UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA DE AGROPECUARIA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR EN OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO

"ACTIVIDAD INSECTICIDA DE ACEITES ESENCIALES DE JENGIBRE (*Zingiber officinale* L.) EN EL CONTROL DE INSECTOS PLAGA"

AUTOR

MASAQUIZA CURI FRANCO ROBERTO

DIRECTOR

ING. SEGUNDO BENEDICTO VALLE RAMIREZ, PhD

PASTAZA – ECUADOR
2020-2021

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Quien escribe, Franco Roberto Masaquiza Curi con C.I. 1805224423, hago constar que soy autor del Proyecto de Investigación titulado: Actividad insecticida de aceites esenciales de jengibre (*Zingiber officinale* L.) en el control de insectos plaga, el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del Tutor de dicho trabajo, Ing. Segundo Benedicto Valle Ramírez, PhD. En sentido, manifiesto la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

En el cantón Pastaza, a los___ dias del mes___ de del 20____

_____

Franco Roberto Masaquiza Curi
C.I. 1805224423
Autor

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación aprueba el Trabajo de Integración Curricular titulado: "ACTIVIDAD INSECTICIDA DE ACEITES ESENCIALES DE JENGIBRE (*Zingiber officinale* L.) EN EL CONTROL DE INSECTOS PLAGA"

KARINA MARIA ELENA CARRERA SANCHEZ

Firmado digitalmente por KARINA MARIA ELENA CARRERA SANCHEZ
Fecha: 2021.07.23 16:17:55 -05'00'

Dra.C. Karina María Elena Carrera Sánchez, PhD
Presidente del Tribunal

PATRICIO FABIAN NARANJO DELGADO

Mgs. Patricio Fabian Naranjo Delgado
Miembro del Tribunal

MARIA AUGUSTA GUADALUPE ALCOSER

Dra. Maria Augusta Guadalupe Alcoser
Miembro del Tribunal

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

Certificado No. 217-SAU-UEA-2021

Puyo, 27 de julio de 2021

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Proyecto de Investigación correspondiente al estudiante: J Franco Roberto Masaquiza Curi, con C.I. 1805224423, con el Tema: **"ACTIVIDAD INSECTICIDA DE ACEITES ESENCIALES DE JENGIBRE (Zingiber officinale L.) EN EL CONTROL DE INSECTOS PLAGA."**, de la carrera, Ingeniaría Agropecuaria. Director de la investigación, Dr. C. Segundo Benedicto Valle Ramírez, PhD., ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 8%, Informe generado con fecha 24 de julio de 2021 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

ITALO
MARCELO

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco M.Sc.
ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por permitirme alcanzar esta meta, dándome sabiduría para entender los conocimientos y consejos de las personas que han hecho posible que yo llegase hasta aquí, lo cual me fortalece y me motiva a seguir superándome y alcanzar cada una de mis metas. A mis padres y hermanos quienes me acompañaron en esta aventura que fue mucho sacrificio, y de forma incondicional estuvieron conmigo, entendieron mis ausencias y mis malos momentos. Al Ing. Segundo Benedicto Valle Ramírez, PhD., mi tutor de proyecto integrador, por ser un excelente guía, y un buen amigo, brindándome sus conocimientos muy valiosos, por todo el esfuerzo y tiempo invertido ya que sin su ayuda no habría logrado cumplir esta meta.

A mi amiga y compañera Antonella quien me apoyado en todo momento sea en nuestra formación profesional y personal.

A mis amigos/as con quienes compartí buenos y malos momentos, alegrías y tristezas y un sin fin de aventuras los llevare siempre en el corazón.

A las personas que directa o indirectamente participaron en todo este transcurso de mi formación con sus palabras de aliento y ánimo, por acompañarme en mis peores momentos y en mis victorias.

A la Universidad Estatal Amazónica por abrirme las puertas para poder estudiar, así mismo a cada uno de mis docentes quienes aportaron con sus valiosos conocimientos y tiempo para poder adquirir los conocimientos.

DEDICATORIA

A Dios por todas las bendiciones recibidas y permitirme culminar mis estudios, por estar conmigo en cada paso que doy y ser mi sustento, y sobre todo por haber puesto en mi camino a todas aquellas personas que han sido mi soporte y mi compañía durante todo mi periodo académico.

A mi padre Luis Alfredo Masaquiza Tipan a mi madre María Emma Curi Chicaiza por ser el pilar fundamental en mi vida que a pesar de las peleas y malos momentos que les he hecho pasar estuvieron allí conmigo, por inculcarme a ser mejor persona, profesional, amigo e hijo.

A mi familia en general por su apoyo en lo mucho o lo poco estuvieron al pendiente de mi en mi formación.

Resumen

El uso de plantas con propiedades insecticidas es una práctica muy antigua, hasta antes del hallazgo de los insecticidas sintéticos. Los aceites esenciales, son líquidos aromáticos obtenidos de diferentes partes de la planta, los cuales se usan para minimizar la aplicación de plaguicidas sintéticos. El presente trabajo tuvo como objetivo general analizar la actividad insecticida de aceites esenciales de jengibre (Z*ingiber officinale* L.) en el control de insectos plaga de cultivos de importancia económica basado en la literatura científica reciente. Se trabajó a partir de revisiones bibliográficas de fuentes primarias tales como: artículos científicos de investigación, artículos de revisión bibliográfica y repositorios de tesis, con literatura publicada en español e inglés, para lo cual se hizo uso del método exploratorio que evidencia información básica, especifica y especializada relacionada con el tema de investigación. Se definieron las variables tipo de insecto, dosis de aplicación, estadio del insecto, porcentaje (%) de mortalidad para cumplir el objetivo específico uno y las variables: tipo de agente fitopatógeno, dosis de aplicación, porcentaje (%) de inhibición y método de evaluación para cumplir el objetivo específico dos. Los resultados fueron analizados mediante tablas de síntesis donde se reporta que al aplicar el extracto de Z. *officinale* sobre adultos del escarabajo *Tribolium castaneum* a una dosis de 1500 uL.L^{-1} de aire registraron una mortalidad de 96,67%, así mismo, se reporta una alta eficacia del 100% sobre larvas de segundo estadio de *Spodoptera frugiperda*. En cuanto a la eficacia sobre el hongo *Aspergillus niger* se obtuvo una inhibición del 47-85 % y en la bacteria *Xanthomonas campestris* se registró una eficiencia del 45 %. El uso de aceites esenciales presenta un gran potencial para el control de insectos plaga y agentes fitopatógenos como hongos y bacterias.

Palabras Clave: aceite esencial, actividad insecticida, dosis, inhibición

Abstract

The use of plants with insecticidal properties is a very old practice, even before the discovery of synthetic insecticides. Essential oils are aromatic liquids obtained from different parts of the plant, which are used to minimize the application of synthetic pesticides. The present work had as general objective to analyze the insecticidal activity of essential oils of ginger (Zingiber officinale L.) in the control of insects pests of economically important crops based on recent scientific literature. We worked from bibliographic reviews of primary sources such as: scientific research articles, bibliographic review articles and thesis repositories, with published literature in Spanish and English, for which the exploratory method was used that evidences basic, specific information and specialized related to the research topic. The variables type of insect, application dose, insect stage, percentage (%) of mortality to meet specific objective one and the variables: type of phytopathogenic agent, application dose, percentage (%) of inhibition and method of evaluation to meet specific objective two. The results were analyzed using synthesis tables where it is reported that when applying the extract of Z. officinale on adults of the *Tribolium castaneum* beetle at a dose of 1500 uL.L-1 of air, they recorded a mortality of 96.67%, likewise, a high efficiency of 100% is reported on second instar larvae of *Spodoptera frugiperda.* Regarding the efficacy on the *Aspergillus niger* fungus, an inhibition of 47-85% was obtained and in the bacterium *Xanthomonas campestris* an efficiency of 45% was recorded. The use of essential oils has great potential for the control of pest insects and phytopathogens such as fungi and bacteria.

Keywords: essential oil, insecticidal activity, dose, inhibition

Tabla de contenidos

Capítulo 1. Introducción 1

1.1.1. Planteamiento del problema 3

1.2. Objetivo general 4

1.2.1. Objetivos específicos 4

Capítulo 2: Fundamentación teórica 5

2.1. Origen del jengibre 5

2.2. Distribución del jengibre *Z. officinale* 5

2.3. Clasificación Taxonomía 5

2.4. Nombres comunes de *Z. officinale* 6

2.5. Descripción botánica *Z. officinale* 6

2.6. Composición química del jengibre *Z. officinale* 6

2.7. Extractos y aceites esenciales como agentes de control 6

2.8. Contenido y composición química del aceite esencial de jengibre *Z. officinale* 7

2.9. Actividad biológica de los extractos y aceite esencial de jengibre *Z. officinale* 8

2.9.1. Actividad insecticida de extractos y aceite esencial de jengibre *Z. officinale* en condiciones de laboratorio 8

2.9.2. Actividad insecticida de extractos y aceite esencial en condiciones de campo 10

2.9.3. Actividad bactericida del extracto y aceite esencial de jengibre *Z. officinale* 10

2.9.4. Actividad fungicida del extracto esencial del jengibre *Z. officinale* 10

Capítulo 3: Metodología de la investigación 12

3.2. Métodos de investigación 12

3.2.1. Método exploratorio 13

3.2.1.1. Análisis y definición de la necesidad de la información 13

3.2.1.2. Nivel y cobertura de la búsqueda. 13

3.2.1.3. Selección de las fuentes de información 13

3.2.1.4. Estrategias de búsqueda 13
3.2.1.4.1. Descriptores para la búsqueda 13
3.2.1.4.2. Criterios de inclusión 14
3.2.1.4.3. Criterios de exclusión 14
3.2.1.5. Valoración de los resultados 14
3.2.1.6. Gestión de la información recuperada 14
Capítulo 4: Resultados 15
4.1. Actividad insecticida de los aceites esenciales de jengibre Z. *officinale* en el control de insectos plaga 15
4.2. Eficacia de la aplicación de los aceites esenciales de jengibre Z. *officinale* en el control de los principales hongos y bacterias fitopatógenas 18
Capítulo 5: Conclusiones y recomendaciones 20
5.1. Conclusiones 20
5.2. Recomendaciones 20
Referencia 21

Listado de las tablas

Tabla 1. Clasificación taxonómica 5
Tabla 2. Composición química del aceite esencial de jengibre Z. officinale 7
Tabla 3. Actividad insecticida de extracto de jengibre Z. officinale en condiciones de laboratorio 15
Tabla 4 Actividad insecticida de extracto de jengibre Z. officinale en condiciones de laboratorio 16
Tabla 5. Actividad fungicida del aceite esencial de jengibre Z. officinale en el control de los principales hongos fitopatógenos 17
Tabla 6. Actividad antibacterial del aceite esencial de jengibre Z. officinale en el control bacterias fitopatógenas. 17

Capítulo 1. Introducción

El uso de plantas con propiedades insecticidas es una práctica muy antigua. Hasta antes del hallazgo de los insecticidas sintéticos, las sustancias extraídas de vegetales eran ampliamente utilizadas en el control de insectos (Almeida, Júnior, Queiroga, Neto, Olivier y Rojas, 2014). Las plantas, como organismos que evolucionan con los insectos y microorganismos, pueden desarrollar mecanismos de comunicación debido a la constante presión ambiental y como defensa contra el ataque de insectos y fitopatógenos (Duran et al., 2020), las plantas producen metabolitos secundarios; estos compuestos pueden ser utilizados por su potencial insecticida o repelente (Rodríguez-Montero et al., 2020).

A partir de las plantas se pueden obtener los extractos botánicos y los aceites esenciales los cuales representan una elección promisoria como fuente de productos naturales bioactivos, más seguros y de bajo costo (Rodríguez-Montero et al., 2020; Durán et al., 2020).

Los extractos botánicos son mezclas complejas de metabolitos secundarios, aislados de las plantas, los cuales se usan para minimizar la aplicación de plaguicidas sintéticos. Flores et al. (2019) indican que actualmente, se reportan alrededor de 1000 plantas que son utilizadas como bioinsecticidas.

Por otro lado, se encuentran los aceites esenciales, que según Contreras (2019) son líquidos aromáticos de aspecto fluido y espeso, con color variable dependiendo de la variedad de la cual ha sido extraído, se lo obtiene como exudado de las plantas o metabolitos secundarios. Además, de acuerdo a Duran et al. (2020) presentan una densidad inferior a la del agua, soluble en lípidos y solventes orgánicos. Otros aspectos relevantes que los caracteriza es su rápida acción neurotóxica sobre insectos, baja toxicidad en otros animales y su baja probabilidad de generar resistencia debido a que poseen distintos mecanismos de acción insecticida (Prieto, 2012; Muñoz, Staschenko y Ocampo, 2014).

Muchos aceites esenciales tienen propiedades toxicológicas contra insectos de los órdenes Coleóptera, Lepidóptera, Hemíptera, Díptera, Orthoptera, Phthiraptera e Isóptera, debido a que tienen múltiples modos de acción, incluida actividad repelente y antinutritiva, inhibición de la respiración, reducción del crecimiento y fertilidad, destrucción de la cutícula y actividad octopamínica en el sistema nervioso central (Duran et al., 2020).

Los extractos botánicos y aceites esenciales se pueden obtener de especies pertenecientes a las familias Myrtaceae, Lamiaceae y Rutaceae, Lauraceae, Asteraceae, Apiaceae, Cupressaceae, Pinaceae, Piperaceae, Santalaceae y Zingiberaceae (Muñoz, Staschenko y Ocampo, 2014; Pupiro y Pino, 2018; Duran et al., 2020).Dentro de estas plantas se encuentra el jengibre (*Z. officinale*), esta especie ha sido utilizada de manera práctica como insecticidas caseros, y algunos estudios han comprobado esta actividad, la cual se puede atribuir a flavonoides, cumarinas, taninos, sesquiterpenos y monoterpenos, entre otros compuestos presentes en sus rizomas (Rodríguez-Montero et al., 2020).

1.1. Justificación

Según Contreras (2019) el aceite esencial de jengibre (*Zingiber officinale* L.) se ha posicionado como un producto de gran importancia a nivel mundial, debido a que su funcionamiento permite la obtención de subproductos como la oleína y la estearina materias primas necesarias para la fabricación de otros aceites esenciales. Además, Vera (2018) indica que se caracteriza por ser una sustancia de tipo volátil de color amarillo verdoso, altamente viscoso, se obtiene a partir de rizomas secos del jengibre sin pelar, para su extracción se emplea el método de destilación por arrastre de vapor.

Entre las ventajas que brinda el uso de estos compuestos naturales, se puede destacar: la especificidad de su acción, su fácil procesamiento y uso, la seguridad para el ambiente y otros organismos, su rápida degradación, que no generan resistencias en plagas, no afectan el crecimiento de las plantas ni alteran la calidad de los productos finales (Ringuelet y Viña, 2013). En comparación con los plaguicidas sintéticos los aceites esenciales y extractos no causan efectos secundarios a personas ni animales, ya que su propósito específicamente es para los artrópodos (Anguiano et al., 2011; Rodríguez, Berrocal, Campos, Madriz, 2020).

En este contexto, el propósito de este trabajo fue revisar y evaluar las investigaciones llevadas a cabo en los últimos años sobre la actividad insecticida, antibacteriana y antifúngica de los aceites esenciales de *Z. officinale,* así como los últimos reportes de los mecanismos de acción de estos compuestos bioactivos.

1.1.1. Planteamiento del problema

Los mecanismos comunes de control de plagas y agentes fitopatógenos incluyen el uso de plaguicidas químicos sintéticos que se encuentran asociados con peligros para la salud y el medio ambiente a través de los altos costos del desarrollo de plaguicidas sintéticos, la destrucción de insectos benéficos, altos niveles de resistencia, aumento de residuos de insecticidas en humanos y vida silvestre, y alteración del ecosistema de control biológico natural (Abdulhay y Yonius, 2019).

Ante esta situación, reducir la cantidad de productos químicos aplicados a los cultivos e integrar alternativas que puedan controlar adecuadamente los insectos, plagas y patógenos de las plantas para reducir su impacto ambiental son cosas por hacer (Rodríguez-Montero et al., 2020).

En relación con esto los insecticidas naturales, se consideran una nueva alternativa prometedora para el control de insectos plagas y agentes fitopatógenos ya que reducen los impactos negativos en la salud humana y el medio ambiente (Hamada et al., 2018). Se han utilizado varios productos vegetales por su contenido en sustancias aleloquímicas y su efecto como repelente o insecticida (Abdulhay y Yonius, 2019).

Entre estas plantas se encuentra el jengibre (*Z. officinale*) de la familia Zingiberaceae, esta contiene una variedad de compuestos que han mostrado propiedades insecticidas, de oviposición, antialimentarias, reguladoras del crecimiento, reductoras de la fecundidad, propiedades modificadoras del desarrollo y actividad repelente contra muchos insectos evaluados (Abdulhay y Yonius, 2019). Ali et al. (2008) señalan que estos compuestos químicos de *Z. officinale* pueden variar considerablemente, según el lugar de cultivo y si el rizoma es fresco o seco.

Se reportan varios estudios donde se han evaluado la actividad insecticida de los aceites esenciales de *Z. officinale* en el control de insectos plaga, sin embargo, existe la necesidad de determinar hasta qué punto esta alternativa de control se ha estudiado, sobre qué tipo de insectos se ha evaluado, que partes del vegetal se han utilizado ya sea como aceite esencial o extracto, cuáles han sido las dosis o concentraciones que se han utilizado, en qué condiciones se han evaluado y cuáles han sido los resultados de eficacia en el control, lo cual constituirá en el punto de partida para estudios experimentales de validación en las condiciones de la Amazonía ecuatoriana.

1.2. Objetivo general

Analizar la actividad insecticida de aceites esenciales de jengibre (Z*ingiber officinale* L.) en el control de insectos plaga de cultivos de importancia económica basado en la literatura científica reciente.

1.2.1. Objetivos específicos

- Describir la actividad insecticida de los aceites esenciales y extractos de jengibre Z. *officinale* en el control de insectos plaga de cultivos de importancia económica.
- Determinar la eficacia de la aplicación de aceites esenciales de jengibre Z. *officinale* en el control de las principales bacterias y hongos fitopatógenos de cultivos de importancia económica.

Capítulo 2: Fundamentación teórica

2.1. Origen del jengibre

El nombre de jengibre proviene del sánscrito Springavera, cuyo significado es en forma de cuerno y este nombre se aplicó probablemente por la forma de la raíz; de esta voz se originó el nombre griego *Zingiberi* y más tarde el nombre latino *Zingiber*, y el o*fficinnale* L., que quiere decir medicinal. Se conoce como una de las especies aromáticas de uso doméstico más antigua, ya que su cultivo se remonta a más de 4500 años en la India (área Indo malaya) y en el sur de China (Espinoza, 2016).

Vera (2018) afirmó que en el siglo IX fue introducido del continente asiático a Europa por los árabes. En el siglo XIII navegantes árabes lo llevaron a la India a la parte oriental de África, los portugueses en el siglo XVI lo introdujeron al occidente africano. El jengibre fue traído al Perú a fines del siglo XVIII, proveniente de la China, vía Guayaquil.

2.2. Distribución del jengibre *Z. officinale*

Shukla y Kumar (2010) afirmaron que el jengibre es originario del sureste asiático. Desde ahí se ha expandido su cultivo a todos los continentes habitados por el ser humano. Su cultivo requiere muy poca preparación, tan solo tierra húmeda y una zona sombreada**.** Los tubérculos de jengibre se suelen enraizar en profundidad (llegan a poco menos de medio metro de profundidad). En cuanto a temperaturas el tallo subterráneo del jengibre puede sobrevivir durante todo el invierno, en la superficie sufre daños con temperaturas menores a 10 grados

2.3. Clasificación Taxonomía

Tabla 1. *Clasificación taxonómica*

Reino	Plantae
División	Fanérogamas (Magnoliophyta)
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Monocotiledónea (Liliopsida)
Orden	Escitaminales (Zingeberales)

Familia Zingerberaceae	Zingerberaceae
Género	*Zingiber*
Especie	*officinale*
Nombre científico	*Zingiber officinale* Roscoe
Nombre común	Jengibre

Fuente: Tomado de Espinoza (2016)

2.4. Nombres comunes de *Z. officinale*

A nivel mundial esta especie vegetal es conocida con muchas denominaciones, siendo las más populares: jengibre, ajilla (Ecuador), Kión (Perú), ajijilla (Colombia), ajengibre (Cuba), jengibre dulce (Puerto Rico), gengibre, gingembre (Antillas Francesas), gengivre, gengibre, mangaratiá (Portugal), gingembre (Francia), ginger (Inglaterra) y ingwer (Alemania) (Flores y Prieto, 2011).

2.5. Descripción botánica *Z. officinale*

Es una planta perene aromática, raíz tipo tuberosa, los tallos son erectos (Flores y Patiño, 2016). Esta especie presenta rizomas lateralmente comprimidos de 7-15 cm de largo y 1-1,5 cm de ancho. Surgen ramas largas de aproximadamente 1-3 cm que terminan en hendiduras o en brotes no desarrollados. El parénquima del tubérculo puede ser de color amarillo, blanco o rojo, dependiendo de la variedad. Está recubierto por una piel de color marrón que puede ser o bien gruesa o delgada, dependiendo la edad del tubérculo (Duran et al., 2020).

Las hojas son alargadas como las de maíz cuando apenas brotan de la tierra y envuelven con su vaina el tallo (Valadez-Villareal et al., 2019). La inflorescencia es espiciforme, densa, con brácteas laterales envolventes. Flores verde-pálido con labelo púrpura. Flores con labio trilobado, con lóbulos laterales representando los estaminodios. Androceo con anteras con cresta alargada que envuelve la parte superior del estilo (Giovannini, 2015).

2.6. Composición química del jengibre *Z. officinale*

El jengibre contiene una sustancia llamada gingerol, un líquido oleoso constituido por fenoles homólogos, la cual produce su característico sabor picoso (Flores y Patiño, 2016).

2.7. Extractos y aceites esenciales como agentes de control

El uso de extractos vegetales en el control de plagas toma cada vez más relevancia en el ámbito científico (Figueroa, Castro y Castro, 2018) y los aceites esenciales de origen

botánico fueron los primeros productos derivados de plantas que se usaron como componentes biológicamente activos por su actividad antibactericida, antifúngica, acaricida e insecticida (Muñoz et al., 2014).

2.8. Contenido y composición química del aceite esencial de jengibre *Z. officinale*

El aceite esencial se caracteriza por ser una sustancia de tipo volátil de color amarillento verdoso, altamente viscoso, se obtiene de los rizomas secos del jengibre sin pelar, con un aroma agradable picante, el olor puede variar dependiendo de la destilación y calidad del jengibre utilizado, es decir mientras más fresco y maduro es el rizoma mayor será la concentración del aroma, existen algunos métodos para su extracción como: prensado, destilación por arrastre de vapor, extracción con solventes volátiles, enflorado o enfleurage y con fluidos supercríticos (Reyes, 2015).

Según Basantes y Trujillo (2015) la composición química del aceite esencial depende de diferentes factores como: su origen, el ciclo vegetal, condiciones ambientales, características del cultivo y el método de extracción, siendo este uno de los principales parámetros más importantes ya que durante este proceso se pueden perder muchos compuestos sensibles.

Los elementos que forman parte de los aceites esenciales se agrupan en cuatro clases principales: Terpenos, Compuestos fenólicos, Glucósidos y Alcaloides (Marin, 2017).

Los rizomas del jengibre contienen aceite esencial en pequeñas cantidades, resinas, grasas, carbohidratos y materia colorante, además se puede encontrar goma, almidón, fibra, ceniza, proteína, hierro, fósforo, calcio, ácido ascórbico y vitamina B1, B2 y B5 (Espinoza, 2016).

Tabla 2. *Composición química del aceite esencial de jengibre Z. officinale*

Energía	336 kcal
Carbohidratos	71,62 g
Azucares	3,39 g
Fibra alimentaria	14,1 g
Grasas	4,24 g
Proteínas	8,98 g
Agua	9,94 g

Cenizas	4,77 g
Tiamina	0,046 mg
riboflavina	0,17 mg
Niacina	9,62 mg
Acido pantoténico	0,477 mg
Acido ascórbico	4,00 g
Vitamina B6	0,626 mg
Vitamina C	0,7 mg
Calcio	114 mg
Hierro	19,8 mg
Magnesio	214 mg
Manganeso	33,3 mg
Fosforo	168 mg
Potasio	1320 mg
Sodio	27 mg
Zinc	3,64 mg
carotenos	C 88 ug

Fuente: Tomado de Espinoza (2016)

2.9. Actividad biológica de los extractos y aceite esencial de jengibre *Z. officinale*

El aceite esencial de jengibre tiene un potencial antimicrobiano, inhibe el crecimiento de un amplio grupo de microorganismos que causa infecciones importantes en cultivos de interés. Son considerados una importante alternativa para el manejo sustentable como insecticidas en la agricultura, debido a su reconocida actividad antimicrobiana de plagas en cultivos de importancia económica (Sánchez, Correa, Abreu y Pino, 2013).

2.9.1. Actividad insecticida de extractos y aceite esencial de jengibre *Z. officinale* en condiciones de laboratorio

Los extractos botánicos representan una opción promisoria como fuente de productos naturales bioactivos, más seguros y de bajo costo. Las plantas producen metabolitos secundarios para protegerse del ataque de otros organismos; estos compuestos pueden ser utilizados por su potencial insecticida o repelente (Rodríguez, Berrocal, Campos, Madriz, 2020).

Por otro lado, Fanela et al. (2016) afirman que el aceite esencial de jengibre contiene metabolitos secundarios que se obtienen por destilación de las plantas, juegan un papel importante en la interacción con los insectos, tanto de atracción como de repulsión, irritabilidad y de toxicidad directa, presentando más de un mecanismo de acción. Pueden ser tóxicos para insectos, inhibir el crecimiento, la reproducción y la oviposición, actuar como antialimentarios y/o repelentes.

Como alternativa, los productos naturales provenientes de una gran variedad de plantas, actúan inhibiendo, repeliendo, disuadiendo o eliminando insectos plagas de distintos tipos (rastreros, voladores, chupadores, defoliadores, etc.) como así también estimulando procesos vitales de los cultivos para fortalecerlos y así protegerse de los ataques de las distintas plagas (Catucuamba, 2013). El uso que tiene actuando como insecticida o acaricida su principal función es causar efectos dañinos a cualquier organismo, actuando sobre alguna acción fisiológica alterando su función de crecimiento, reproducción, etc. Su metabolito se ve alterado y conducen a la muerte del individuo, cualquier sustancia de la naturaleza puede ser considerado muy toxico ya que siempre hay una dosis a partir de la cual la ingestión produce daños irreversibles (Méndez, Fortich y Martínez, 2015).

Existen numerosos informes sobre la actividad insecticida de los aceites esenciales y otros productos de especies de *Zingiber*. En el estudio realizado por Mollaei, Izadi, Dashti, Azizi & Ranjbar (2011) determinaron que la mortalidad del escarabajo rojo adulto de la harina (*Tribolium castaneum* Herbst), de la polilla de los cereales (*Ephestia kuehniella* Zeller) y de la polilla de la harina (*Plodia interpunctella* Hübner) fue aumentando significativamente dependiendo de la concentración del aceite y tiempo de exposición.

Agarwal et al. (2001) argumentan que el aceite de jengibre también tiene actividad reguladora y antialimentaria del crecimiento de insectos contra las larvas de *Spilosoma oblicua* Walker.

Según Thambusamy, Arulsamy y Marimuthu, (2008) se evaluó la actividad larvicida y repelente contra el mosquito filarial (*Culex quinquefasciatus* Culex), el valor de LC50 fue 50,78 ppm. La prueba de repelencia cutánea a una concentración de *Z. officinalis* de 1.0, 2.0, 3.0 y 4.0 mg/cm^2 proporcionó una protección del 100 % hasta 15, 30, 60 y 120 min. La mortalidad de las larvas se observó después de 24 h de tratamiento para la tercera etapa. Una concentración más alta de 4.0 mg/cm^2 proporcionó una protección

del 100 % hasta 120 min. Las diferentes partes de las plantas contienen un complejo de sustancias químicas con actividad biológica única, se debe a toxinas y metabolitos secundarios, que actúan como atrayentes o disuasivos.

2.9.2. Actividad insecticida de extractos y aceite esencial en condiciones de campo

Se reportan estudios de actividad insecticida de especies de *Zyngiber*. Por ejemplo, Hori (1999) reporta que el aceite o extracto de jengibre repele el pulgón verde del melocotonero, *Myzus persicae* Sulzer en tabaco cultivado en el campo. En otro estudio Cheng et al. (2003) determinaron que el uso de aceite de jengibre actúa como insecticida sobre la mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius).

Actúan de la siguiente manera: taponan los espiráculos del insecto asfixiándolo, además la ingesta le produce intoxicación provocándole la muerte, utilizando diferentes dosis según el tipo de artrópodo de esta manera se logrará el resultado esperado, realizando aplicaciones foliares cada 8-10 días en combinación de un surfactante, recomendable aplicar en horas de la mañana o al atardecer (Catucuamba, 2013).

2.9.3. Actividad bactericida del extracto y aceite esencial de jengibre *Z. officinale*

Se reportan varios estudios de actividad bactericida de especies de *Zyngiber*. En el estudio realizado por Contreras (2019) determinó la actividad antimicrobiana sobre la bacteria *Xanthomonas*, con el propósito de contribuir al desarrollo de nuevos compuestos de control biológico para plagas y enfermedades.

Para la identificación de las bacterias desarrollaron pruebas bioquímicas en las cuales se obtuvo resultados positivos para la bacteria *Xanthomona* pv. Hortorum, para la determinación de la actividad antimicrobiana se utilizó los métodos de caja Petri invertida, dilución en agar y CMI. En la determinación de la Capacidad Mínima Inhibitoria (CMI), el mayor porcentaje de inhibición fue registrado el aceite de Jengibre con un 25%. Se puede decir con certeza el aceite esencial posee una alta capacidad antibacteriana al ser empleada en concentraciones mayores al 50% (Contreras, 2019).

2.9.4. Actividad fungicida del extracto esencial del jengibre *Z. officinale*

Se reportan varios estudios relacionados con la actividad antifúngica del extracto de Z. *officinale*. En el estudio desarrollado por Ramírez, López, Guzmán, Munguía, Espinosa (2011) se investigó el efecto *in vitro* de extracto de *Z. officinale* sobre la moniliasis (*Moniliophthora roreri* Cif y Par), determinaron que estos extractos poseen metabolitos

capaces de inhibir el crecimiento y la formación de conidios del hongo *M. roreri* causante de la monialisis del cacao.

En otro estudio Apaza y Solis (2019) al evaluar la eficiencia de varios extractos incluido el extracto etanólico de *Z. officinale* contra el hongo fitopatógeno (*Fusarium verticillioides* Sacc) determinaron que este extracto tuvo un mejor rol en cuanto al efecto fúngico al lograr inhibir en un 100 % con la dosis al 8 % (V/v) a los tres días de la aplicación.

Capítulo 3: Metodología de la investigación

3.1. Tipo de investigación

En este estudio se utilizó una investigación exploratorio documental de fuentes de información primaria y secundaria sobre la actividad insecticida de aceites esenciales de jengibre (Z*ingiber officinale* L.) en el control de insectos plaga y patógenos de cultivos.

3.2. Métodos de investigación

Para este estudio se utilizó el método exploratorio documental. Para ello se realizó una búsqueda sistemática, de fuentes de información primaria y secundaria (Osorio y Añez, 2016).

Las fuentes de información primaria fueron: artículos de investigación contenidos en revistas científicas, libros y tesis de pregrado.

Las fuentes de información secundaria fueron: libros que interpretan otros trabajos y artículos de revisión.

Las variables para el cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos se las describe a continuación:

En el objetivo número uno se incluyó resultados de la actividad insecticida de los aceites esenciales de jengibre Z. *officinale* en el control de insectos plaga.

Se definió variables universales o estandarizadas que permitió hacer un análisis y comparación transversal para cumplir el objetivo específico uno, se consideró las siguientes:

Tipo de insecto

Dosis o concentración de aplicación

Estadio del insecto sobre el que se evaluó

Porcentaje (%) de mortalidad de individuos (eficacia) *in vitro* o campo.

Para cumplir el objetivo específico dos se definió las siguientes variables:

Tipo de agente fitopatógeno

Dosis o concentración de inoculación

Porcentaje (%) de inhibición de crecimiento de hongos y bacterias fitopatógenas *in vitro*

Método de evaluación

3.2.1. Método exploratorio

Para el cumplimiento de los objetivos de esta investigación se definió diferentes etapas del proceso de búsqueda acorde a la metodología de la Universidad de Alicante (2010) y Muñoz-Rengifo (2020): análisis y definición de la necesidad de la información, nivel y cobertura de la búsqueda, selección de las fuentes de información, estrategias de búsqueda, valoración de los resultados y gestión de la información recuperada.

3.2.1.1. Análisis y definición de la necesidad de la información

Existe la necesidad de identificar estudios sobre la efectividad de los extractos y aceites esenciales en el control de artrópodos plaga y patógenos de cultivos.

3.2.1.2. Nivel y cobertura de la búsqueda.

Para este estudio se consideró las fuentes bibliografías de los últimos 11 años y la cobertura geográfica en la que se centró la investigación fue a nivel de Continente Americano.

3.2.1.3. Selección de las fuentes de información

Para este estudio se recurrió a las bases de datos: Scielo, Redalyc y Google académico y los repositorios de tesis como: Red de Repositorios de Acceso Abierto del Ecuador, entre otros.

3.2.1.4. Estrategias de búsqueda

3.2.1.4.1. Descriptores para la búsqueda

Como estrategias de búsqueda para cumplir el primer objetivo se utilizó palabras claves como: aceite esencial *Zingiber officinale, extracto Zingiber officinale,* actividad insecticida extracto *Zingiber officinale,* entre otras palabras clave.

Para el cumplimiento del segundo objetivo las palabras claves que se utilizaron fueron: Eficacia extracto *Zingibe*r *officinale,* Actividad antifúngica extracto *Zingiber officinale,* Actividad antifúngico aceite esencial *Zingiber officinale,* Actividad antibacteriana extracto *Zingiber officinale,* Actividad antibacteriana aceite esencial *Zingiber officinale,* entre otras palabras clave.

3.2.1.4.2. Criterios de inclusión

Como criterios de inclusión se utilizó: el idioma (estudios en castellano, inglés y portugués), artículos originales, estudios experimentales, documentos recientes.

3.2.1.4.3. Criterios de exclusión

Como criterios de exclusión se utilizó: antigüedad de la publicación, publicaciones no arbitradas, resúmenes de congresos, documentos sin lista de referencias, país de origen de la revista

3.2.1.5. Valoración de los resultados

Para valorar la pertinencia de los documentos científicos se siguió el esquema por título y por resumen de acuerdo a Galarza-Iglesias (2020) en una etapa inicial posteriormente se evaluó cada documento con los siguientes criterios:

a) Pertinencia al problema de investigación

b) Calidad

c) Actualidad en base a la fecha de publicación.

d) Relevancia para el tema de estudio

3.2.1.6. Gestión de la información recuperada

Con los documentos recuperados según la estrategia de búsqueda se realizó una lectura analítica para la interpretación de estos documentos, se generó una matriz de análisis y finalmente se agrupo los resultados en párrafos y tablas acorde con los objetivos propuestos, con las respectivas citas bibliográficas obtenidas.

Capítulo 4: Resultados

4.1. Actividad insecticida de los aceites esenciales de jengibre *Z. officinale* en el control de insectos plaga

Se reportan varios estudios de la actividad insecticida del aceite esencial de jengibre sobre diferentes tipos de insectos evaluados en condiciones de laboratorio (Tabla 3). Entre estos estudios se destaca el estudio de Maedeh et al. (2012), quienes al evaluar la bioactividad del aceite esencial de jengibre sobre adultos del escarabajo de la harina *Tribolium castaneum* Herbst, registraron una mortalidad de 96,67% después de 48 horas de aplicación con la dosis de 1500 µL/L de aire. Así como, el estudio de Knaak et al. (2013), quienes al evaluar aceites esenciales de tres especies de plantas incluido *Z. officinale* a diferentes concentraciones determinaron que el aceite de *Z. officinale* fue el más eficiente con una Dosis Letal Media (LD50) de 0.55µL/ larva.

Por otro lado, Halim (2008) al evaluar el aceite esencial de jengibre con una dosis de aplicación del 25 % en el control de larvas del mosquito *Anopheles pharoensis* Theobald registró una mortalidad del 100 %.

En los estudios anteriores se evidencia un alto potencial de control, sin embargo, al evaluar una dosis de 4 % sobre el gorgojo *Trogoderma granarium* Everts registraron una baja mortalidad del 15.44 % (Ahmad et al., 2013).

Tabla 3. *Actividad insecticida de aceite esencial de jengibre Z. officinale en condiciones de laboratorio*

Tipo de insecto	Dosis de aplicación	Estadio del insecto	Porcentaje (%) de mortalidad	Referencia
Gorgojo *Trogoderma granarium*	4% 6 %	Adulto	15.44 % 16.70%	Ahmad et al., 2013
Escarabajo rojo de la harina Tribolium castaneum	1500 µL/L de aire	Adulto	Mortalidad de 96,67% después de 48 horas de aplicación	Maedeh et al., 2012
Tribolium castaneum	2.29 a 3.15 $\mu L.cm^{-3}$ 1.23 a	Larvas Adultos	La pupación en larvas se redujo de 76.67 % a 53.33 % después de 24 horas	Chaubey, 2013

	0.97µL.cm^{-3}		En adultos redujo la oviposición de 71,87% a 49,45%.	
Mosquito *Anopheles pharoensis*	25%	Larvas	100%	Halim, 2008
Musca domestica	5% 5 %	Larvas Adultos	66.66% 66.7%	Halim, 2008
Larva de *Spodoptera frugiperda*	0.55µL/larva segunda instar	Larva segunda instar	100% después de 24 horas	Knaak et al., 2013

Maedeh et al. (2012) reporta que la mortalidad de insectos aumenta significativamente con el aumento de la concentración del aceite y tiempo de exposición. La acción rápida de aceites esenciales o sus constituyentes contra insectos plagas es un indicativo de acciones neurotóxicas, se ha demostrado la interferencia de monoterpenos en la acetilcolina al actuar sobre las enzimas esterasas de los insectos como la acetilcolinesterasa que actúan en la sinapsis.

Además, los aceites esenciales, tienen múltiples modos de acción, incluida actividad repelente y antinutritiva, inhibición de la respiración, reducción del crecimiento y fertilidad, destrucción de la cutícula y actividad octopamínica en el sistema nervioso central (Durán et al., 2020).

En cuanto a los extractos (Tabla 4), se destaca el estudio de Chioma y Ifeomah (2017) que al evaluar el extracto de *Z. officinale* a una concentración 1000 ppm en el control de adultos de la mosca domestica (*M. domestica*) registraron una mortalidad del 100 %. En otro estudio Siddiqi et al. (2011) al evaluar el extracto de esta especie vegetal a una concentración de 1000 ppm sobre adultos la mosca de la fruta *Bactrocera zonata* Saunders obtuvieron una mortalidad del 85 %.

Por otro lado, Javier, Ocampo, Ceballo y Javier (2018) al evaluar el extracto a una dosis de 116,73 mg.mL^{-1} sobre la polilla *Crocidolomia pavonana* Adalah obtuvieron una mortalidad del del 85 %.

Al evaluar sobre huevos y larvas de la polilla del tomate (*Tuta absoluta*) a una concentración del 0.30 % registraron una mortalidad del 60,50 % en estadio de larvas y un 21,50%, en estadio de huevos (Bermúdez, 2011).

En los estudios anteriores se evidencia un alto potencial de control, sin embargo, al evaluar una dosis de 5000 mg. L^{-1} sobre la mosca blanca *Bemisia tabaci* registraron una baja mortalidad de apenas el 6 % (Rodríguez, Berrocal, Campos y Madriz, 2020) y al aplicar el extracto a una concentración del 2 % sobre *la oruga Helicoverpa armigera* Hübner no registraron ningún efecto insecticida.

Tabla 4. *Actividad insecticida de extracto de jengibre Z. officinale en condiciones de laboratorio*

Tipo de insecto	**Dosis de aplicación**	**Estadio del insecto**	**Porcentaje (%) de mortalidad**	**Referencia**
Frankliniella occidentalis	1.5 $mL.L^{-1}$	adulto	-	Catucuamba, 2013
Tuta absoluta	0.30 %	Huevo larva	21.50 % 60.50 %	Bermúdez, 2010
Helicoverpa armigera	2 %	larva	0 %	Duran, et al.,2020
Bemisia tabaci	5000 mg. L^{-1}	Adulto	6 %	Rodríguez, Berrocal, Campos y Madriz, 2020
Crocidolomia pavonana	116.73 mg.mL^{-1}	Adulto	85 %	Javier, Ocampo, Ceballo y Javier, 2018
Bactrocera zonata	1000 ppm	Adulto	85 %	Siddiqi et al., 2011
Musca domestica	1000 ppm	Adulto	100 %	Chioma, Ifeomah, 2017

Los resultados de la actividad insecticida evidencian que el extracto de *Z. officinale* no es efectivo para todos los tipos de insectos por lo que debe valorar sobre los insectos objetivo que se pretenda controlar. Es posible que las concentraciones utilizadas hayan influido en los resultados de eficacia.

4.2. Eficacia de la aplicación de los aceites esenciales de jengibre Z. *officinale* en el control de los principales hongos y bacterias fitopatógenas

La literatura reporta varios estudios de la actividad fungicida del aceite esencial de Z. *officinale*, donde se evidencia diferentes valores de eficacia (Tabla 5). Al respecto Aguilar (2009) a aplicar el aceite esencial a una concentración del 9% sobre *Phytophthora capsici* var. *capsici*, Leonian determinó una eficiencia del 100 %. En otro estudio, Asbahani et al. (2015) al evaluar diferentes dosis de 1.5–3.0 mg.mL $^{-1}$ y 1.0–2.5 mg.mL $^{-1}$ sobre el moho negro *Aspergillus niger* Tiegh obtuvieron una eficiencia de 47-85 %.

En otro estudio Sokovi´c et al. (2009), al evaluar una dosis de 5.50 mg.mL $^{-1}$ sobre *Monilinia fructicola* obtuvieron una eficiencia del 71 %.

En otro estudio, Mehrparvar et al. (2016) al evaluar dosis de 750–1000 mg.L $^{-1}$ sobre

Lecanicillium fungicola var. *fungicola* obtuvieron una eficiencia del 55 %. Por otro lado, Tamayo (2016) a evaluar sobre *M. roreri* obtuvo una eficacia del 50 %.

Tabla 5. *Actividad fungicida del aceite esencial de jengibre Z. officinale en el control de los principales hongos fitopatógenos*

Tipo de agente fitopatógeno	Dosis de aplicación	Porcentaje eficiencia	Método de aplicación	Referencia
Fusarium oxysporum	1.50 mg.mL $^{-1}$	30 %	*in vitro*	Sokovi´c et al., 2009
Monilinia fructicola	5.50 mg.mL $^{-1}$	71 %	*in vitro*	Sokovi´c et al., 2009
Aspergillus niger	1.5–3.0 mg.mL $^{-1}$ 1.0–2.5 mg.mL $^{-1}$	47-85 %	*in vitro*	Reddy et al., 2017
Aspergillus niger	11.4 mg.mL $^{-1}$	-	*in vitro*	Asbahani et al., 2015
Lecanicillium fungicola var. fungicola	750–1000 mg.mL $^{-1}$	55 %	*in vitro*	Mehrparvar et al., 2016
Fusarium solani	130.7/89.8 mg.mL $^{-1}$	45 %	*in vitro*	Hussain, Nigam, Ashraf, Gilani, 2010
Phytophthora capsici	9 %	100 %	*in vitro*	Aguilar, 2009
Moniliophthora roreri	600 g.L^{-1} 90g.L^{-1}	50 %	*in vitro*	Tamayo, 2016

En cuanto a la actividad antibacterial de *Z. officinale* la literatura reporta dos estudios (Tabla 6). Sokovi´c et al. (2009) al evaluar el aceite esencial a una dosis de 80 $mg.mL^{-1}$ sobre *Xanthomonas campestris* obtuvo una eficiencia del 45 %.

Por otro lado, Contreras (2019) al evaluar el aceite esencial a concentraciones del 50 y 100 % obtuvo un 100 % de inhibición del crecimiento de la bacteria.

Tabla 6. *Actividad antibacterial del aceite esencial de jengibre Z. officinale en el control bacterias fitopatógenas.*

Tipo de agente fitopatógeno	**Dosis de aplicación**	**Porcentaje de eficiencia**	**Método de aplicación**	**Referencia**
Pseudomonas tolaasii	3–4 $mg.mL^{-1}$	-	*in vitro*	Combrinck, Regnier, Kamatou, 2011
Xanthomonas campestris	80 $mg.mL^{-1}$	45 %	*in vitro*	Sokovi´c et al., 2009
Xanthomona sp.	50 y 100%	100 %	*in vitro*	Contreras, 2019

Según Contreras (2019) los componentes fenólicos serían los principales responsables de las características antimicrobianas de los aceites esenciales.

En este estudio se evidenciaron que los extractos de *Z. officinale* presentan un gran potencial insecticida en el control de insectos de los órdenes Thysanoptera, Lepidoptera, Hemiptera y Diptera, mientras que, los aceites se reportan que presentan una alta eficacia en el control de algunas bacterias y hongos fitopatógenos. Según Amuji, Echezona & Dialoke (2012) el uso de esta especie es muy amigable con el ambiente, fácilmente disponibles, altamente biodegradable y menos toxico para los mamíferos. Por lo que constituye una alternativa promisoria para su valoración en otros insectos plaga, hongos y bacterias fitopatógenas de importancia agrícola en las condiciones de la Amazonía ecuatoriana.

Capítulo 5: Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

- El aceite esencial de jengibre *Z. officinale* presenta un gran potencial de control contra diferentes insectos plaga como el escarabajo *Tribolium castaneum y Spodoptera frugiperda* utilizando las concentraciones y tiempo de exposición adecuadas, por lo que constituye una alternativa promisoria para la utilización en los programas de manejo integrados de plagas.
- El aceite esencial de jengibre Z. *officinale* evidencia una actividad inhibitoria del crecimiento tanto de hongos (*Phytophthora capsici, Aspergillus niger, Monilinia fructicola y Moniliophthora roreri*) como bacterias fitopatógenas *Xanthomona* sp., por lo que todo dependerá de la las características antimicrobianas de los aceites esenciales.

5.2. Recomendaciones

- Ejecutar estudios experimentales de validación la eficacia del aceite esencial de *Z. officinale* en el control de insectos plaga en condiciones de campo.
- Desarrollar estudios de eficacia de los aceites esenciales de *Z. officinale* en el control de fitopatógenos de la Amazonía ecuatoriana.

Referencia

Agarwal, M., Walia, S., Dhingra, S., Khambay, B. (2001). Insect growth inhibition, antifeedant and antifungal activity of compounds isolated/derived from *Zingiber officinale* Roscoe (ginger) rhizomes. *Pest Manag. Sci, 57*(3), 289-300.

Aguilar, J. (2009). Inhibición de *Phytophthora capsici*, *in Vitro* e In Vivo Mediante Extractos Vegetales. (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México. Recuperado de http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/939/60896s.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ahmad, F., Sagheer, M., Hammad, A., Mizanur, S., Hasan, M. (2013). Insecticidal Activity of Some Plant Extracts Against Trogoderma granarium (E.). *The Agriculturists* 11(1), 103-111.

Amuji, C. F., Echezona, B., & Dialoke (2012). Extraction fractions of ginger (Zingiber officinale Roscoe) and residue in the control of field and storage pests. *Journal of Agricultural Technology, 8*(6), 2023-2031.

Anguiano, O., Souza, M., Ferrari, A., Soleño, J., Pechen de D'angelo, A., Montagna, C. (2011). Los plaguicidas y el medio ambiente. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/281939006_Conociendo_los_efectos_adversos_de_los_plaguicidas_podremos_cuidar_nuestra_salud_y_el_ambiente

Apaza, A., Solis, L. (2019). Eficiencia de extractos etanólicos de vegetales para el control *in vitro* del hongo fitopatógeno (*Fusarium verticillioides)*, Lima – 2019 (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Perú. Recuperado de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/40255/SOLIS_AL.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Asbahani, A., Jilale, A., Voisin, S., Aït Addi, E., Casabianca, H., El Mousadik, A., Hartmann, D., Renaud, F. (2015) Chemical composition and antimicrobial activity of nine essential oils obtained by steam distillation of plants from the Souss-Massa Re Region (Morocco). *J. Essent. Oil Res*, 27, 34–44.

Basantes, J., Trujillo, A. (2015). Caracterización físico-química y determinación de actividad biológica del aceite esencial de las hojas *Derenealmia thyrsoidea* Subespecie thyrsoidea. (Tesis de grado). Universidad Politécnica Salesiana. Quito, Pichincha, Ecuador. https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/9409/1/UPS-QT07133.pdf

Bermúdez, R., Bermúdez, F. (2010). Patente de invención. file:///C:/Users/USER/Downloads/jengibre/1.%20Patente%20sobre%20aceite%20esencial%20de%20Jengibre%20(2011).pdf

Boito, J., Da Silva, A., Reis, J., Santos, D., Gebert, R., Biazus, A., Santos, R., Quatrin, M., Ourique, A., Boligon, A., Baretta, D., Baldissera, M., Stefani, L., Machado, G. (2018). Insecticidal and repellent effect of cinnamon oil on flies associated with livestock. *Rev.MVZ Cordoba, 23*(2). DOI http://dx.doi.org/10.21897/rmvz.13

Campos, I. (2014). Guerra a las plagas agrícolas. Recuperado de: http://www.mundo-ganadero.chil.org/post/guerra-a-las-plagas-agricolas71418.

Catucuamba, L. (2013). Evaluación de la eficiencia de 4 biopesticidas de origen biológico para el control de trips (*Frankliniella occidentalis*) y el efecto tóxico producido en el cultivo de rosas (*Rosa sp*.), variedad cabaret en la finca florícola rosa nova (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana de Quito. Ecuador. Recuperado de file:///C:/Users/USER/Downloads/jengibre/UPS-YT00169.pdf

Combrinck, S., Regnier, T., Kamatou, G. (2011). *In vitro* activity of eighteen essential oils and some major components against common postharvest fungal pathogens of fruit. *Ind. Crop. Prod*. 33, 344–349.

Contreras, V. A. E. (2019). Capacidad inhibitoria de los aceites esenciales del jengibre (*Zengiber officinale*) y pino (*Pinus* sp.) frente a la bacteria *Xanthomona* sp. en condiciones in vitro (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador. recuperado de file:///C:/Users/USER/Downloads/jengibre/UPS-CT008231.pdf

Conti, B., Canale, A., Bertoli, A., Gozzini, F., Pistelli, L. (2010). Essential oil composition and larvicidal activity of six Mediterranean aromatic plants against the mosquito *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *Parasitology Research,107* (6), 1455-1461.

Chioma, C., Ifeomah F. (2017). "The efficacy of Zingiber officinale (Ginger-Zingiberaceae) crude extracts applied as individual and mixed with Dennettia tripetala (Pepperfruit-Annonaceae) against Musca domestica (housefly) larvae," *Journal of Experimental Agriculture International*, 17(5), 1-9.

Chaubey, M. Insecticidal Properties of Zingiber officinale and Piper cubeba Essential Oils Against Tribolium castaneum Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Biologically*, *1, 5-6.*

Deletre, E., Chandre, F., Barkman, B., Menut, C., Martin, T. (2015). Naturally occurring bioactive compounds from four repellent essential oils against *Bemisia tabaci* whiteflies. *Pest Management Science, 72*(1), 179-189.

Durán, C., Pratissoli, D., Carvalho, J., Damascena, A., Junior, L., Zago, H (2020). Actividad insecticida de aceites esenciales sobre *Helicoverpa armígera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). *IDESIA*, Volumen 38 (4), 59-64.Espinoza, S. (2016). Uso de metabolitos de actinobacterias en el manejo post cosecha de rizomas de jengibre. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú. Recuperado de http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1966/J11-E86-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Fanela, T., Baldin, E., Pannuti, L., Cruz, P., Crotti, A., Takeara, R., Kato, M. (2015). Lethal and Inhibitory Activities of Plant-Derived Essential Oils Against *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae) Biotype B in Tomato. *Neotropical Entomology, 45*(2), 201-210.

FAO (2012). El pacto mundial contra las plagas de las plantas conmemora sus 60 años de actividades. Recuperado de: http://www.fao.org/news/story/es/item/131978/icode/.

Flores, A.M., Prieto, V. (2011). Studio famacognostico y fitoquimico del rizoma de Zingiber offinale Roscoe"jengibre" de la ciudad de Chanchamayo-Region Junín-Perú. Recuperado de http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/4770

Flores, M., González, R., Prieto, J., Pompa, M., Ordaz, L., Domínguez, P. (2019). Eficiencia del extracto vegetal de *Datura stramonium* L. como insecticida para el control de la mosca sierra. Madera y Bosques,25(1), e2511642. doi: 10.21829/myb.2019.2511642

Giovannini, P. (2015). Medicinal plants of the Achuar (Jivaro) of Amazonian Ecuador. *Ethnopharmacology, 1*(64), 78-88.

Halim, A. (2008). Efficacy of Zingiber officinale on third stage larvae and adult fecundity of Musca domestica and Anopheles pharoensis. *Journal of the Egyptian Society of Parasitology, 8(2), 385-392.*

Hori, M. (1999). The effects of rosemary and ginger oils on the alighting behavior of *Myzus persicae* (Sulzer) (*Homoptera, Aphididae*) and on the incidence of yellow spotted streak. *Appl. Entomol. Zool., 34*,351-358.

Hussain, A., Anwar, F., Nigam, P.S., Ashraf, M., Gilani, A. (2010). Seasonal variation in content, chemical composition and antimicrobial and cytotoxic activities of essential oils from four Mentha species. J. *Sci. Food Agric*, 90, 1827–1836.

Lugo, J., Morales, F. (2017). Uso de los aceites esenciales en el control de plagas. *Artrópodos y Salud, 7* (1), 44.

Javier, A., Ocampo, V., Ceballo, F., Javier, P. (2018). "Insecticidal activity of crude ethanolic extracts of five Philippine plants against cabbage worm, Crocidolomia pavonana Fabricius (Lepidoptera: Crambidae)," *Philippine Journal of Science*, 147(3), 513-521.

Knaak, N., Wiest, S., Andreis, T., Fiuza, L. (2013). Toxicity of essential oils to the larvae of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Biopesticides, 6*(1), 49-53.

Maedeh, M., Hamzeh, I., Hossein, D., Majid, A., Reza, R. (2012). Bioactivity of essential oil from *Zingiber officinale* (Zingiberaceae) against three stored-product insect species. *Journal of Essential Oil Bearing Plants,* 15 (1) 122-133.

Mehrparvar, M., Goltapeh, E., Safaie, N., Ashkani, S., Hedesh, R. (2016). Antifungal activity of essential oils against mycelial growth of *Lecanicillium fungicola var. fungicola* and Agaricus bisporus. *Ind. Crop. Prod*, 84, 391–398.

Mollaei, M., Izadi, H., Dashti, H., Azizi, M., Ranjbar, K. (2011). Bioactivity of Essential Oil from *Zingiber officinale* (Zingiberaceae) Against Three Stored-Product Insect Species. *Jeobp, 15*(1), 122-133.

Muñoz-Rengifo, J. (2020). Metodología propuesta para trabajos de revisión documental. Universidad Estatal Amazónica. Ecuador.

Osorio, B., Añez, E. (2016). Estructura referencial y prácticas de citación en tesis doctorales en educación. *Revista de Investigación, 40*(89), 105-122.

Ochoa. P. K., Paredes, L., Bejarano, D., Silva, R. (2012). Extracción, caracterización y evaluación de la actividad antibacteriana del aceite esencial de Senecio graveolens Wedd (Wiskataya). *Scientia Agropecuaria, 3*(4), 291-302.

Pupiro, M., Pérez, M., Pino, P. (2018). Actividad acaricida de aceites esenciales de especies pertenecientes a las familias Myrtaceae, Lamiaceae y Rutaceae sobre *Tetranychus tumidus* Banks. Cuba. *UNIAV.*, *33* (3), 1.

Ramírez, S., López, O., Guzmán, T., Munguía, S., Espinosa, S. (2011). Actividad antifúngica in vitro de extractos de *Origanum vulgare* L., *Tradescantia spathacea* Swartz y *Zingiber officinale* Roscoe sobre *Moniliophthora roreri* (Cif & Par) Evans et ál. Revista Tecnología En Marcha, 24(2), pág. 3. Recuperado de https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/137

Reddy, D., Al-Rajab, A., Sharma, M., Moses, M., Reddy, G., Albratty, M. (2017). Chemical constituents, *in vitro* antibacterial and antifungal activity of Mentha piperita L. (peppermint) essential oils. J. King Saud Univ. Sci. 2017.

Reyes, H. (2015). Métodos de investigación. Recuperado de http://metodosdeinvestigacioncompu.blogspot.com/

Ringuelet, J., Viña, S. (2013). Productos naturales vegetales, coordinado. Ringuelet, J.A, (Ed). - La Plata: Universidad Nacional de La Plata, 2013 E-Book, 173.

Rivera, W., Rivera, M., James, M., Montealegre, Y. (2014). Control Biológico de Enfermedades de Plantas en América Latina y el Caribe -ABCBio. Recuperado de http://www.abcbio.org.br/conteudo/infotec/control-biologico-de-enfermedades-de-plantas-en-america-latina-y-el-carib

Rodríguez, L., Berrocal, A., Campos, R., Madriz, M. (2020). Determinación de la actividad biocida de extractos vegetales para el combate de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Hemíptera: Aleyrodidae). *Tecnología en Marcha*, 33(3),117-129.

Sánchez, Y., Correa, T., Abreu, Y., Pino, O. (2013). Efecto del aceite esencial de Piper auritum Kunth y sus componentes sobre *Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson y *Xanthomonas campestris* pv. campestris (Pammel) Dowson. *Revista de Protección Vegetal, 28*(3), 204-210.

Shukla, K., Kumar, N. (2010). Pharmaceutical preparation of Saubhagya Shunthi Curna: A herbal remedy for puerperal womwn. *International Journal of Ayurveda Research, 1* (1), 25-29.

Siddiqi, A et al. (2011). "Efects of Curcuma longa extracts on mortality and fecundity of Bactrocera zonata (Diptera: Tephritidae)", *Ciênc. Agrotec.: Lavras*, 35(6), 1110-1114.

Sokovi´c, M., Vukojevic, J., Marin, P., Brki´c, D., Vajs, V., Van Griensven, L. (2009). Chemical Composition of Essential Oils of Thymus and Mentha Species and Their Antifungal Activities. *Molecules*, 14, 238–249.

Tamayo, L. (2016). Formulación de fungicida a base de Origanum vulgare L., Tradescantia spathacea Swartz y *Zingiber officinale* Roscoe para el manejo de *Moniliophthora roreri Theobroma cacao* L (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma de Chiapasdes. México. Recuperado de http://www.repositorio.unach.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/3061/1/capturado%20RIBC145534.pdf

Thambusamy. P; Arulsamy. J; Marimuthu. G. (2008). The essential oil of *Zingiber officinalis* Linn (Zingiberaceae)as a mosquito larvicidal and repellent agent againstthe filarial vector *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). Parasitol Res, 102:1289–1291. DOI 10.1007/s00436-008-0907-

Universidad de Alicante. (2010). La búsqueda de información científica. Recuperado de https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/33983/1/BUSQUEDA_informacion_DOCTORADO.pdf

Vera, C. J. M. (2018). Evaluación del efecto antimicrobiano de los aceites esenciales de jengibre (*Zingiber officinale*) y cúrcuma (*Curcuma longa*) frente a la bacteria *Staohylococcus aureus* ATCC:12600 (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador. Recuperado de file:///C:/Users/USER/Downloads/jengibre/UPS-CT007429.pdf