, el aceite esencial de pronto alivio tiene potencial en el campo de la fitoterapia y es conocido por su actividad antibacteriana. Sin embargo, para que los aceites esenciales cumplan eficazmente su propósito, se debe prestar especial atención a sus procesos de recolección, extracción, conservación y maduración.

El control químico es actualmente el método más utilizado para combatir la presencia de hongos en cultivos. Se ha demostrado su eficacia para reducir o incluso eliminar las esporas manteniendo niveles de severidad bajos (SAGARPA, 2018). Sin embargo, la resistencia de los hongos frente a ciertos productos los hace ineficaces ya que el principal problema de este control es la mencionada resistencia que pueden adquirir los hongos frente a químicos que los hacen ineficientes (Carmona y Sautua, 2017).

La razón por la que este tipo de estrategias fracasan es por la gran capacidad evolutiva que tienen los hongos, puesto que, utilizan un sistema reproductivo mixto sexual y asexual que da como resultado un alto flujo de genes dentro de las poblaciones junto con una gran cantidad de mutaciones en cada evento de reproducción (Silva et al., 2018). Además, estos controles tienen efectos negativos en los humanos ya que afectan la salud humana así como la biodiversidad porque otros organismos vivos también resultan perjudicados mientras que los residuos de agroquímicos presentes en los



alimentos debido a este tipo de control pueden causar daños directamente (Pérez et al., 2013).

El interés en el campo de los aceites esenciales ha aumentado en los últimos años debido a sus propiedades antibacterianas, fungicidas y antioxidantes, las cuales se describen en un estudio de Argote et al. (2017). Los principales compuestos con propiedades antimicrobianas son los fenoles y flavonoides identificados por Díaz et al. (2017), junto con péptidos que pueden usarse para el control de enfermedades en plantas y animales como lo indican Bard et al. (2018).

### **1.3. Justificación**

En los últimos años se ha visto un auge en el estudio de los aceites esenciales debido a sus propiedades antibacterianas, fungicidas y antioxidantes (Argote et al., 2017), revelando que los fenoles, flavonoides (Díaz et al., 2017) y péptidos (Bard et al., 2018) son los principales compuestos con propiedades antimicrobianas que pueden utilizarse para el manejo de enfermedades en plantas y animales (Díaz et al., 2017).

Es necesario explorar nuevas alternativas de control de plagas, incluir productos naturales, ya que existe una gran variedad de plantas con actividades biológicas para combatir enfermedades. Es por eso que se realizaron investigaciones sobre la eficacia del aceite esencial como una posible alternativa natural para inhibir el crecimiento y la diseminación de hongos, lo que ayudaría a reducir uno de los principales vectores de transmisión de enfermedades entre humanos y otras especies.

Las consecuencias del uso de fungicidas sintéticos son numerosas, incluyendo el envenenamiento (tanto para quienes manipulan los alimentos posteriormente como por los residuos), la destrucción del suelo que conduce a la pérdida del hábitat, la contaminación de las fuentes de agua que luego causan enfermedades humanas y ambientales, así como creación de plagas resistentes a dichos fungicidas, entre otras cuestiones. A pesar de estos efectos adversos, el uso de fungicidas botánicos ha sido superado por este consumo porque los usuarios desconocen la información disponible y las alternativas viables.

Esta es la razón por la cual este estudio planea utilizar productos naturales (fungicidas) en base a estudios anteriores que no se aplicaron a cultivos. Para poder establecer aquellas disparidades que prevalecen entre ambos tipos de solicitudes y factores que podrían tener influencia en el éxito de su solicitud.

#### **1.4. Objetivos del estudio**

##### **1.4.1. Objetivo general**

Establecer la calidad y composición química de los aceites esenciales de *Persea americana*, *Mentha spicata* y *Eucaliptus globulus* para su posible uso como fungicidas

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Describir la composición química de los aceites esenciales de *Persea americana*, *Mentha spicata* y *Eucaliptus globulus*
- Estudiar el impacto del uso de los aceites esenciales *Persea americana*, *Mentha spicata* y *Eucaliptus globulus* como fungicidas.
- Realizar una comparación de los aceites esenciales *Persea americana*, *Mentha spicata* y *Eucaliptus globulus* con otros aceites vegetales y su uso como fungicidas.

#### **1.5. Líneas de investigación**

**Dominio:** Recursos Agropecuarios, Ambiente, Biodiversidad y Biotecnología

**Línea:** Desarrollo agropecuarios, Agroindustrial, Sostenible y sustentante.  
Biotecnología vegetal y animal.

**Sub-línea:** Procesos Agroindustriales.

## 2. DESARROLLO

### 2.1. Marco conceptual

#### 2.1.1. Estudios previos

Ozcan et al. (2019) analizaron el rendimiento de aceite de *Rosmarinus officinalis* obtenido mediante hidrodestilación. (El estudio reveló un rendimiento del 1,9% y la identificación de 20 compuestos que representaban el 99,93% de los aceites. Además, los mismos autores mencionan el efecto inhibitor del aceite contra *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea* y *Fusarium oxysporum* debido a su excelente desempeño. La actividad antifúngica del aceite se determinó mediante un experimento in vitro mediante difusión en disco, con dosis de 10 y 40 ppm de aceite esencial. La concentración de 40 ppm mostró actividad antifúngica parcial contra *A. alternata*, mientras que ambas concentraciones mostraron actividad similar contra *F. oxysporum*.

Según Niurka et al. (2019), las plantas poseen la capacidad de defenderse contra patógenos mediante la utilización de metabolitos secundarios, particularmente aceites esenciales. Estos aceites contienen compuestos lipófilos que tienen el potencial de romper las membranas de los microorganismos. El aceite esencial de tomillo, por ejemplo, ha sido ampliamente estudiado y ha mostrado efectos inhibidores contra *Botrytis cinerea* en concentraciones tan bajas como 100 µg/ml (Benomari et al., 2020). El uso de estos aceites es beneficioso en la producción postcosecha y en el control de patógenos de cultivos agrícolas. Además, es posible potenciar su eficacia combinándolos con otros compuestos naturales, ampliando así su rango de acción contra estos patógenos.

En su estudio, Elshafie et al. (2019) exploraron las posibles propiedades antifúngicas del aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) y del aceite esencial de verbena (*Verbena officinalis*) para combatir *Monilinia laxa*, *Monilinia fructigena* y *Monilinia fructicola*. El objetivo fue minimizar las pérdidas poscosecha en frutas frescas. Los hallazgos revelaron que altas concentraciones (500 ppm) de aceite esencial de tomillo redujeron efectivamente el tamaño de las lesiones de pudrición parda. Esta

investigación proporciona evidencia de las capacidades fungicidas de los aceites esenciales para conservar los melocotones después de la cosecha. Además, el estudio sugiere la posibilidad de combinar aceites esenciales con otros tratamientos postcosecha innovadores, como agentes de control biológico.

De manera similar, la investigación realizada por Hmiri et al. (2019) exploraron las propiedades antifúngicas y la composición química del aceite esencial de romero y el aceite esencial de mirto en relación con *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea* y *Penicillium expansum*. Mediante el proceso de hidrodestilación, se extrajeron los aceites, revelando la presencia de 23 compuestos distintos en el aceite de romero, siendo el 1,8-cineol el compuesto más abundante, que comprende el 43,16% de la composición. Los hallazgos indicaron que el aceite esencial de romero inhibió eficazmente el crecimiento de *Alternaria alternata* en una concentración de 800 µl/l, *Botrytis cinerea* en 1200 µl/l y *Penicillium expansum* en concentraciones superiores a 1800 µl/l. Con base en estos resultados, los investigadores concluyeron que la utilización de aceites esenciales como método de control biológico es prometedora.

En una línea similar, Da Silva (2019) realizaron un estudio para explorar los diversos componentes del aceite esencial de romero y sus efectos al inhibir la producción de fumonisinas y actuar como antifúngica en el hongo *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg. Los hallazgos revelaron que el crecimiento de *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg se redujo significativamente cuando se expuso a una concentración de 150 µg/ml de aceite esencial de romero. Además, a una concentración de 300 µg/ml, la pared celular del hongo se rompió y su citoplasma se filtró, lo que indica que el aceite esencial de romero altera eficazmente la pared celular y provoca la pérdida de componentes celulares vitales. En consecuencia, esta inhibición de la producción de fumonisinas y ergosterol se atribuye a la acción del aceite esencial de romero contra *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg.

En un estudio realizado por Rahmouni et al. (2020), se examinaron las propiedades antifúngicas de cinco aceites esenciales. Estos aceites, extraídos mediante

hidrodestilación, incluían *Rosmarinus officinalis*, *Thymus satureioides*, *Origanum compactum*, *Lavandula dentata* y *Myrtus communis*. El análisis químico reveló que los compuestos destacados en el aceite de romero eran 1,8-cineol (26,45%), alcanfor (15,51%) y  $\alpha$ - y  $\beta$ -pineno (21,31%). Los hallazgos demostraron que el aceite esencial de romero inhibió eficazmente el crecimiento de *Fusarium oxysporum* f. sp. *Albedinis* a una concentración de 40  $\mu$ l/ml. Este descubrimiento sugiere el potencial del uso del aceite de romero como alternativa natural a los fungicidas sintéticos, que podrían estar disponibles comercialmente en el futuro.

### **2.1.2. Aceites esenciales**

Los aceites esenciales en productos agrícolas han sido investigados por varios autores, aunque existe una cantidad limitada de investigaciones en comparación con el campo clínico. Sin embargo, los aceites esenciales son reconocidos como una alternativa valiosa para el manejo de plagas y hongos en la agricultura, debido a su composición química, que exhibe propiedades antifúngicas contra plagas en cultivos económicamente importantes.

Varios artículos destacan la importancia de los aceites esenciales a este respecto. Por ejemplo, Barrera et al. (2018) realizaron un estudio sobre los efectos antifúngicos de los aceites esenciales sobre *Fusarium spp*, un hongo que se encuentra comúnmente en la papaya. A través de bioensayos de inhibición, descubrieron que el aceite esencial de *Thymus vulgaris* exhibía el efecto antifúngico más fuerte, inhibiendo completamente el crecimiento micelial en concentraciones de 200, 250 y 300  $\mu$ g/ml. En contraste, el grupo control tuvo una tasa de crecimiento micelial de 5,87 mm, mientras que la tasa de crecimiento para las concentraciones antes mencionadas fue de 0,0.

A través del proceso de evolución conjunta con otros organismos vivos, los productos naturales han sido validados biológicamente y sirven como estructuras valiosas. Al emplear metodologías químicas para modificar estos extractos naturales, se abre una nueva vía para explorar la diversidad. La síntesis orgánica juega un papel

crucial en la producción de ciertos productos naturales, haciéndolos industrialmente viables.

Es importante reconocer que las plantas y los microorganismos destacan en la síntesis de metabolitos secundarios con composiciones químicas intrincadas y una bioactividad significativa. Estos compuestos tienen la capacidad de interactuar con diversas proteínas y pueden impactar positivamente en procesos patológicos que afectan la salud humana. (Gutiérrez y Estévez, 2009).

Los aceites esenciales se definen como cualquier aceite volátil que tenga fuertes componentes aromáticos y que proporcionen un olor, sabor o fragancia distintivos a una planta. Estos son los subproductos del metabolismo de las plantas y comúnmente se les conoce como metabolitos secundarios volátiles de las plantas. Los aceites esenciales se encuentran en los pelos glandulares o en las cavidades secretoras de la pared celular de las plantas y están presentes como gotitas de líquido en las hojas, tallos, cortezas, flores, raíces y/o frutos de diferentes plantas.

Normalmente, estos aceites son líquidos a temperatura ambiente y se transforman fácilmente de un estado líquido a un estado gaseoso a temperatura ambiente o ligeramente superior sin sufrir descomposición. La cantidad de aceite esencial que se encuentra en la mayoría de las plantas es del 1 al 2%, pero puede contener cantidades que oscilan entre el 0,01 y el 10%. Por ejemplo, el naranjo produce diferentes composiciones de aceites en sus flores, cítricos y/u hojas. En determinadas plantas, puede predominar un componente principal del aceite esencial, mientras que en otras es un cóctel de varios terpenos. En *Ocimum basilicum* (albahaca), por ejemplo, el metil chavicol constituye el 75% del aceite, la  $\alpha$ -asarona asciende al 70-80% en los rizomas de *Acorus calamus*, el linalol, en el rango del 50-60%, se encuentra en las semillas de cilantro y Los aceites de hojas se obtienen de diferentes lugares en diferentes intervalos de tiempo y es, con diferencia, el componente más predominante, seguido del p-cimeno, terpineno, alcanfor y limoneno. Curiosamente, el 2-decenol y el decanal fueron los componentes más predominantes en el aceite de hoja (Lawrence y

Reynolds, 2001). Sin embargo, en otras especies no predomina ningún componente único.

La mayoría de los aceites esenciales se componen de monoterpenos, compuestos que contienen 10 átomos de carbono, a menudo dispuestos en un anillo o en forma acíclica, así como sesquiterpenos, que son hidrocarburos que constan de 15 átomos de carbono. También pueden estar presentes terpenos superiores como constituyentes menores. Los grupos más predominantes son compuestos cíclicos con un sistema hexacíclico o aromático saturado o insaturado. Los ejemplos bicíclicos (1,8-cineol) y acíclicos (linalol, citronelal) también forman parte de los componentes de los aceites esenciales. Sin embargo, existe una variabilidad intraespecífica en la composición química, que es relativa a las variaciones ecotípicas y a las razas o poblaciones quimiotípicas.

### **2.1.3. Fungicidas**

En lo que respecta al fungicida, es un tipo específico de pesticida que controla las enfermedades fúngicas al inhibir o matar específicamente el hongo que causa la enfermedad. No todas las enfermedades causadas por hongos pueden controlarse adecuadamente con fungicidas. Estas incluyen las enfermedades fúngicas del marchitamiento vascular *Fusarium* y *Verticillium*.

El control químico es el más utilizado para combatir la enfermedad en la actualidad, pues se ha demostrado que reduce las esporas y las elimina, además de mantener un nivel de severidad bajo (Roper, 2021). Pero el principal problema de este control es la resistencia que pueden adquirir los hongos frente a algunos productos, lo que hace que estos controles sean ineficientes (Gutiérrez y Estévez, 2019) debido al alto potencial evolutivo de los hongos que les permite superar las estrategias de control porque tienen sistemas de reproducción sexual con una sexualidad críptica.

Un fungicida es una sustancia química diseñada para prevenir, controlar o erradicar la presencia de hongos perjudiciales para las plantas. Los hongos pueden causar diversas enfermedades en los cultivos, afectando su crecimiento, desarrollo y

rendimiento. Los fungicidas se utilizan para proteger las plantas de estas amenazas y garantizar la producción de alimentos de calidad (Casanova, 2019).

A diferencia de la mayoría de los medicamentos humanos, la mayoría de los productos fungicidas deben aplicarse como alternativa de prevención antes de que ocurra la enfermedad o en la primera aparición de los síntomas para que sean eficaces. A diferencia de muchas enfermedades de humanos y animales, la aplicación de fungicidas no puede curar los síntomas ya presentes, incluso si el patógeno muere (Fernandez, 2020).

Por lo general, los fungicidas solo protegen de la enfermedad el crecimiento nuevo no infectado. Pocos fungicidas son efectivos contra patógenos después de haber infectado una planta.

Muchos fungicidas tienen una actividad dirigida que imparte una alta eficacia contra patógenos específicos, lo que significa un bajo potencial de toxicidad para los seres humanos y otros organismos.

Dado que el modo de acción de la mayoría de los fungicidas es tan específico, los pequeños cambios genéticos en los hongos pueden superar la eficacia de estos productos. No obstante, los productores a menudo usan sistemas de pronóstico de enfermedades o umbrales de acción, cuando están disponibles, para garantizar que se apliquen fungicidas cuando sea necesario para así evitar el gasto y el posible impacto ambiental de aplicaciones innecesarias (Fernandez, 2020).

El concepto de "Pesticidas Verdes" se refiere a todo tipo de materiales de control de plagas beneficiosos y orientados a la naturaleza que pueden contribuir a reducir la población de plagas y aumentar la producción de alimentos. Son seguros y ecológicos. Son más compatibles con los componentes ambientales que los fungicidas sintéticos (Isman y Machial, 2006).

Así, en el concepto actual de fungicidas verdes se han hecho algunos intentos racionales de incluir sustancias como extractos de plantas, hormonas, feromonas y toxinas de origen orgánico y abarcar también muchos aspectos del control de plagas



como el microbiano, nematodos entomófagos, fungicidas derivados de plantas, metabolitos secundarios de microorganismos, feromonas y genes utilizados para transformar cultivos para expresar resistencia a las plagas. Más recientemente, se ha considerado que el fomento del uso de productos provenientes de recursos naturales e incluso productos sintéticos y semisintéticos extremadamente biodegradables en el manejo de plagas constituye el paraguas de los fungicidas verdes (Koul et al., 2003; Koul 2005; Dhaliwal y Koul, 2007; Koul, 2008).

Sin embargo, discutirlos todos en un solo lugar estará más allá del alcance de cualquier artículo. Aquí nos gustaría hacer hincapié en algunos desarrollos recientes en los que los aceites esenciales se han proyectado como fungicidas verdes seguros y comercialmente viables con algunos desarrollos comerciales recientes junto con su potencial y limitaciones.

#### **Tipos de Fungicidas según su modo de acción**

- **Fungicidas protectores:** también llamados de contacto, se aplican antes de que lleguen las esporas de los hongos. Actúan solamente en la superficie de la planta donde el fungicida ha sido depositado y evitan que los esporangios germinen y penetren las células. Por ello se recomienda cubrir la mayor parte de la planta con este tipo de productos.
- **Fungicidas erradicadores:** también llamados sistémicos o sistemáticos, se aplican para el tratamiento de la planta ya enferma por hongos. Son absorbidos a través del follaje o de las raíces y se movilizan por toda la planta. Otros productos sistémicos, conocidos como fungicidas translaminares tienen la capacidad de moverse del lado superior de la hoja al inferior, pero no de hoja a hoja. Los fungicidas sistémicos afectan varias etapas de la vida del hongo.

Los fungicidas son una herramienta esencial en la agricultura para combatir las amenazas de hongos patógenos. Los fungicidas sistémicos y de contacto que te ofrecemos en Iqv Agro desempeñan papeles específicos en la prevención y el tratamiento de infecciones fúngicas en cultivos. La elección y aplicación adecuadas

de fungicidas son elementos clave para garantizar la salud y el rendimiento de los cultivos en la agricultura moderna(Casanova, 2019).

## **2.2. Marco metodológico**

En el proceso de redacción del documento se recopilaron datos de diferentes fuentes bibliográficas. Esto incluyó bibliotecas virtuales, textos actualizados, revistas científicas y artículos además de libros. Estos materiales bibliográficos comparten un rasgo común que es su carácter científico, lo que implica que la información obtenida es confiable y está respaldada por investigaciones y estudios de alto impacto. Tras finalizar los procesos de recogida, la información fue sometida a análisis más síntesis y resumen en los que extrajimos los puntos más significativos disponibles y los sintetizamos de forma clara y concisa.

El trabajo de investigación, expuesto como componente práctico, se realizó recopilando todo tipo de información sobre las características de los aceites esenciales y su composición química, realizando análisis detallados basados en fuentes de libros, artículos científicos como Dialnet o Elsevier, Scielo o Science Direct, Biblioteca Nacional de Medicina así como revistas y documentos bibliográficos adquiridos de distintas procedencias.

Estos datos han sido estudiados, combinados y condensados con el fin de crear un esquema más detallado y específico del proyecto al que se refiere este tema "Determinación de la calidad y composición química de los aceites esenciales de *Persea Americana*, *Mentha spicata* y *Eucalyptus globulus* para uso potencial" como fungicidas en plantaciones agrícolas" destacando su importancia y ajustándose al interés y aprobación científica. Para el presente estudio de caso se analizaron las siguientes variables:

### 2.2.1. Composición química de *Persea americana*

La tabla 1 se utiliza para analizar los parámetros para la composición química de *Persea americana*.

**Tabla 1.** *Parámetros a analizar para la composición química del Persea americana*

<b>Parámetros</b>	<b>Referencia</b>
Ácidos grasos	Páramos et al. (2020)
Vitaminas	
Magnesio	

### 2.2.2. Composición química de *Mentha spicata*

La tabla 2 se utiliza para analizar los parámetros para la composición química de *Mentha spicata*.

**Tabla 2**

*Parámetros a analizar para la composición química del Mentha spicata*

<b>Parámetros</b>	<b>Referencia</b>
Carvone	Meloni et al. (2013)
Limoneno	
Micerno	
Cineol	
Linalol	
Carveol	
Bourboneno	
Cariofileno	
Germacreno	

### 2.2.3. Composición química de *Eucalyptus globulus*

La tabla 3 sirve para analizar los parámetros para la composición química de *Eucalyptus globulus*.

**Tabla 3**

*Parámetros a analizar para la composición química del *Eucalyptus globulus**

<b>Parámetros</b>	<b>Referencia</b>
Pineno	Cruz et al. (2022)
Limoneno	
Cineol	
Terpineno	
Linalol	
Terpinen	
Guaiol	
Mirceno	

## 2.3. Resultados

### 2.3.1. Composición química de los aceites esenciales de *Persea americana*, *Mentha spicata* y *Eucalyptus globulus*

#### 2.3.1.1. *Composición química de *Persea americana**

De acuerdo con Páramos et al. (2020), los principales ácidos grasos presentes en el aguacate fueron ácido linoleico (44-47%) y ácido oleico (30-36%), independientemente del solvente utilizado y, en menor proporción, ácido palmítico (15-19%) y ácido erúcico (~3%).

#### 2.3.1.2. *Composición química de *Mentha spicata**

De acuerdo a los resultados del análisis químico del *Mentha spicata* que se detalla en el trabajo de Meloni et al. (2013), se indica los valores de la concentración de los ingredientes activos del eucalipto, sobresale en sus promedios un elevado contenido de carvona, superior al 50%.

**Tabla 4**  
*Composición química del Mentha spicata*

<b>Componente</b>	<b>Porcentaje promedio</b>
Carvone	69.90
Limoneno	12.11
Micerno	0.35
Cineol	2.73
Linalol	0.49
Carveol	0.14
Bourboneno	2.44
Cariofileno	1.78
Germacreno	0.51

### **2.3.1.3. Composición química del Eucalyptus globulus**

De acuerdo a los resultados del análisis químico del eucalipto que se detalla en el trabajo de Cruz et al. (2022), se indica los valores de la concentración de los ingredientes activos del eucalipto, sobresale en sus promedios como ingrediente activo, el 1-8- Cineol.

**Tabla 5**  
*Composición química del Eucalyptus globulus*

<b>Componente</b>	<b>Porcentaje promedio</b>
Pineno	3.16
Limoneno	3.70
Cineol	82.27
Terpineno	1.1
Linalol	1.3
Terpinen	1.4
Guaiol	2.76
Mirceno	1.12

### **2.3.2. Uso de los aceites esenciales de Persea americana, Mentha spicata y Eucalyptus globulus**

Los aceites esenciales generalmente se obtienen mediante destilación al vapor de plantas aromáticas, específicamente aquellas utilizadas como fragancias y

saborizantes en las industrias de perfumes y alimentos, respectivamente, y más recientemente para aromaterapia y como medicinas a base de hierbas. Los aceites esenciales de plantas se producen comercialmente a partir de varias fuentes botánicas, muchas de las cuales son miembros de la familia de la menta (Lamiaceae).

Los aceites generalmente están compuestos de mezclas complejas de monoterpenos, fenoles biogénicamente relacionados y sesquiterpenos. Los ejemplos incluyen 1,8-cineol, el componente principal de los aceites de romero y eucalipto; eugenol del aceite de clavo; timol del tomillo de jardín; mentol de diversas especies de menta; asarones de cálamo; y carvacrol y linalool de muchas especies de plantas.

Tradicionalmente se han utilizado varias plantas fuente para la protección de productos almacenados, especialmente en la región mediterránea y en el sur de Asia, pero el interés en los aceites se renovó con la demostración emergente de sus actividades fumigantes e insecticidas de contacto contra una amplia gama de plagas en el mundo. Década de 1990 (Isman, 2000). La rápida acción contra algunas plagas es indicativa de un modo de acción neurotóxico y existe evidencia de interferencia con la octopamina neuromoduladora (Kostyukovsky et al., 2002) por algunos aceites y con canales de cloruro activados por GABA por otros (Priestley et al., 2003).

Los componentes terpenoides purificados de los aceites esenciales son moderadamente tóxicos para los mamíferos, pero, con pocas excepciones, los aceites mismos o los productos basados en aceites en su mayoría no son tóxicos para los mamíferos, las aves y los peces (Stroh et al., 1998). Por lo tanto, se justifica su inclusión entre los “pesticidas verdes”. Debido a su volatilidad, los aceites esenciales tienen una persistencia limitada en condiciones de campo; por lo tanto, aunque los enemigos naturales son susceptibles por contacto directo, es poco probable que los depredadores y parasitoides que vuelven a invadir un cultivo tratado uno o más días después del tratamiento sean envenenados por contacto con residuos, como suele ocurrir con los insecticidas convencionales.

De hecho, los efectos sobre los enemigos naturales aún no se han evaluado en condiciones de campo. La evidencia reciente de un modo de acción octopaminérgico para ciertos monoterpenoides (Bischof y Enan 2004; Kostyukovsky et al., 2002), combinada con su relativa simplicidad química, aún puede encontrar que estos productos naturales sean útiles como estructuras principales para el descubrimiento de nuevos insecticidas neurotóxicos con buena selectividad mamífera.

La menta verde (*Mentha spicata*) y la albahaca (*Ocimum basilicum*) también son eficaces para ahuyentar a las moscas. De manera similar, las plantas que contienen aceites esenciales como *Artemisia vulgaris*, *Melaleuca leucadendron*, *Pelargonium roseum*, *Lavandula angustifolia*, *Mentha piperita* y *Juniperus virginiana* también son eficaces contra diversos insectos y hongos patógenos (Kordali et al., 2005). Estudios realizados sobre los efectos del aceite volátil.

Los componentes de las especies de *Mentha* son muy eficaces contra *Callosobruchus maculatus* y *Tribolium castanum*, las plagas comunes de los cereales almacenados (Tripathi et al., 2000). Los aceites esenciales derivados del eucalipto y la hierba de limón también han resultado eficaces como repelentes de animales, antialimentarios, insecticidas, acaricidas y productos antimicrobianos; encontrando así uso como desinfectantes, sanitizantes, bacteriostáticos, microbiocidas, fungicidas y algunos han tenido impacto en la protección de enseres domésticos.

### **2.3.3. Comparación de los aceites esenciales *Persea americana*, *Mentha spicata* y *Eucalyptus globulus* con otros aceites vegetales y su uso como fungicidas**

Hay varios ejemplos de aceites esenciales como el de rosa (*Rosa damascene*), pachulí (*Pogostemon patchouli*), sándalo (*Santalum album*), lavanda (*Lavendula officinalis*), geranio (*Pelargonium graveolens*), etc., que son muy conocidos. en la industria de la perfumería y fragancias. Otros aceites esenciales como el de hierba limón (*Cymbopogon winteriana*), *Eucalyptus globulus*, romero (*Rosemarinus officinalis*), vetiver (*Vetiveria zizanoides*), clavo (*Eugenia caryophyllus*) y tomillo (*Thymus vulgaris*)

son conocidos por sus propiedades de control de plagas. Mientras que la menta (*Mentha piperita*) repele hormigas, moscas, piojos y polillas; poleo (*Mentha pulegium*) ahuyenta pulgas, hormigas, piojos, mosquitos, garrapatas y polillas.

*L. officinalis*, *Tanacetum vulgare*, *Rabdosia melissoides*, *Acorus calamus*, *Eugenia caryophyllata*, *Ocimum* spp., *Gaultheria procumbens*, *Cuminum cymium*, *Bunium persicum*, *Trachyspermum ammi*, *Foeniculum vulgare*, *Abelmoschus moschatus*, *Cedrus* spp. y las especies *Piper* también son conocidas por sus variadas propiedades de control de plagas.

El aceite esencial de citronela (*Cymbopogon nardus*) se ha utilizado durante más de cincuenta años como repelente de insectos y animales. Combinar unas gotas de aceites esenciales de citronela, limón (*Citrus limon*), rosa (*Rosa damascena*), lavanda y albahaca con un litro de agua destilada es eficaz para protegerse de las plagas de insectos de interior. La actividad larvicida del aceite de citronela se ha atribuido principalmente a su principal componente monoterpénico, el citronelal (Zaridah et al., 2003).

El aceite esencial de vetiver (*Vetiveria zizanioides*), obtenido por destilación al vapor de raíces aromáticas, contiene una gran cantidad de sesquiterpenos oxigenados. Se sabe que este aceite protege la ropa y otros materiales valiosos del ataque de insectos cuando se coloca en armarios, cajones y cómodas.

El aceite esencial de hierba gatera (*Nepeta cataria*) es muy eficaz para repeler mosquitos, abejas y otros insectos voladores. El componente más activo de la hierba gatera se ha identificado como nepetalactona. Repele los mosquitos diez veces más que el DEET. Es particularmente eficaz contra el mosquito *Aedes aegypti*, vector del virus de la fiebre amarilla. Aceite de *Traquispermum* sp. también es larvicida contra *A. aegypti* y el mosquito doméstico del sur, *Culex quinquefasciatus* Say (LC<sub>50</sub> = 93,19–150,0 ppm) (Vrushali et al., 2001).

De manera similar, los aceites esenciales de *Ocimum sanctum* causaron una mortalidad del 20% en larvas de *S. litura* del tercer estadio (Sharma et al., 2001). A una



dosis tópica de 100 µg/larva, se ha reportado una mortalidad larval > 90% cuando se aplicaron aceites esenciales de *Satureja hortensis*, *Thymus serpyllum* y *Origanum creticum* (LD50 = 48,4–53,4) al tercer estadio de *S. litura* (Isman et al. , 2001). Sharda et al. (2000) Informaron estudios similares, donde el aceite esencial de *Ageratum conyzoides* causó una mortalidad del 43,0 al 68,75 % en una concentración de 0,025 a 0,25 µl.

Por otra parte, el aceite de eneldo obtenido de la planta de eneldo (*Anethum sowa*) como subproducto de la industria del eneldo también es una rica fuente de carvona. El otro componente importante de *A. sowa*, el dillapiol, es bien conocido por sus propiedades sinérgicas insecticidas. También ocurre en una proporción de alrededor del 40% al 60% en el aceite de semilla de *Anethum graveolens* y más del 51% en el aceite de menta verde (*Mentha spicata*). Las hojas de cúrcuma (*Curcuma longa*), la parte no utilizada de la planta de cúrcuma, mediante hidrodestilación producen un aceite rico en  $\alpha$ -felandreno (70%). Este aceite induce la inhibición del crecimiento y la mortalidad larvaria contra *Spilosoma obliqua* (Agarwal et al., 1999).

El aceite de la hoja también es ovicida y ninficida contra *Dysdercus koenigii* e induce un efecto de derribo moderado contra *T. castaneum*. El aceite de curcumeno y jengibre en una concentración del 0,2% induce una inhibición del 86% del crecimiento micelial del hongo de prueba *Rhizoctonia solani*. Por tanto, la evaluación colectiva de la eficacia de los aceites esenciales como pesticidas verdes sugiere que algunos aceites son significativamente más activos que otros. Sin embargo, una evaluación más empírica de los componentes activos utilizando una amplia gama de especies de plagas revelaría actividades biológicas valiosas y específicas, como se analiza en la siguiente sección.

#### **2.4. Discusión de resultados**

En el bioensayo de aceite de menta (*M. pulegium*) sobre papel de filtro se observó que 0,31 µl/cm<sup>2</sup> durante la primera hora tuvo un 66% como mayor porcentaje de repelencia detectado. Efecto del aceite de menta: sobre *S. zeamais* expuesto a

granos de maíz, en la tercera hora, con una concentración de 0,075 µl/g mostró 64% de repelencia.

Granados (2016) describió previamente resultados sobre los efectos repelentes del aceite de menta, confirmando la actividad repelente de *M. pulegium* para un control alternativo del gorgojo del maíz. Es probable que el efecto insecticida de la menta sobre los gorgojos del maíz se deba a las moléculas aromáticas presentes en la planta, como pulegona, 1-mentona, d-isomentona, piperitona, piperitenona e isopiperitenona, entre otras identificadas: alcoholes (mentol, 3-octanol, linalol, isomentol, neomentol, neoisomentol), ésteres como el acetato de mentilo e hidrocarburos (alfa y beta-pineno, limoneno, p-cimeno) junto con dipenteno y canfeno según Batllori (1990).

Efectos del aceite esencial de menta sobre la mortalidad del gorgojo del maíz. No se encontraron diferencias en las concentraciones utilizadas pero se observó la mayor mortalidad de los gorgojos del maíz expuestos; a papel de filtro con una concentración de 0,31 µl/cm<sup>2</sup> (74%) y expuesto a maíz con una concentración de 0,6 µl/g (16%). Los resultados difieren de Lamiri (2001) donde se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos sin embargo las concentraciones utilizadas por este autor fueron diferentes a las utilizadas en este estudio. La dosis de concentración de aceite de menta recomendada por Lamiri (2001) para causar la mayor mortalidad fue de 5 µl (con una concentración de 0.088 µl/cm<sup>2</sup>) y para causar el 50% de mortalidad fue de 10 µl (concentración de 0.18 µl/cm<sup>2</sup>); sin embargo, las dosis de aceites esenciales utilizadas por Lamiri (2001) no fueron diluidas en un solvente como se hizo en este trabajo, donde el aceite esencial se mezcló con metanol.

Al utilizar aceite esencial de menta (*M. pulegium*) en papel de filtro, fue posible determinar los tiempos letales medios (TL50) de diferentes concentraciones, pero el mejor TL50 se pudo obtener con 0,31 µl/cm<sup>2</sup>, que son 72 horas, ya que no se produjo suficiente mortalidad. en la prueba de granos de maíz, lo que impide la determinación del análisis del tiempo letal.

Fiori (1963) señala que ciertos aceites minerales y vegetales actúan sobre el metabolismo respiratorio de los insectos. La volatilidad de estos aceites debe ser lo suficientemente baja como para garantizar su persistencia durante 24 horas, aunque sean asfixiantes. Se probaron los aceites de menta y eucalipto, mostrando el aceite de eucalipto mejores propiedades de control repelente contra el gorgojo del maíz probablemente debido a su acción asfixiante sobre los insectos, como señaló Fond Quer (1962). Maíz durante más tiempo (UNAM, 2013), esto no se observa cuando se pulveriza el aceite esencial directamente sobre el papel de filtro.

Durante la prueba de aplicación de aceite de eucalipto (*E. melliodora*) sobre papel de filtro, se observó que la concentración de  $0,63 \mu\text{l}/\text{cm}^2$  alcanzó el mayor porcentaje de repelencia (70%) en la segunda hora. De manera similar, cuando se pulverizaron granos de maíz con el mismo aceite, se observó que el porcentaje más alto (76%) fue de  $0,15 \mu\text{l}/\text{g}$  en la segunda hora. Estos hallazgos apuntan a que el aceite de eucalipto posee efectos repelentes sobre *S. zeamais*. Esto concuerda con Russo (2013), quien no solo informó hallazgos similares sobre el eucalipto que actúa como repelente de los gorgojos del maíz, sino que también recomendó su uso como medida preventiva para frenar los daños causados por esta pestilencia, lo que indica su eficacia para disuadir dichas plagas y consecuentemente mitigando las pérdidas por sus infestaciones.

La tasa máxima de mortalidad registrada en este estudio fue del 72% a la dosis de  $0,31 \mu\text{l}/\text{cm}^2$ , lo que difiere de los resultados obtenidos por Lamiri (2001) con una mortalidad del 63% obtenida con una dosis de  $20 \mu\text{l}$ , equivalente a  $0,35 \mu\text{l}/\text{cm}^2$  concentración en  $\text{cm}^2$ . Las diferencias significativas en la mortalidad de los gorgojos del maíz sólo fueron posibles de demostrar a través de este experimento (aspersión de eucalipto sobre papel de filtro), y también se observó que este aceite tenía un efecto derribador sobre los gorgojos del maíz (*S. zeamais*), un efecto que es muy común cuando los insectos están expuestos a residuos de insecticidas químicos como la deltametrina (Palomino, 2007).

El fenómeno del efecto knockout fue documentado anteriormente por Palomino (2007), que también se denominó efecto knockout, en el que un insecto pierde su capacidad de caminar normalmente, a pesar de mostrar signos de vida. La observación de este comportamiento en los gorgojos del maíz tras la aplicación de aceite de eucalipto puede ser una faceta interesante en el control de plagas. Sin embargo, se requieren más estudios para establecer su viabilidad ya que es una nueva área de investigación.

Se utilizó aceite esencial de eucalipto (*E. melliodora*) mediante aspersion sobre papel de filtro, así se pudo establecer los tiempos letales medios de las concentraciones en estudio (TL50). La observación mostró que a concentraciones de 0,31  $\mu\text{l}/\text{cm}^2$  y 0,63  $\mu\text{l}/\text{cm}^2$  se registraron 84 horas con TL50. También para este ensayo, como en el caso del aceite de menta, la determinación del tiempo letal de los gorgojos expuestos a los tratamientos granos de maíz no se pudo realizar debido a la falta de mortalidad evidente suficiente para realizar el análisis porque no era evidente la mortalidad suficiente para realizar el análisis.

Los granos de maíz hacen que tanto el aceite de menta como el de eucalipto se volatilicen mucho más rápido. Estos hallazgos son diferentes a los informados por Lacouture (2004), donde se evaluó el aceite esencial de eucalipto en granos de maíz en dosis de 3, 6 y 10 cc por kilogramo de semillas, lo que resultó en una efectividad del 100% en *S. zeamais*. La concentración letal promedio (CL50) del aceite de eucalipto rociado sobre papel de filtro es de 0,13  $\mu\text{l}/\text{cm}^2$ ; sin embargo, tras la exposición al maíz tratado la CL50 llegó a ser 10.000  $\mu\text{l}/\text{g}$ .

Los hallazgos indican que se necesitan cantidades sustanciales de aceite esencial para lograr una eficacia óptima en el control de los gorgojos del maíz, como señaló Lamiri (2001), quien administró una dosis de 20  $\mu\text{l}$  (equivalente a una concentración de 0,35  $\mu\text{l}/\text{cm}^2$ ). Además, las dosis empleadas por Lamiri no implicaron ninguna mezcla de disolvente con el aceite esencial; por lo tanto, la utilización exclusiva del aceite esencial como agente insecticida es más eficaz.

En su trabajo Fiori (1963) señala que ciertos aceites minerales y vegetales actúan sobre el proceso respiratorio de los insectos. La volatilidad de estos aceites debe ser lo suficientemente baja como para persistir durante un tiempo suficiente para interferir con el intercambio respiratorio durante 24 horas, lo que provoca la muerte. Se probaron la menta y el eucalipto: el eucalipto tenía mejores propiedades como repelente y control del gorgojo del maíz debido a su acción asfixiante sobre los insectos observada por Fond Quer (1962).

La asfixia total o parcial podría haber resultado del aceite de eucalipto en adultos de *S. zeamais*, provocando así una mayor mortalidad y repelencia de los insectos, lo que puede ser una posible razón del efecto de derribo observado en los adultos del gorgojo del maíz después del tratamiento con este aceite; Existen numerosos productos químicos para el control de plagas en los granos almacenados, sin embargo, el daño que causan al medio ambiente y a la salud humana es inmensurable por lo que es importante buscar nuevas alternativas de control efectivas y amigables con el medio ambiente. Se ha demostrado que el uso de aceites esenciales tiene buena eficacia contra el control de diversas plagas, incluido el gorgojo del maíz (Lacouture, 2004).

Si bien no se detectaron diferencias entre los tratamientos, al observar que el aceite de menta y el eucalipto actúan como repelentes contra *S. zeamais* se puede inferir que estos aceites tienen uso potencial en el manejo de plagas; sin embargo, deben realizarse estudios más detallados que demuestren su aplicabilidad práctica. En la evaluación del impacto en la mortalidad del gorgojo del maíz cuando se expone a concentraciones variables de aceite de menta y eucalipto colocado tanto en papel de filtro como en la superficie del maíz, el efecto del aceite de menta más eucalipto repele a *S. zeamais*.

### 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 3.1. Conclusiones

- La revelación de la constitución química de los aceites esenciales de esas plantas nos permite saber cómo pueden usarse juntas en prácticas agrícolas. Una de las principales razones por las que las plantas producen aceites esenciales es que son sintetizados bioquímicamente como una adaptación a diferentes factores ecológicos (bióticos y abióticos) ya que ayudan a la planta a afrontar estas situaciones como evitar que ciertos insectos se posen en ellas.
- Los fungicidas sintéticos son muy eficaces, aunque se puede desarrollar resistencia especialmente en el tratamiento de micosis sistémicas. Además, los fungicidas químicos pueden tener repercusiones en el medio ambiente y ser perjudiciales para los animales y el hombre.
- El uso de productos químicos no tóxicos o poco tóxicos es importante debido a la bioacumulación a lo largo de la cadena alimentaria, por lo que los aceites esenciales aparecen como una opción segura y sin impacto negativo durante la producción o el consumo posterior; va en línea con las nuevas aspiraciones de los consumidores de productos más respetuosos con el medio ambiente.

#### 3.2 . Recomendaciones

- Se recomienda investigar la actividad insecticida de los aceites esenciales de menta y eucalipto contra *S. zeamais* utilizando otros métodos de extracción de aceite como la hidrodestilación.
- Cuando se realizan pruebas que implican la pulverización de aceites esenciales sobre granos de maíz, es aconsejable aplicar primero un adyuvante a los granos para mantener el efecto insecticida del aceite esencial.
- Los aceites esenciales pueden ser una alternativa viable en el control de cultivos; Se deben realizar más investigaciones con aceites de mayor pureza y mayor concentración para alcanzar este objetivo.

## 4. REFERENCIAS Y ANEXOS

### 4.1. Referencias

- Agarwal, M. y Walia, S. (2003) Potencial de control de plagas de fitoquímicos derivados de *Curcuma longa* y *Zingiber officinale*. En P. Dureja, DB Saxena, Agarwal, M., Walia, S. y Dhingra, S. (1999) Propiedades de control de plagas del aceite de hoja de cúrcuma contra *Spilosoma obliqua*, *Dysdercus koenigii* y *Tribolium castaneum*. *Proceder*. Segundo Congreso del Pueblo de toda la India, Calcuta, págs. 1–7.
- Agarwal, M., Walia, S. y Dhingra, S. (2000) Inhibición del crecimiento de insectos, actividad antialimentaria y antifúngica de compuestos aislados/derivados de rizomas de *Zingiber officinale*. *Manejo de plagas. Ciencia*, 37, 289–300.
- Bowers, JH y Locke, LC(2000) Efecto de los extractos botánicos sobre la densidad de población de *Fusarium oxisporum* en el suelo y control del marchitamiento por *Fusarium* en el invernadero. *Plant Dis.*, 84, 300–305.
- Calderone, NW y Spivak, M. (1995) Extractos de plantas para el control del ácaro parásito *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) en colonias de abejas melíferas occidentales (Hymenoptera: Apidae). *J. Economía. Entomol.*, 88, 1211-1215.
- Dietrich, G., Dolan, MC, Peralta-Cruz, J., Schmidt, J., Piesman, J., Eisen, RJ y Karchesy, JJ (2006) Actividad repelente de compuestos fraccionados del aceite esencial de *Chamaecyparis nootkatensis* contra la ninfa *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae). *J. Med. Entomol.*, 43, 957–961.
- Dimetry, NZ, Hafez, M. y Abbass, MH (2003) Eficiencia de algunos aceites y formulaciones de neem contra el escarabajo del caupí, *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) Coleoptera: Bruchidae). En
- Hierro, I., Valero, A., Pérez, P., Gonzalez, P., Cabo, MM y Navarro, MC (2004) Acción de diferentes compuestos monoterpénicos contra larvas de *Anisakis simplex* SIL3. *Fitomedicina*, 11, 77–82.
- Huang, Y. y Ho, SH (1998) Toxicidad y antialimentarioactividades del cinamaldehído contra los insectos almacenadores de granos *Tribolium castaneum* (Herst) y *Sitophilus zeamais* Motsch. *J. Productos almacenados. Res.*, 34, 11-17.
- Hummelbrunner, AL e Isman, MB (2001) Efectos agudos, subletales, antialimentarios y sinérgicos de los compuestos de aceites esenciales monoterpénicos en el gusano cortador del tabaco (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Agrícola. Química de alimentos*, 49, 715–720.
- Inazuka, S. (1983) Monoterpenoides como repelentes contra la cucaracha alemana (*Blattella germanica* L.). *J. Pestic. Ciencia*, 8, 293–299.

- Khanna, RK, Sharma, OS, Singh, A., Battacharya, SC, Sen, N. y Sethi, KL (1990) El aceite esencial de las hojas de *Dacus carota* Linn. variedad sativa. *Química. Anal. Estructura*, 14, 173–176.
- Klocke, JA, Balandrin, MF y Yamasaki, RB (1989) Limonoides, fenólicos y furanocumarinas como antialimentadores, repelentes y crecimiento de insectos.
- Koschier, EL y Sedy, KA (2001) Efectos de los volátiles de las plantas sobre la alimentación y oviposición de *Thrips tabaci*. En R. Marullo y L. Mound (eds.), *Thrips and Tospoviruses*, CSIRO, Australia, págs. 185-187.
- Krishna Kishore, G., Pande, S. y Harsha, S. (2007) Evaluación de aceites esenciales y sus componentes para la actividad antifúngica de amplio espectro y el control de la mancha foliar tardía y la pudrición de la corona en maní. *Plant Dis.*, 91, 375–379.
- MR y Ho, SH (1998) Insecticida y repelente. Propiedades de nueve componentes volátiles de los aceites esenciales contra la cucaracha americana, *Periplaneta americana* (L.). *Pestoso. Ciencia*, 54, 261–268.
- Nguefack, J., Nguikwie, SK, Fotio, D., Dongmo, B., Zollo, PH Amvam, Leth, V., Nkengfack, AE, Poll, L. (2007). Potencial fungicida de los aceites esenciales y fracciones de *Cymbopogon citratus*, *Ocimum gratissimum* y *Thymus vulgaris* para controlar *Alternaria padwickii* y *Bipolaris oryzae*, dos hongos transmitidos por semillas de arroz (*Oryza Sativa* L). *J. Essen. Oil Res.*, 19, 581–587.
- Ning, J., Kong, F., Lin B. y Lei, H. (2003) Preparación a gran escala del elicitador de fitoalexina glucohexatosa y su aplicación como pesticida verde. *J. Agrícola. Química de alimentos*, 51, 987–991.
- Ouden, HD, Visser, JH, Alkena, DPW, Dei, JJ y Derk, PSM (1993). Experimentos con sustancias volátiles en formulaciones de liberación lenta que causan repelencia a la oviposición de la mosca de la raíz de la col, *Phorbia brassicae* (Diptera: Anthomyidae). *J. Aplica. Entomol.*, 115, 307–312.
- Oyedela, AO, Gbolade, AA, Sosan, MB, Adewoyin, FB, Soyely, OL y Orafidiya, OO (2002). Formulación de un producto tópico repelente de mosquitos eficaz a partir de aceite de hierba de limón. *Fitomedicina*, 9, 259–262.
- Pair, SD y Horvat, RJ (1997) Volátiles de flores de madre selva japonesa como atrayentes para insectos lepidópteros adultos. Patente estadounidense 5665344.
- Paster, N., Menasherou, M., Ravid, U. y Juven, B. (1995) Actividad antifúngica de los aceites esenciales de orégano y tomillo aplicados como fumigantes contra hongos que atacan el grano almacenado. *J. Protección de alimentos*, 58, 81–85.



- Perrucci, S. (1995) Acaricida Actividad de algunos aceites esenciales y sus constituyentes contra *Tyrophagus longior*, un ácaro de los alimentos almacenados. *J. Food Prot.*, 58, 560–563.
- Petroski, RJ y Hammack, L. (1998) Relaciones estructura-actividad de alcoholes fenilalquílicos, fenilalquilaminas y derivados de alcohol cinámico como atrayentes para gusanos adultos de la raíz del maíz (coleópteros: Chrysomelidae: *Diabrotica* sp.). *Reinar. Entomol.*, 27, 688–694.
- Rice, PJ y Coats, JR (1994) Propiedades insecticidas de varios monoterpenoides para la mosca doméstica (Diptera: Muscidae), el escarabajo rojo de la harina (Coleoptera: Tenebrionidae) y el gusano de la raíz del maíz del sur (Coleoptera: Chrysomelidae). *J. Economía. Entomol.*, 87, 1172-1179.
- Singh, R., Rup, PJ y Koul, O. (2008) Bioeficacia del 1,8-cineol de *Eucalyptus camaldulensis* var. *obtusa* y linalool de *Luvanga scandans* contra *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) y efectos combinados con algunos otros monoterpenoides. *J. Pest Sci.*, (en prensa)
- Tripathi, AK, Prajapati, V. y Kumar, S. (2003) Bioactividad de l-carvona, d-carvona y dihidrocarvona hacia tres escarabajos de productos almacenados. *J. Economía. Entomol.*, 96, 1594–1601.
- Tsao, R. y Zhou, T. (2000) Actividad antifúngica de monoterpenoides contra patógenos poscosecha *Botrytis cinerea* y *Monilinia fructicola*. *J. Res. de aceites esenciales*, 12, 113–121.
- Vrushali, T., Tare, V. y Shushil, K. (2001) Bioactividad de algunas plantas medicinales contra insectos plaga/vectores seleccionados. En K. Sushil, SA Hasan, D. Samresh, AK Kukreja, S. Ashok, AK Sharma,
- Zambonelli, A., D'Aulerjo, AZ, Bianchi, A. y Albasini, A. (1996) Efectos de los aceites esenciales sobre hongos fitopatógenos in vitro. *J. Phytopathol.*, 144, 491–494.
- Zaridah, MZ, Nor Azah, MA, Abu Said, A. y Mohd. Faridz, ZP (2003) Propiedades larvicidas de los aceites esenciales de citronelal y *Cymbopogon nardus* de dos localidades diferentes. *tropo. Biomed.*, 20, 169-174.
- Casanova, R. (2019). Obtenido de <https://iqvagro.com/en/para-que-sirve-el-fungicida/#>
- Fernandez, B. (27 de Agosto de 2020). *Basicarma* . Obtenido de <https://basicfarm.com/blog/que-es-fungicida-utilidad/#:~:text=Los%20fungicidas%20son%20pesticidas%20que,los%20hongos%20en%20otros%20entornos.>

#### 4.2. Anexos



**Menta**



**Eucalipto**



**Aguacate**



**Uso de Aceite como fungicida**