



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Uso de plaguicidas botánicos para el manejo de las plagas de
gorgojos de cultivos y granos almacenados. Revisión
Sistemática 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTORES:

Sencia Riveros, Wilfredo (0000-0002-4079-1041)

Solano Huiza, Rubén Amílcar (0000-0001-7593-1094)

ASESOR:

Mg. Honores Balcázar, Cesar Francisco (0000-0003-3202-1327)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de Los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria:

A mis adorados hijos Kendrick y Alannis ,
por ser mi motor y motivo

A mis padres con mucho amor y cariño, por
su apoyo incondicional, por llenar mi vida
con sus sabios consejos.

A mi familia por haber sido mi apoyo a lo
largo de las diferentes etapas de la carrera
universitaria y a lo largo de mi vida.

A Dios, por estar presente en cada momento
de mi vida.

A mi padre Teodoro, por haberme formado
correctamente y creer siempre en mí.

A mi madre Melania, que desde donde está,
se siente orgullosa por todos mis logros y
más aún por este.

A mis hijos Pietro y María Jesús, que son mi
fuente de inspiración

Agradecimiento:

Agradezco a Dios por guiarme en mi camino y por permitirme concluir con mi objetivo.

A mis padres por todo su amor, comprensión y apoyo, pero sobre todo gracias infinitas por la paciencia que me han tenido.

A la Universidad Cesar Vallejo y a nuestro asesor al Mg. Cesar Francisco Honores Balcázar por orientarnos y guiarnos en el desarrollo de esta investigación.

A Dios por estar siempre presente en mi vida.

A mis padres por haberme traído a este mundo y llenado de ilusiones y motivos para seguir adelante.

A la universidad Cesar Vallejo, por darme la oportunidad de culminar esta etapa de mi vida.

A mi asesor, Ing. Cesar Honores, por ser nuestro guía en este camino.

Índice de contenido

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	9
3.1. Tipo y diseño de investigación	9
3.2. Categorías, subcategorías y matriz de Operacionalización	10
3.3. Escenario de estudio	13
3.4. Participantes	13
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	13
3.6. Procedimiento	14
3.7. Rigor científico	14
3.8 Métodos de análisis de la información	15
3.9 Aspectos éticos	15
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	16
VI. CONCLUSIONES	35
VII. RECOMENDACIONES	37
REFERENCIAS	38
ANEXOS	
Anexo 1. Declaratoria de autenticidad (autores)	
Anexo 2. Declaratoria de autenticidad (asesor)	
Anexo 3. Matriz de Operacionalización	

Índice de tablas

Tabla 1	Planta. Modo de acción de plaguicida y metabolitos presentes en el control de plagas de gorgojos.	6
Tabla 2	Matriz de categorización	11
Tabla 3	Plantas más usadas por su potencial plaguicidas	20
Tabla 4	Formulaciones del <i>S. molle</i> y efectos sobre <i>Sitophilus zeamais</i>	27
Tabla 5	Efectos de las especies de eucaliptus en adultos de <i>S. zeamais</i> , y en el maíz tratados con el polvo de follajes	27
Tabla 6	Mortalidad de adultos de <i>S. zeamais</i> al aplicar polvo de follaje de <i>E. globulus</i> y <i>E. nitens</i> como fumigantes.	
Tabla 7	Repelencia de adultos de <i>S. zeamais</i> en maíz al ser tratado con polvo de follaje de <i>E. globulus</i> y <i>E. nitens</i>	28
Tabla 8	Principales metabolitos y efectos de la aplicación de los aceites esenciales sobre <i>Sitophilus oryzae</i> (L)	29
Tabla 9	Efecto tóxico de los aceites vegetales contra adultos de <i>Sitophilus oryzae</i> después de 14 días de exposición	30
Tabla 10	Efectos de las principales fórmulas de vegetales sobre <i>Sitophilus zeamais</i>	30
Tabla 11	Plantas usadas en la forma de aceites esenciales	32
Tabla 12	Concentración letal mediana (LC50) de aceites esenciales para tratar <i>Cryptolestes ferrugineus</i>	33
Tabla 13	Principales efectos e interacción de los aceites esenciales sobre la mortalidad (%) y repelencia (%) de <i>Tribolium castaneum</i> .	33

Índice de figuras

Figura 1	Morfología de <i>Sitophilus oryzae</i> y <i>Sitophilus zeamais</i>	17
Figura 2	Evaluación de la actividad herbicida de plaguicidas químicos en un intento de mejorar sus condiciones para no afectar el desarrollo de la planta, (a) <i>Oryza sativa</i> en una concentración de metolaclor de 0,1 mg / L. (b) <i>Digitaria sanguinalis</i> bajo concentración de metolaclor 16 mg / L.	20
Figura 3	Terpenos comunes de aceites esenciales	23
Figura 4	Fenoles de los aceites esenciales.	24
Figura 5	Óxidos de los aceites esenciales	24
Figura 6	Efecto LC50 de mezclas de extractos de aceite-clorpirifos en granos de maíz	25
Figura 7	Diagrama de barras que describe la mortalidad de adultos (%) <i>S. granarius</i> luego de 48 horas de aplicación comino negro	26
Figura 8	Toxicidad de 3 g de polvos usados de las plantas sobre flora en la mortalidad adulta de <i>S. zeamais</i>	31
Figura 9	Mortalidad de <i>Rhyzopertha dominica</i> F usando extractos de vegetales	34

RESUMEN

La plaga de insectos de gorgojos en cultivos y especialmente en graneros de almacén causa problemas a la salud humana e imposibilita la comercialización de los cereales con pérdidas económicas. Esta investigación tuvo el objetivo general de evaluar el uso de plaguicidas botánicos para el manejo de las plagas de gorgojos de cultivos y granos almacenados. La metodología aplicada consistió en una revisión sistemática basada en 3 categorías fundamentales sobre la fisiología de los gorgojos, propiedades de plantas con potencial plaguicida, modos de acción. Los resultados demostraron que estos insectos desarrollan una anomalía denominada diapausa inusual que logra la tolerancia a la hambruna de los insectos por años, manteniéndolos sin desarrollar por completo, además de contar con dos genes resistentes *rph1* y *rph2* a ciertos plaguicidas sintéticos. Pero las plantas, presentan un elevado potencial para el control de este tipo de plagas, los metabolitos que constituyen el aceite o extracto vegetal cuando se combinan generan una sinergia potente, las más representativas resultaron ser las familias de *Apiaceae*, *Asteraceae*, *Compositae*, *Cupressaceae*, *Labiatae*, *Lauraceae*, *Myrtaceae*, *Piperaceae*, *Poaceae*, *Rutaceae* and *Zingiberaceae* y la presencia de alcaloides, carbohidratos, fitosteroles, compuestos fenólicos, flavonoides, saponinas, taninos, actúan en diversos órganos de los insectos, causan inmovilidad, atacan el sistema nervioso para dañar su sistema inmunológico y así lograr su control dentro del manejo integrado de plagas de manera sostenible.

Palabras clave: aceites botánicos, metabolitos, plantas, gorgojos, cereales de granero

ABSTRACT

The insect pest of weevils in crops and especially in warehouse barns causes problems for human health and makes it impossible to commercialize cereals with economic losses. This research had the general objective of evaluating the use of botanical pesticides for the management of weevil pests of crops and stored grains. The applied methodology consisted of a systematic review based on 3 fundamental categories on the physiology of weevils, properties of plants with pesticide potential, modes of action. The results showed that these insects develop an anomaly called unusual diapause that achieve tolerance to famine of insects for years, keeping them completely undeveloped, in addition to having two genes resistant to rph1 rph2 to certain synthetic pesticides. But plants have a high potential for the control of this type of pests, the metabolites that constitute the oil or plant extract when combined generate a powerful synergy, the most representative were the families of Apiaceae, Asteraceae, Compositae, Cupressaceae, Labiatae , Lauraceae, Myrtaceae, Piperaceae, Poaceae, Rutaceae and Zingib eraceae and the presence of alkaloids, carbohydrates, phytheterols, phenolic compounds, flavonoids, saponins, tannins, act on various organs of insects, cause immobility, attack the nervous system to damage its immune system and thus achieve its control within the integrated pest management in a sustainable way.

Keywords: botanical oils, metabolites, plants, weevils, barn cereals

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el manejo de plagas aún sigue basándose en el uso de plaguicidas sintéticos o compuestos químicos los cuales generan peligros en su manipulación, elevada persistencia, además, poseen residuos tóxicos y efectos residuales en los alimentos, lo cual significa un riesgo para la salud humana y el ambiente (Ileke, et al. 2020). Esto ha conducido en la búsqueda de alternativas para el desarrollo de compuesto químicos más seguros con relación a la protección de cultivos, almacenamiento de alimentos, aparte de ser activos contra las plagas objetivo, y seguros para el hombre y el medio ambiente (Walia et al. 2017). La Agencia de Protección Ambiental (EPA), define un pesticida de mayor seguridad es menos persistente en el ambiente, también es menos tóxico a excepción de las plagas de interés y disminuye la exposición de las comunidades y otros vegetales y organismos incluido el ser humano (Khan et al. 2017; Walia et al. 2017)

Sin embargo, los plaguicidas botánicos en la actualidad enfrentan a una gran competencia con los plaguicidas industriales o sintéticos, estas últimas son de mayor factibilidad de fabricación, formulación y prolongada vida útil (Stevenson et al. 2017).]. También hay que considerar que la formulación de plaguicidas botánicos es algo dificultoso debido a que cada planta posee distintos compuestos activos con diferentes propiedades químicas (Tembo et al. 2018), por lo que la investigación en la extracción y combinaciones de varias plantas, se hace necesario para que actúen de manera sinérgica contra las plagas (Chengala et al. 2018). La aplicación de estos plaguicidas naturales se ve afectada por el clima ya que se degradan con facilidad, especialmente aplicados en su forma cruda (Walia et al. 2017.)

Los gorgojos son muy dañinos en el cultivo y almacenamiento de distintos tipos de grano como el arroz, el trigo etc. El almacenamiento es una etapa crucial porque enlaza el paso de los productos de agricultura hacia los consumidores, por ejemplo, la *Rhyzopertha dominica*, es una de las principales plagas dañinas para el trigo y el arroz en el mundo (Abubakar et al. 2021). Las larvas adulto, generan excrementos que producen la pérdida de peso al alimentarse de granos,

reduciéndolos a polvo, por lo tanto, se logra una pérdida de la calidad del grano almacenado y genera mala calidad en las semillas almacenadas, estas plagas se alimentan del germen y endospermo durante su desarrollo del grano y, por lo tanto, proporcionan más excremento. Otras especies informadas son *Cryptolestes ferrugineus* y *Sitophilus granarius* (Borel 2017, Abubakar et al. 2021).

Las limitaciones en información actualizada respecto al estado del uso de plaguicidas botánicos para el control de las plagas de gorgojos en los cultivos y granos almacenados, mantiene el desconocimiento de un manejo integrado en pequeños agricultores en el mundo especialmente en países en desarrollo. Es necesario evaluar la información reciente que brinda nuevos enfoques sobre el uso y los avances en el conocimiento de los plaguicidas naturales que son más seguros para el ser humano y el ambiente.

La investigación se justifica teóricamente en la necesidad de actualizar los enfoques relacionados con las especies que presentan potenciales para su aplicación como plaguicidas en un contexto de manejo integrado y sostenible, conocimiento básico sobre las especies de plagas, mecanismo de acción sobre las plagas, también se justifica metodológicamente, ya que se ha basado en la revisión de artículos científicos indexados y se ha extraído dicha información de acuerdo a las categorías planteadas en esta investigación, que respondieron a los objetivos y problemática correspondiente. Además, la investigación se justifica socialmente, porque esta información actualizada es de dominio público, especialmente dirigida a los investigadores, pequeños agricultores y público en general, involucrados con el manejo y control de plagas. En este contexto se ha planteado la pregunta general:

PG: ¿Cuál es el uso actual de Plaguicidas Botánicos para el Manejo de las Plagas de Gorgojos de Cultivos y Granos Almacenados?

PE1: ¿Cuáles son las características fisiológicas de las plagas de gorgojos que atacan los cultivos y granos almacenados?

PE2: ¿Cuáles son las plantas potenciales de plaguicidas para el control de gorgojos que atacan los cultivos y granos almacenados?

PE3: ¿Cuáles son los efectos de los plaguicidas para el control de las plagas de gorgojos que atacan los cultivos y granos almacenados?

OG: Evaluar el uso de Plaguicidas Botánicos para el Manejo de las Plagas de Gorgojos de Cultivos y Granos Almacenados

OE1: Analizar las características fisiológicas de las plagas de gorgojos que atacan los cultivos y granos almacenados

OE2: Analizar las plantas potenciales de plaguicidas para el control de gorgojos que atacan los cultivos y granos almacenados

OE3: Evaluar los efectos de los plaguicidas para el control de las plagas de gorgojos que atacan los cultivos y granos almacenados

I. MARCO TEÓRICO

Los cultivos agrícolas son afectados siempre por el ataque de plagas, así como los granos que se almacenan en grandes graneros, esto obliga a los agricultores en la búsqueda de opciones rápidas en el manejo de plagas, y usan productos químicos sintéticos para su erradicación (Nkechi et al., 2018). Sin embargo, es posible que estos organismos generen resistencia a estos compuestos, debido al excesivo e inadecuado uso, también puede provocar efectos nocivos en el hombre, el ambiente y puede resultar tóxico para otros organismos no objetivos, repercutiendo de manera negativa sobre la biodiversidad (Lengai et al. 2020).

Esta es la razón de las desventajas relacionadas con una mala aplicación no controlada de los plaguicidas sintéticos, lo cual encaminado en la búsqueda de nuevas alternativas para el manejo de plagas (Lengai et al. 2020).

A pesar de que la aplicación de productos naturales a partir de plantas disminuyó en los últimos años, pero el impacto y resistencia de las plagas ante el uso de plaguicidas sintéticos que genera un riesgo a la salud humana, se fue desarrollando nuevamente la investigación en el uso de los aceites esenciales de las plantas (Nikkhah et al. 2017). En la actualidad existe una tendencia a usar productos naturales y al consumo de alimentos producidos con compuestos fitosanitarios seguros y naturales, además, debido a la detección de residuos de los plaguicidas sintéticos en los alimentos, estos compuestos han sido prohibidos en muchos países para asegurar la producción agrícola sin causar pérdida de biodiversidad (Shabana et al. 2017), por lo que los plaguicidas de origen vegetal se hacen cada vez más aplicados, asegurando una agricultura orgánica (Karaca et al. 2017; Mishra et al. 2018) con biodegradabilidad, modos de acción variados y baja toxicidad (Neeraj et al. 2017). Algunas plantas usadas como fuentes de plagas botánicas comerciales que incluyen piretro son *Tanacetum cinerariifolium*, neem (*Azadirachta indica*), sabadilla (*Schoenocaulon officinale*), tabaco (*Nicotiana tabacum*) y ryania (*Ryania speciosa*), muchas veces se ha aplicado productos fitosanitarios de origen vegetal para erradicar plagas postcosecha, es decir, en la preservación de los granos en el periodo de almacenamiento, entonces los plaguicidas botánicos resultan muy útiles porque repelen e inhiben el crecimiento y/o matan plagas (Hikal et al. 2017) y mayormente los estudios se han centrado en el manejo de plagas de insectos

(Isman et al. 2017; tevenson et al. 2017), además, incluyen la eliminación de bacterias, hongos, virus y nematodos debido a su composición fitoquímica (Lengai et al. 2020).

Recientemente se ha investigado en alternativas más seguras en el manejo seguro y sostenible de las plagas (Deutsch et al. 2018), este manejo del ecosistema forma parte de la conservación de la biodiversidad con la finalidad de proveer recursos naturales manteniendo un equilibrio natural de los organismos vivos para mantener la supresión natural de plagas (Borel 2017). El uso de los extractos naturales obtenidos de plantas para controlar las plagas actuando como insecticidas botánicos es relevante y repercute como un servicio eco sistémico que permite la provisión de los servicios y reduce los efectos contrarios al uso de compuestos químicos insecticidas (Begg et al. 2017). La estrategia de usar distintas especies de plantas seleccionadas para manejar el hábitat, se ha centrado fundamentalmente en plantas con cualidades florales suficientes para soportar enemigos naturales (Struik and Kuyper 2017). Tembo et al. (2018), reporto 15 familias de plantas usadas por sus propiedades insecticidas, ya que sus componentes bioplaguicidas se consideran benignos o inicuos por su degradación rápida, para especies no considerados plagas y por su naturaleza selectiva y riesgo limitado de resistencia a los insecticidas y en particular son los extractos crudos aquella suma de metabolitos con múltiples formas de acción, su toxicidad, repelencia. Lengai et al. (2019) informo de 3 familias, *Apiaceae*, *Asteraceae* y *Lamiaceae*, son las que comprenden mayor número de especies aplicadas para manipular un hábitat, asimismo se han reportado 4 plantas más populares, *alyssum Lobularia maritime (L.) Desv. (Brassicaceae)*, trigo sarraceno *Fagopyrum esculentum Moench (Polygonaceae)*, culantro *Coriandrum sativum L. (Apiaceae)* y *Phacelia Phacelia tanacetifolia Benth. (Boraginaceae)*, el trigo sarraceno y el culantro aplicados como insecticidas.

Composición fitoquímica de plaguicidas botánicos. Los compuestos bioactivos que forman parte de los plaguicidas botánicos son generalmente metabolitos secundarios, entre estos se cuenta con esteroides, alcaloides,

taninos, terpenos, fenoles, flavonoides y resinas debido a que mantienen sus propiedades antifúngicas, antibacterianas, antioxidantes o insecticidas (Ahmad et al. 2017). Walia et al. (2017) reportó el uso de bioplaguicidas fitoquímicos tales como azadiractina, nicotina, piretrinas, rotenona, veratrum, annoninas, rocaglamidas, isobutilamidas, insecticidas a partir de *Madhuca indica* (Mahua), *Sapindus mukorossi* (nuez de jabón), *Curcuma longa* (cúrcuma), *Pongamia glabra* (karanja), *Eupatorium adenophorum* (hierba Crofton), *Tagetes erecta* (caléndula), *Rheum emodi* (ruibarbo del Himalaya).

Mecanismos de acción de plaguicidas botánicos. Entre los modos de acción se consideran la repelencia, inhibición, la desnaturalización de proteínas lo cual depende del tipo de compuesto botánico y de plaga, los piretro plaguicidas atacan las células nerviosas de los insectos conduciendo a una parálisis y muerte, los que se preparan a partir del nim poseen propiedades anti alimentadoras pero también son repelentes, atacan la oviposición y alteran el sistema endocrino (Geraldine et al. 2017) en su mayoría son neurotóxicos (Stevenson et al. 2017). De acuerdo a Chengala y Singh (2018) los principales pesticidas usados son Rotenona, Pelitre, plantas de aceites esenciales eucaliptus cuyo mecanismo de acción se presenta en la tabla 1:

Tabla 1. Planta. Modo de acción de plaguicida y metabolitos presentes en el control de plagas de gorgojos.

Planta	Modo de acción	Metabolitos
Azadirachtina (Basado en el Neem)	Inhibidor mitótico, induce a desistir de la alimentación y actúa como veneno alimentario, para desistir de la oviposición alterando la metamorfosis, la reproducción, la mortalidad.	Azadirachtin, Salannin, Melandriol y otros limonoides
Rotenona	También es un veneno alimentario, inhibe enzimas	Rotenona

	respiratorias celulares y es un veneno para el estómago.	
Pelitre	Metabolito que puede alterar los procesos de intercambio de iones sodio y potasio en las fibras nerviosas, es un veneno de contacto.	Piretrina I y II, Cinerina I y II, Jasmolina I y II.
Eucalyptus	Actúa como disuasivo de alimentos, como repelente, ovicida, también es larvicida, y adulticida	8 - cineol (eucaliptol), citronelal, citronelol, acetato de citronelilo, p - cimeno, eucamalol, limoneno, linalol y α - pineno

Modo de acción contra las plagas de insectos. La importancia de los extractos de plantas se debe a su acción sobre los insectos, es decir, los repelen, se disuade la alimentación y la oviposición o eclosión de los huevos, es decir, se crea una toxicidad de tal manera que causa una letalidad porque interfiere con las actividades fisiológicas (Laxmishree C., S. Nandita et al. 2017). Por ejemplo, el piretro presenta efectos neurotóxicos causándole parálisis y derribo luego viene la mortalidad, inhiben la generación de enzimas claves relacionadas con muda, inhiben el crecimiento y desarrollo, genera parálisis y bloquea el transporte electrónico en el proceso respiratorio (Geraldine et al. 2017)

Biodegradación natural de plaguicidas botánicos. La biodegradación de los plaguicidas botánicos es rápida lo que no conduce a acumulaciones en el ambiente , una vez expuesto al aire, la luz del sol, la humedad y a elevadas temperaturas su descomposición se divide en sus componentes, como el caso del timol, que conforma la estructura del *Thymus vulgaris*, *Satureja hortensis*, *Zataria multiflora* y *Piper nigrum*, y solo en 28 horas de degrada ante la luz del sol y 8 días cuando se encuentra en el suelo (Liu et al. 2017), por otro lado, la vida media de la azadiractina, extraída de la especie vegetal *Azadirachta indica*, solo dura de uno a dos días en el suelo (Yan et al. 2017; Yang et al. 2017). La presencia de microorganismos ejerce un efecto sobre las concentraciones de los

plaguicidas naturales, estos aceleran la biodegradación a través del metabolismo oxidativo ya que generan una abundancia de enzimas de desintoxicación, en este ámbito la biodegradación común se debe a la hidrólisis de los enlaces éster a través de las enzimas carboxilesterasas formadas por microorganismos como los *Bacillus cereus* y *Aspergillus niger* (Geraldine et al. 2017).

Plaguicidas botánicos y el manejo integrado de plagas. Se trata de un enfoque que integra diversas estrategias con la finalidad de conseguir un manejo sostenible de plagas ya que son menos tóxicos para el hombre, no contaminan y se obtienen desde las fuentes naturales, si se aplican en cultivos incluye resistencia o tolerancia del hospedador, es decir, de la planta cultivada con buenas prácticas en la agricultura, sin embargo es importante mantener un monitoreo para su detección temprana usando sistemas de información geográfica, (Yan et al. 2017) son eficaces para eliminar insectos (Ingle et al. 2017), hongos (Salhi et al. 2017), bacterias Ichim et al.(2017), nematodos (Neeraj et al. 2017; Muthomi et al. 2017; Moreira et al. 2017). Los extractos de *Eucalyptus terreticonis*, *Tagetes minuta* y *Lantana* originaron la mortalidad de gorgojos adultos *Sitophilus zeamais* consumidores de maíz a una tasa aplicada de 20 g/200 g de granos de maíz (Parwada et al. 2018)

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Esta investigación es de tipo aplicada debido a que el objetivo principal es actualizar los principios que rigen la aplicación de plantas y derivados de ellas como pesticidas en productos agrícolas, es decir, en la resolución de problemas que se plantean en la búsqueda del conocimiento. (Hernández, Fernández y Bautista, 2014, pg.25)

Este estudio se realizó mediante la revisión analítica de las principales plagas informadas en la comunidad científica, empleando como insumos básicos distintas plantas, extractos y derivados de ellas informados en la literatura, de manera experimental y comercial para eliminar las distintas plagas de los productos agrícolas, para lo cual se ha planteado la actualización de las plagas informadas, los niveles de concentración de los extractos usados en el tratamiento de productos y las presentaciones experimentales y comerciales existentes para controlar esta problemática que atenta contra el desarrollo no solo económico sino también de supervivencia.

El diseño de investigación es cualitativo narrativo de tópicos, ya que se recopiló información científica basada en experimentaciones básicas de los extractos y diversas fórmulas producidas a partir de plantas en las que destaca el eucalipto entre otras, también se analizaron las fuentes literarias existentes sobre los productos comerciales. Entonces una investigación cualitativa recopila datos para poder analizarlos y comprenderlos, y así poder dar respuestas a los objetivos de investigación planteados. (Hernández et al 2014, pg. 430)

Se adjuntaron, tablas y figuras registradas en las publicaciones haciendo las citas correspondientes para ilustrar el desarrollo de tecnologías y estados actualizados del uso de pesticidas de origen vegetal.

3.2 Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística:

A continuación, se presenta la matriz de categorización apriorística que se realiza en base a los objetivos y problemas específicos de la investigación, los cuales están divididos en categorías y subcategorías tal como se muestra en la tabla 1:

Tabla 2. Matriz de categorización

PROBLEMAS	OBJETIVOS	CATEGORIAS	SUBCATEGORIAS	REFERENCIAS
<p>PE1: ¿Cuáles son las características fisiológicas de las plagas de gorgojos que atacan los cultivos y granos almacenados?</p>	<p>OE1: Analizar las características fisiológicas de las plagas de gorgojos que atacan los cultivos y granos almacenados</p>	<p>Plagas</p>	<p>Sitophilus Oryzae, Sitophilus zeamais, Sitophilus granarius, Trogoderma granarium, Rhyzopertha dominica</p>	<p>Devi et al. (2017) Athanassiou et al. (2017). Schlipalius et al. (2018) Zhang et al. (2018) Aulicky et al. (2019) Majd-Marani et al. (2018) Kavallieratos et al. (2019) Athanassiou et al. (2019) Mohammadzadeh e Izadi, (2018) Nayak et al. (2017) Kocak et al. (2018) Agrafioti et al. (2017) Shivananjappa et al. (2020) Aulicky et al. (2019)</p>

<p>PE2: ¿Cuáles son las plantas potenciales de plaguicidas para el control de gorgojos que atacan los cultivos y granos almacenados?</p>	<p>OE2: Analizar las plantas potenciales de plaguicidas para el control de gorgojos que atacan los cultivos y granos almacenados</p>	<p>Plantas</p>	<p>Mustard oil, Artemesia sieberi, Eucalyptus Brassica alba mustard oil a</p>	<p>Mohammed et al. (2021) Chaubey et al. (2019) Tongo et al. (2019) Chaubey et al. (2019) Brito, et al. (2020) Karakas et al. (2017),</p>
<p>PE3: ¿Cuáles son los efectos de los plaguicidas para el control de las plagas de gorgojos que atacan los cultivos y granos almacenados?</p>	<p>OE3: Evaluar los efectos de los plaguicidas para el control de las plagas de gorgojos que atacan los cultivos y granos almacenados</p>	<p>Efectos</p>		<p>Arias et al. (2017) Higuera et al. (2021) Pérez, et al (2020), Khani et al. (2017) Malik et al. (2018) Khan, Akram, 2017). Syahputra et al. (2019). Khan et al. (2019), Ileke et al. (2020)</p>

				Yang et al. (2020) Ikawati et al (2020) Atta et al. (2020) Abubakar et al. (2021)
--	--	--	--	--

3.3 Escenario de estudio

Esta investigación no cuenta con un escenario de estudio definido, por tratarse de una revisión bibliográfica a nivel mundial sobre el proceso de elaboración de pesticidas a partir del uso de vegetales, teniendo en cuenta diversos documentos (artículos científicos, libros, capítulos de libros, tesis) principalmente las investigaciones que aporten un resultado positivo al proceso.

3.4 Participantes

La información para realizar esta investigación, se obtuvo a través de documentos, principalmente de artículos científicos y repositorios de diferentes universidades nacionales, de las bases de datos académicas tales como: Science direct, Scopus, Scielo, Google académico, los cuales se utilizaron para almacenar la información plasmada en este documento de investigación.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Bojen (2009) señala que la investigación que desarrolla una técnica de análisis documentario, permite describir, analizar y filtrar información; en este caso, se ha filtrado información de los diferentes estudios científicos que se han publicado en plataformas virtuales. Una vez hecho esto, se aplicaron técnicas para poder sintetizar lo que los diferentes autores han querido demostrar, así de esta manera se adecuaron a los lineamientos del método científico (pg.27). Se ha empleado fichas técnicas para la transcripción de la información de cada plaga que se produce, identificando los beneficios y limitaciones en la aplicación de las especies vegetales para el tratamiento de plagas, autores, título de artículo, bibliografía.

3.6 Procedimientos

La investigación se ha basado en el problema general como marco global lo cual originó una serie de preguntas específicas para su solución, se plantearon entonces 3 preguntas específicas que generaron las categorías en estudio, gorgojos, plantas, efectos de los plaguicidas vegetales. Bajo esta premisa se establecieron los objetivos como acciones principales cuyo desarrollo implicó la revisión de 58 artículos, cuidadosamente seleccionados en las bases de datos Science direct, Scopus, Scielo, Google académico. La matriz de categorización muestra los problemas, objetivos y categorías de búsqueda. Las palabras clave usadas fueron: Natural pesticides, botanical pesticides, plant extracts, wheat weevils, crop and stored grain weevils, potential plant pesticides, modes of action of plant pesticides, effects of plant pesticides on warehouse and crop weevils. La información seleccionada y organizada fue procesada y analizada dando lugar a los resultados y su discusión correspondiente.

3.7 Rigor científico

De acuerdo a Hernández, z, Fernández y Baptista, (2014, p,588) el rigor científico estricto debe cumplir con ciertos criterios básicos que determina la autenticidad, credibilidad y veracidad en la investigación desarrollada, de otro lado debe permitir su comparación con otros estudios, siendo debidamente citado, así se puede alentar nuevas investigaciones (Hernández, z, Fernández y Baptista, 2014, p,588).

Prager et al. (2018) define una investigación científica rigurosa cuando se describe una descripción completa de los métodos, materiales, procedimientos y resultados, lo cual ha sido aplicado en esta investigación, se ha escrito este documento de forma transparente y completa, con las citas correspondientes y registradas en la referencia de manera sistematizada, lógica y secuencial.

3.8 Método de análisis de información

El método de análisis se basó en la búsqueda de información en las bases de datos bajo las palabras clave definidas en el ítem 3.6 y se seleccionaron los artículos relacionados con el tema propuesto para luego ser separados y comparados por categorías, se extrajeron datos resaltantes que describían las características de cada categoría hasta describir los indicadores de cada una de ellas, esto permitió efectuar una breve discusión del estado de cada categoría demostrada en la investigación.

3.9 Aspectos éticos

Se ha tenido como marco ético la veracidad, la confiabilidad de la información proveniente de revistas indexadas pertenecientes a plataformas digitales de mayor impacto científico, respetando el derecho de autor (citas y bibliografías). Además, se usó como guía de referencia el manual ISO 690 de la Universidad Cesar Vallejo y se cumplieron los lineamientos de rigor científico. Asimismo se ha considerado la línea de investigación conforme establece la RCU N°200-2018-UCV LINEAS DE INVESTIGACIÓN (2).pdf, la guía de elaboración de tesis RVI N°011-2020 Aprueba la Guía Elaboración de TI y Tesis.pdf, el código de ética institucional RCUN°0262-2020-UCV Aprueba la actualización del Código ética en Investigación.pdf, reglamento de propiedad intelectual Anexo 01 - RCUN° 0168-2020-UCV Reglamento Propiedad Intelectual UCV.pdf.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

OE1. Las especies *Sitophilus oryzae* (L.) y *S. zeamais* (Motschulsky) (Coleoptera: Curculionidae), son gorgojos del arroz que actúan como plagas de cereales y granos de almacenamiento, ambos presentan ciertas diferencias físicas en el período de desarrollo, longevidad, apareamiento y pre-apareamiento, el *S. zeamais* requiere de mayor tiempo que *S. oryzae*. Devi et al. (2017) demostró el desarrollo de *S. zeamais*: huevos (6.9 días), larvas del primer estadio (5.8 días), larvas de segundo estadio (7.0), larva de tercer estadio (8.4 días), larvas de cuarto estadio (7.5 días), pupas (12.5 días), adultos (3.5 días) y ciclo de vida (51.6 días), mientras que para *S. oryzae*: huevos (5.5 días), larvas del primer estadio (5.0 días), larvas de segundo estadio (5.7 días), larva de tercer estadio (6.5 días), larvas de cuarto estadio (7.0 días), pupas (7.4 días) y adultos (2.4 días) y ciclo de vida (39.1 días)(ver figura). Estos organismos poseen dentaciones en la tibia anterior, sutura gular en la tribuna, ápice del octavo tergito y variación en la espermateca, que los diferencian sutilmente y se ha informado que el número de adultos de *S. oryzae* y *S. zeamais* es mayor en el arroz que en el maíz (Athanassiou et al., 2017).

También Schlipalius et al. (2018) estudio la genómica de 3 especies de plagas de granos *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus oryzae* y *Cryptolestes ferrugineus* usando el método transcriptómico comparativo basado en la secuenciación de ARN (RNAseq) de escaneo de genomas, para evaluar la amplia diversidad de insectos plaga (Zhang et al.2018) aplicó un enfoque de análisis de ligamiento genético y de esta forma identificó el gen *rph1* responsable de la resistencia a la fosfina (PH3) un importante químico industrial, que se usa como plaguicida para controlar las plagas de insectos del grano almacenado, estos insectos poseen dos genes resistentes *rph1* y *rph2*, que ejercen sinergia logrando la resistencia de estos insectos a la fosfina. Los resultados demostraron que la desaturasa de ácido graso citocromo b5 (Cyt-b5-r), se relacionó con el *rph1* de tal forma que la fosfina induce la peroxidación de lípidos debido a la formación de especies reactivas de oxígeno a partir de la dihidrolipoamida deshidrogenasa, una enzima de las plagas, mientras que la disrupción de Cyt-b5-r en insectos resistentes

disminuye el contenido de ácidos grasos poliinsaturados de las membranas, lo que limita el potencial de lípidos a la peroxidación.

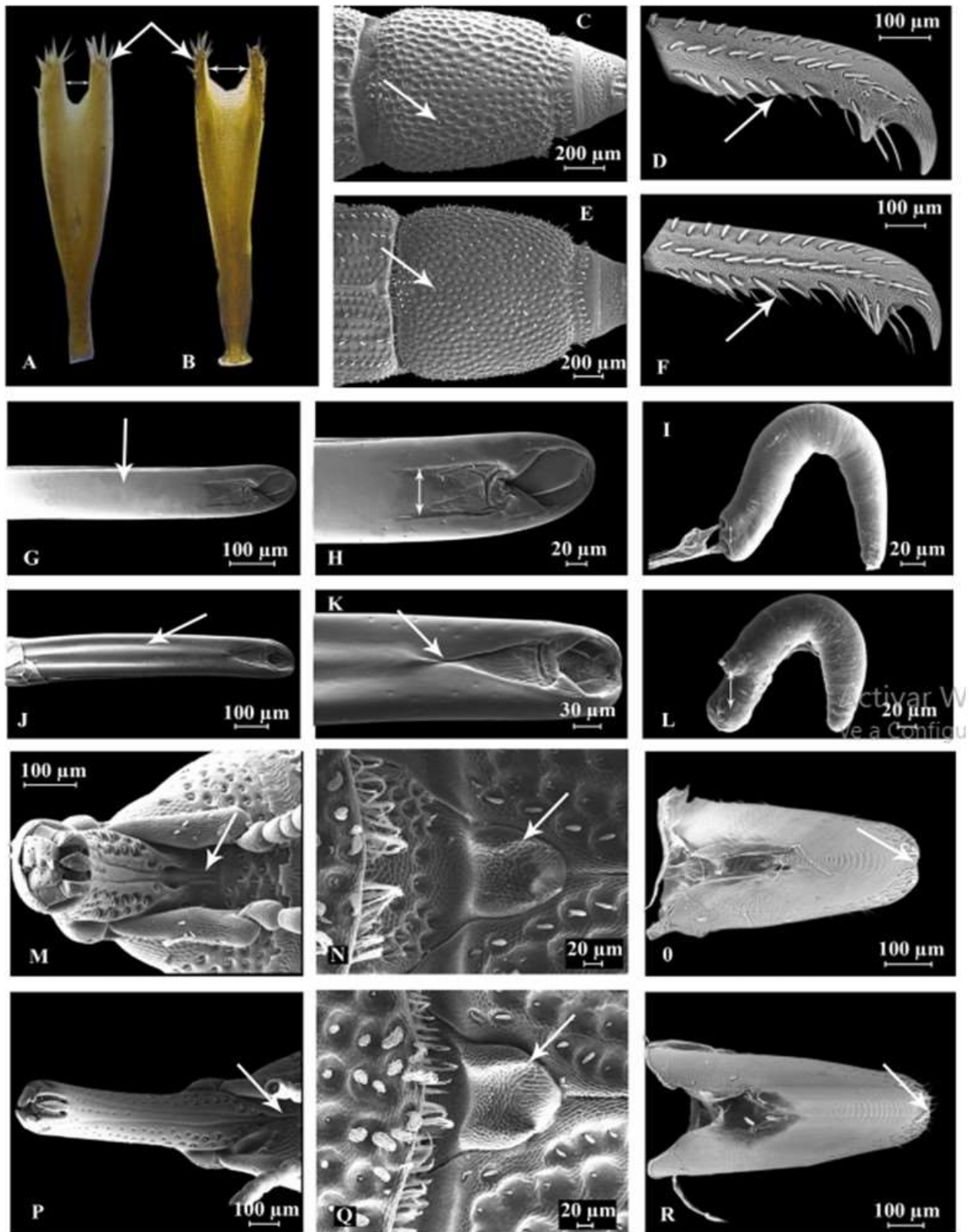


Figura 1. Morfología de *Sitophilus oryzae* y *Sitophilus zeamais*. Fuente: Schlipalius et al. (2018)

Otras especies plagas clave de los almacenes de granos son los *Acarus siro* L., *Lachesilla pedicularia* L., *S. oryzae*, *R. dominica*, *O. surinamensis* y *Cryptolestes ferrugineus* Stephens, siendo los de mayor frecuencia y abundancia las especies devoradoras *T. castaneum* y *S. granarius* especialmente halladas en almacenes planos horizontales que en aquellos de tipo verticales (Aulicky et al. 2019). El escarabajo denominado khapra (*Trogoderma granarium*) infesta los almacenes de cebada, maíz, arroz, sorgo, trigo y hasta legumbres, *inclusive* se convierten en plagas graves de garbanzos, pistachos y nueces (Majd-Marani et al. 2018; Kavallieratos et al. 2019), hierbas, especias, gomas de mascar, pulpa de naranja, cocos (copra), frutas y otros materiales proteicos secos; como sangre, insectos muertos, ratones muertos (Athanassiou et al. 2019; Mohammadzadeh e Izadi, 2018), esto origina daños al ser humano por la alimentación de comestibles con larvas lo que reduce la comercialización del producto infestado.

La resistencia al uso de plaguicidas químicos no es el único problema, sino el impacto ambiental que genera el material residual del plaguicida. Por ejemplo, en Australia, Nayak et al. (2017) registraron una incidencia alarmante de fuerte resistencia de la *Tribolium castaneum* Herbst entre los años 2009 a 2013, Kocak et al. (2018) demostraron también una fuerte resistencia de *T. castaneum*, *Sitophilus oryzae* L. y *Oryzaephilus surinamensis* L. a la fosfina en almacenes de cereales de Turquía y Agrafioti et al. (2017) observaron sobre la disminución de la sensibilidad de las cepas de *O. surinamensis* y *Rhyzopertha dominica* F. a la fosfina en el sur de Europa.

Hay otros factores que favorecen la resistencia a los químicos plaguicidas, Shivananjappa et al. (2020) investigó a las larvas del escarabajo khapra, *Trogoderma granarium* (Coleoptera: Dermestidae) y demostró que tienen una diapausa inusual que ocasiona que estas se alimenten esporádicamente durante muchos años sin desarrollarse totalmente y así toleran el hambre y a los insecticidas y temperaturas extremas. Asimismo, Aulicky et al. (2019) estimó la resistencia al plaguicida comercial más usado, la fosfina, en varias cepas de *Sitophilus granarius* y *Tribolium castaneum* obtenidas en almacenes de granos del campo frente a las cultivadas en laboratorio y encontró una mayor resistencia de *T. castaneum* (87,5%) que *S. granarius* (21,7%) respecto a la fumigación

comercial con fosfina, el rango de mortalidad de *T. castaneum* en adultos osciló entre el 47% y el 95%, mientras que huevos y adultos de laboratorio fueron exterminados.

OE2: Propiedades de las plantas con potencial plaguicida

Los aceites esenciales derivados de plantas, también conocidos como aceites volátiles o etéreos, son mezclas de compuestos olorosos y volátiles (Mohammed et al. 2021). Se trata de metabolitos secundarios complejos naturales que se caracterizan por un fuerte olor y más de 17% poseen aceites esenciales. Existen 17.500 especies de plantas aromáticas con un récord de 3.000 aceites esenciales, y solo el 10% se usa comercialmente en la industria farmacéutica, cosmética, perfumería y también aplicados como pesticidas (Chaubey et al. 2019)

A esta situación se suma que los plaguicidas sintéticos aunque son más efectivos, causan daños a los huéspedes como las plantas sobre las cuales se aplican estas sustancias con la finalidad de eliminar las plagas insectos o sobre los granos almacenados, y esto es motivo de pruebas rigurosas para evaluar tal toxicidad, por ejemplo Tongo et al. (2019) usaron nanopartículas poliméricas como pesticidas en un sistema combinado de metolacoloro como un plaguicida hidrofóbico con nanopartículas con la finalidad de disminuir sus efectos tóxicos en las plantas *Oryza sativa*, *Digitaria sanguinalis* aplicadas para la eliminación de insectos plagas que resultan no objetivo de su aplicación, logrando disminuir el efecto de daño a la planta (ver figura)

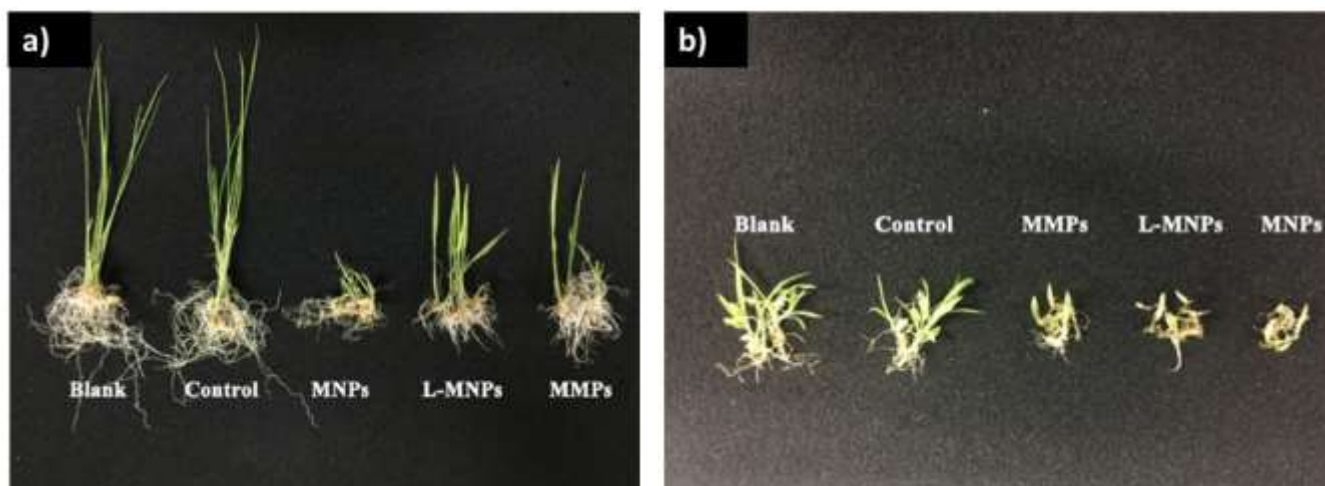


Figura 2. Evaluacion de la actividad herbicida de plaguicidas quimicos en un intento de mejorar sus condiciones para no afectar el desarrollo de la planta, (a) *Oryza sativa* en una concentración de metolachloro de 0,1 mg / L. (b) *Digitaria sanguinalis* bajo concentración de metolachlor 16 mg / L. Fuente. Tong, et al. (2017).

Estas plantas de las que se puede extraer o usar bajo diversas fórmulas los componentes o extracto plaguicidas, generalmente corresponden a las familias *Apiaceae*, *Asteraceae*, *Compositae*, *Cupressaceae*, *Labiatae*, *Lauraceae*, *Myrtaceae*, *Piperaceae*, *Poaceae*, *Rutaceae* and *Zingiberaceae*, considerando de que todas las partes de la planta resultan valiosas para su uso (Chaubey et al. 2019), conforme se muestra en la tabla.

Tabla 3. Plantas más usadas por su potencial plaguicidas

Nombre botánico	Familia	Nombre botánico	Familia
<i>Acorus calamus</i>	Acoraceae	<i>Cinnamomum camphora</i>	Lauraceae
<i>Cananga odorata</i>	Anonaceae	<i>Cinnamomum tamala</i>	
<i>Anethum graveolens</i>	Apiaceae	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	
<i>Angelica officinalis</i>		<i>Laurus nobilis</i>	
<i>Apium graveolens</i>		<i>Sassafras albidum</i>	
<i>Carum carvi</i>		<i>Myroxylon balsamum</i>	Leguminosae

<i>Coriandrum sativum</i>		<i>Myroxylon toluiferum</i>	
<i>Cuminum cyminum</i>		<i>Trigonella foenum-graecum</i>	
<i>Ferula galbaniflua</i>		<i>Allium cepa</i>	Liliaceae
<i>Foeniculum vulgare</i>		<i>Allium sativum</i>	
<i>Levisticum officinale</i>		<i>Illicium verum</i>	Magnoliaceae
<i>Petroselinum sativum</i>		<i>Acacia armata</i>	Mimosaceae
<i>Pimpinella anisum</i>		<i>Eucalyptus spp.</i>	Myrtaceae
<i>Trachyspermum ammi</i>		<i>Eugenia earyophyllata</i>	
<i>Acorus calamus</i>	Araceae	<i>Melaleuca alternifolia</i>	
<i>Betula pendula</i>	Betulaceae	<i>Melaleuca leucadendron</i>	
<i>Adnsonia digitata</i>	Bombacaceae	<i>Melaleuca viridiflora</i>	
<i>Boswellia carteri</i>	Burseraceae	<i>Myrtus communis</i>	
<i>Canarium luzonicum</i>		<i>Pimenta acris</i>	
<i>Commiphora myrrha</i>		<i>Pimenta officinalis</i>	
<i>Cassia fistula</i>	Caesalpiniaceae	<i>Jasminum officinale</i>	Oleaceae
<i>Abelia floribunda</i>	Caprifoliaceae	<i>Pandanus fascicularis</i>	
<i>Artemisia annua</i>	Compositae	<i>Pandanaceae</i>	
<i>Artemisia dracunculus</i>		<i>Piper nigrum</i>	Piperaceae
<i>Calendula officinalis</i>		<i>Piper longum</i>	
<i>Chamaemelum nobile</i>		<i>Piper cubeba</i>	
<i>Chrysanthamum parthenium</i>		<i>Piper japonicum</i>	
<i>Tagetes erecta</i>		<i>Rosa spp.</i>	Rosaceae
<i>Brassica nigra</i>	Cruciferae	<i>Aegle marmelos</i>	Rutaceae
<i>Cochleria armoracia</i>		<i>Citrus aurantifolia</i>	
<i>Cupressus sempervirens</i>	Cupressaceae	<i>Citrus aurantium</i>	
<i>Juniperus oxycedrus</i>		<i>Citrus aurantium bergamia</i>	
<i>Thuja spp.</i>		<i>Citrus aurantium bigaradia</i>	

<i>Gaultheria procumbens</i>	Ericaceae	<i>Citrus aurantium sinensis</i>	
<i>Pelargonium spp.</i>	Geraniaceae	<i>Citrus limon</i>	
<i>Cymbopogon citratus</i>	Graminae	<i>Citrus reticulata</i>	
<i>Cymbopogon martini</i>		<i>Murraya koenigii</i>	
<i>Cymbopogon nardus</i>		<i>Santalum album</i>	Santalaceae
<i>Calamintha vulgaris</i>	Labiatae	<i>Cestrum nocturnum</i>	Solanaceae
<i>Hyssopus officinalis</i>		<i>Stryrax benzoin</i>	Stryraceae
<i>Lavandula augutifolia offinalis</i>		<i>Ageratum conyzoides</i>	Umbelliferae
<i>Lavandula spica</i>		<i>Daucus carota</i>	
<i>Mellisa officinalis</i>		<i>Lippia citriodora</i>	Verbenaceae
<i>Mentha piperita</i>		<i>Lantana camera</i>	
<i>Ocimum basilicum</i>		<i>Curcuma longa</i>	Zingiber officinale
<i>Ocimum sanctum</i>		Zingiberaceae	
<i>Origanum majorana</i>		<i>Elettaria cardamomum</i>	
<i>Origanum vulgare</i>			
<i>Orthodon punctulatum</i>			
<i>Pogostemon cablin</i>			
<i>Rosemarinus officinalis</i>			
<i>Salvia officinalis</i>			
<i>Satureja hortensis</i>			
<i>Thymus spp.</i>			

Fuente: (Chaubey et al. 2019)

Además, cada planta presenta normalmente entre 20-60 componentes o metabolitos en su extracto o aceite, asimismo, los componentes individuales que se presenten en mayor proporción son los que definen las propiedades generales de la planta, por ejemplo, en el *Origanum compactum* los principales componentes son el carvacrol (30%) y timol (27%), mientras que en el *Coriandrum sativum* es el linalol (68%). Entre los grupos más destacados se

encuentran los terpenos, los óxidos, los lactones, otros grupos están representados por hidrocarburos como el pineno, limoneno, bisaboleno, alcoholes y otros (ver figura) (Chaubey et al. 2019)

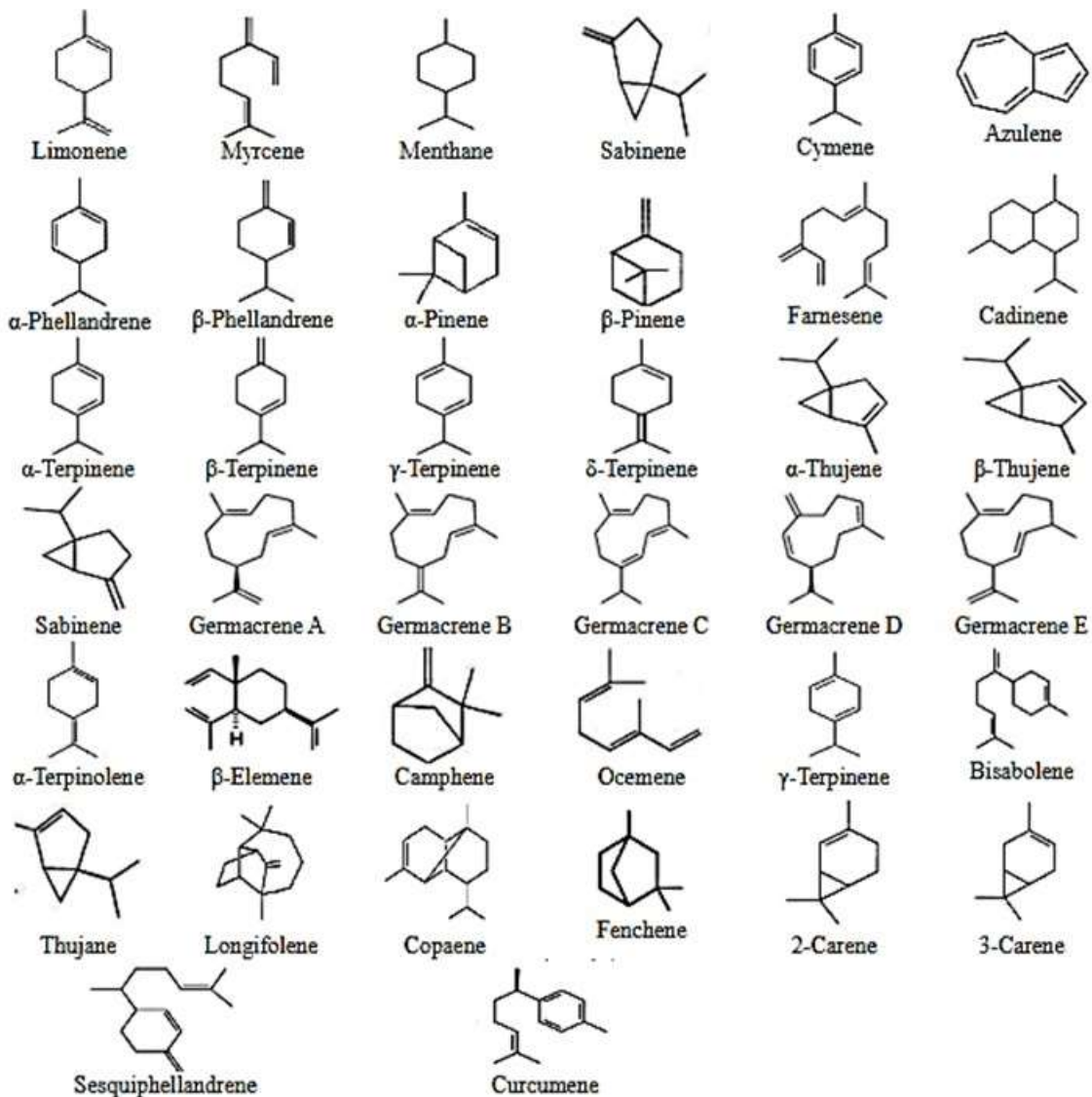


Figura 3. Terpenos comunes de aceites esenciales. Fuente: Chaubey et al.(2019)

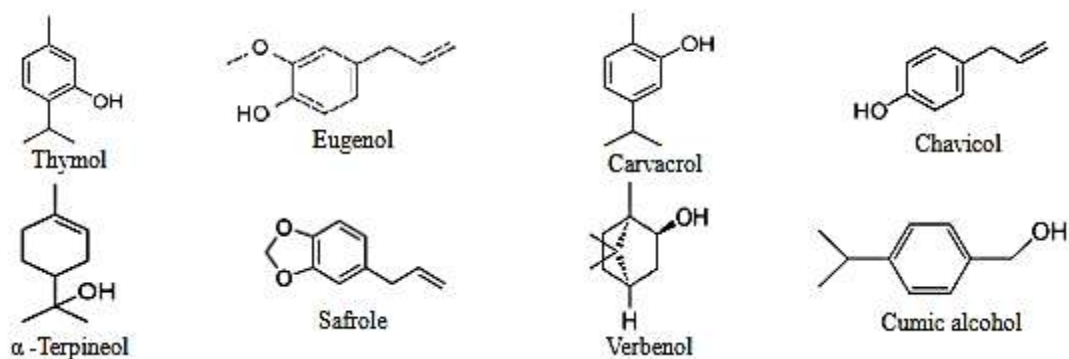


Figura 4. Fenoles de los aceites esenciales. Fuente: Chaubey et al. (2019)

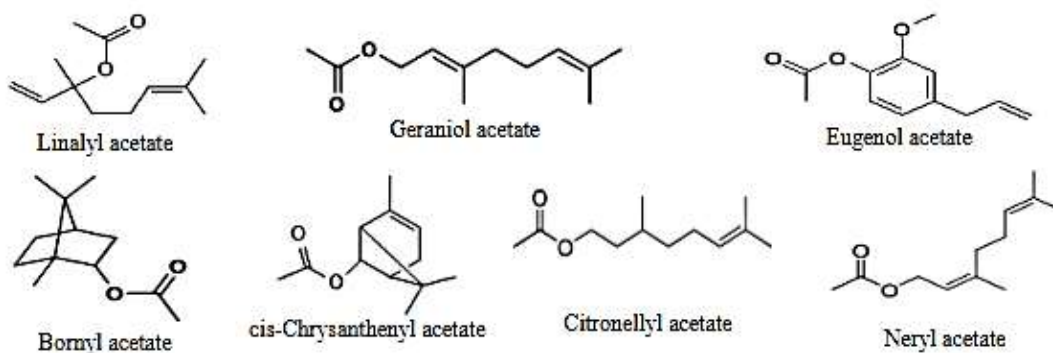


Figure 2. Common esters of essential oils.

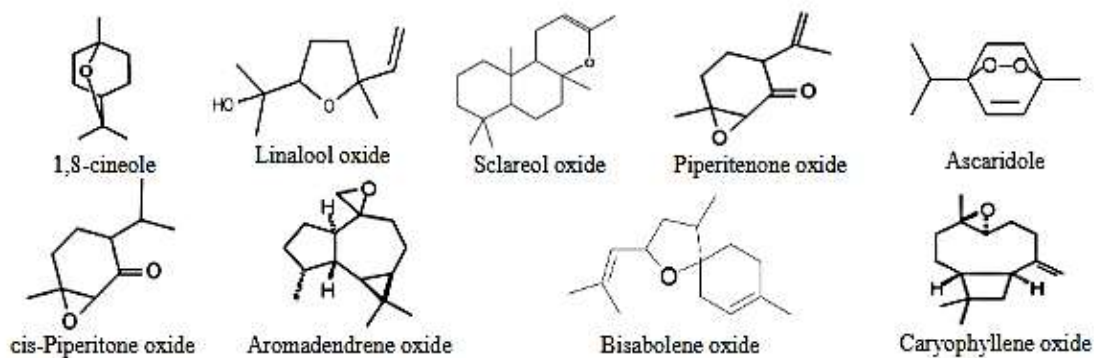


Figure 3. Common oxides of essential oils.

Figura 5 Oxidos de los aceites esenciales. Fuente: Chaubey et al.(2019)

Cuando los componentes actúan sobre el insecto se espera muchos efectos, uno de los cuales es LC50 la concentración letal media que asegura su efectividad, pero eso también podría afectar a la planta. Brito, et al. (2020) demostraron el efecto de las plantas plaguicidas combinadas sobre el maíz al aplicarse para eliminar insectos, lo cual señala que generan una sinergia poderosa sobre las plagas y el huésped no objetivo (figura)

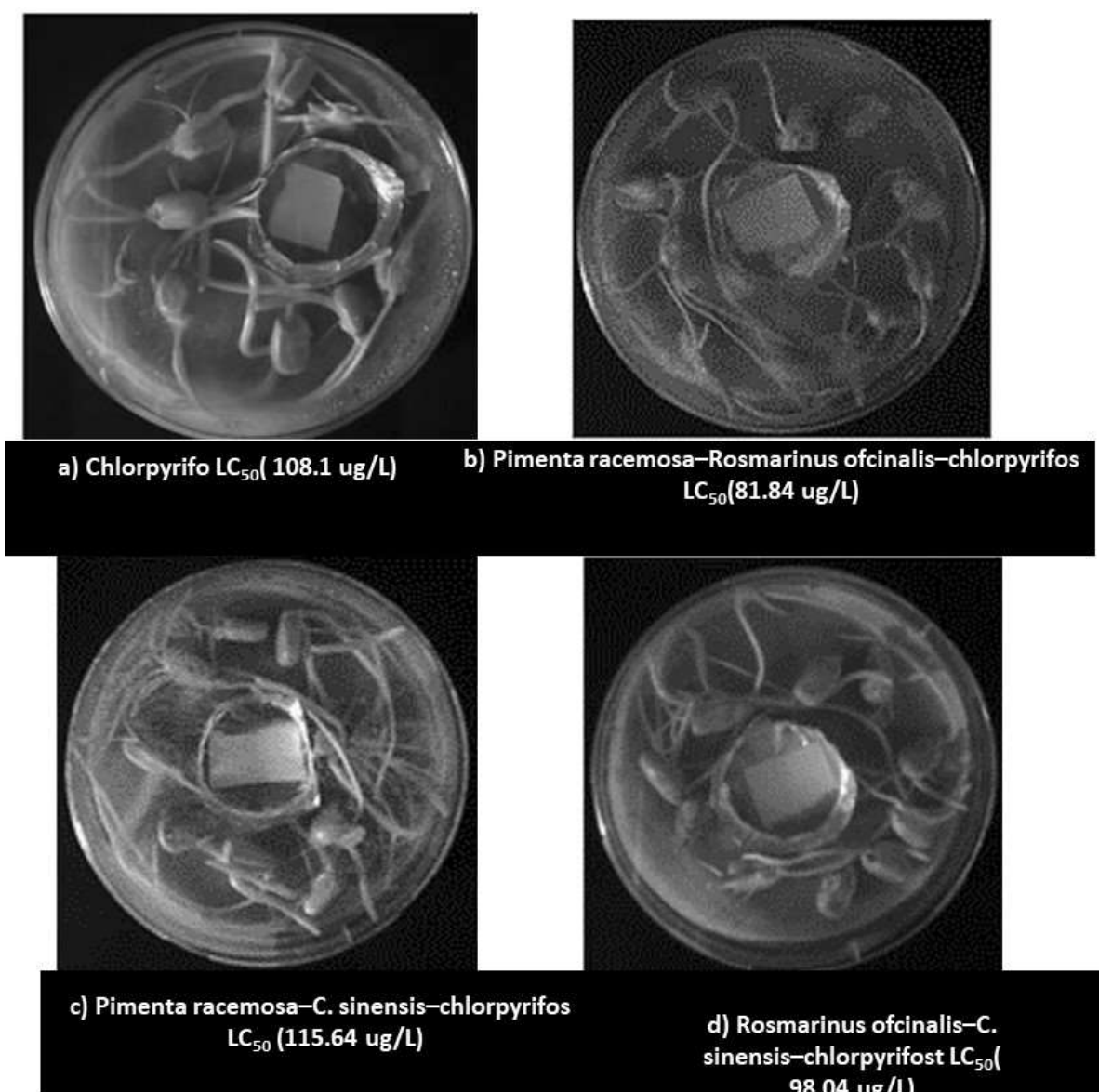


Figura 6. Efecto LC50 de mezclas de extractos de aceite-clorpirifos en granos de maíz. Fuente: Brito, et al. (2020)

Karakas et al. (2017), señaló que el gorgojo del granero, *Sitophilus granarius* L., como plaga del trigo almacenado puede ser controlado por el comino negro en sus distintas etapas de desarrollo del gorgojo en concentraciones de 25, 50, 100, 175 y 275 mg/ml, entonces el comino negro exhibe ciertas propiedades como fumigante, se requieren usar altas concentraciones de plaguicidas sintéticos como fosfina o bromuro de metilo para obtener resultados satisfactorios en la mortalidad de los adultos.

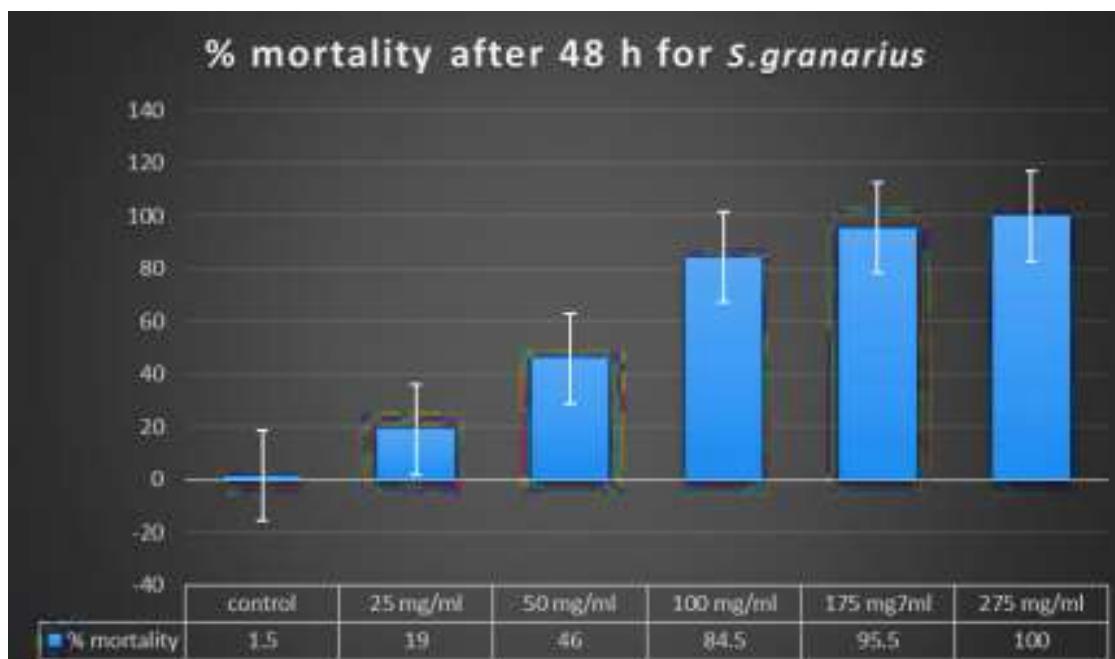


Figura 7. Diagrama de barras que describe la mortalidad de adultos (%) *S. granarius* luego de 48 horas de aplicación comino negro. Fuente: (Karakas et al. (2017))

OE3: Efectos plaguicidas. Arias et al. (2017) estudiaron la actividad insecticida e insectistática del frutos de *S. molle* (pimiento boliviano) en formulaciones de polvo y aceite esencial de sobre la plaga de *Sitophilus zeamais*, el análisis de composición evidencio el 15.40 % de b-pineno, 14.98 % de a-felandreno, 10.87% de p-cimeno, 6.63 % de b-terpineno, sus resultados mostraron mayor mortalidad con el aceite esencial al 8.0 % lo que condujo al 96.3 % de mortalidad (LC₅₀ de 3.82 mL aceite esencial/ 100 g de maíz= 3.82 %). A la misma concentración el

polvo mostró un 63.8% de mortalidad y una CL50 de 7.95 g polvo/ 100 g maíz (7.95%) sin afectar significativamente la germinación ni el peso del grano.

Tabla 4: Formulaciones del *S. molle* y efectos sobre *Sitophilus zeamais*

Plaga	Planta	Fórmula	Dosis	Mortalidad	LC50
<i>Sitophilus zeamais</i>	<i>S. molle</i>	aceite esencial	8%	96.30%	3.82%
<i>Sitophilus zeamais</i>	<i>S. molle</i>	polvo	8%	63.80%	7.95%

Fuente: Arias et al. (2017)

Higueras et al. (2021) evaluaron la acción insecticida e insectistática del *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus nitens* ya que incluso sus residuos reducen el riesgo de daño por plagas (Pérez, et al 2020), las formulaciones de polvo de follaje del eucalipto fue usado para control de *Sitophilus zeamais*, mediante pruebas de toxicidad por contacto y fumigación, también evaluaron la actividad repelente y anti-alimentaria. Demostraron que la mortalidad en la fumigación no supero el 40% en ninguna formulación, sin embargo el *E. globuluse* aplicado al 8.0 % afectó la progenie e inhibió el 80.9 % de la emergencia de insectos adultos mientras que *E. nitens* inhibió el 86.7 % y mostro efectos repelentes en forma de polvo

Tabla 5. Efectos de las especies de eucaliptus en adultos de *S. zeamais*, y en el maíz tratados con el polvo de follajes

Especie	Concentración (%)	Mortalidad (%)	Emergencia (F ₁) (%)	Pérdida peso (%)	Germinación (%)
<i>E. globulus</i>	0,25	2,5 a	84,5 d	39,9 d	98,6 a
	0,5	3,8 a	64,4 c	31,8 cd	98,6 a
	1,0	8,8 ab	49,9 bc	28,9 bc	100,0 a
	2,0	13,8 ab	45,3 b	26,8 bc	97,3 a
	4,0	18,8 b	34,9 b	20,3 b	97,3 a
	8,0	28,8 b	19,1 a	11,3 a	94,5 a
	CV (%)	9,7	8,8	8,8	3,5
<i>E. nitens</i>	0,25	2,5 a	87,6 e	41,8 b	100,0 a
	0,5	3,8 ab	67,4 d	38,1 b	97,3 a
	1,0	7,5 ab	57,4 cd	31,5 b	97,3 a
	2,0	10,0 abc	46,4 c	29,0 b	95,9 a
	4,0	16,3 bc	30,9 b	24,8 ab	95,9 a
	8,0	27,5 c	13,3 a	11,9 c	97,3 a
	CV (%)	9,9	6,8	6,8	3,8

Fuente: Higueras et al. (2021)

Tabla 6. Mortalidad de adultos de *S. zeamais* al aplicar polvo de follaje de *E. globulus* y *E. nitens* como fumigantes.

Concentración (%)	Mortalidad (%)	
	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>
0,25	2,5 a	0,0 a
0,5	5,0 ab	2,5 ab
1,0	7,5 ab	7,5 ab
2,0	7,5 ab	10,0 ab
4,0	17,5 ab	15,0 ab
8,0	22,5 b	20,0 b
CV (%)	12,1	13,3

Fuente: Higuera et al. (2021)

Tabla 7. Repelencia de adultos de *S. zeamais* en maíz al ser tratado con polvo de follaje de *E. globulus* y *E. nitens*

Concentración (%)	Índice de Repelencia (IR)*	
	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>
0,25	0,6	0,6
0,5	0,5	0,2
1,0	0,2	0,2
2,0	0,2	0,1
4,0	0,1	0,1

Fuente: Higuera et al. (2021)

Khani et al. (2017) estudiaron la repelencia, toxicidad del fumigante y reducción de la alimentación de los aceites esenciales de las especies *M. piperita*, *R. officinalis* y *H. officinalis* sobre la plaga *Sitophilus oryzae* (L) cuya composición y efectos principales son mostrados en la tabla, ellos concluyeron que el aceite extraído de la *H. officinalis* fue más potente para su uso en la protección de alimentos orgánicos, sin embargo el manejo exitoso podría ser afectado por la temperatura del lugar (Malik et al. 2018). La Sagheer M, Sahi ST (2017) probó cinco extractos de plantas (*Azadirachta indica*, *Melia azadirach*, *Pegnum hermala*, *baryosma* y *Zingiber officinale*) con dosis de 5, 10, 15 y 20% y logro una repelencia del 90% usando *A. indica*, y 80% de inhibición de la progenie de *Callosobruchus. Chinensis*, lo cual disminuye los problemas de resurgimiento de las plagas de insectos y los efectos nocivos en la salud pública (Khan, Akram, 2017). Existen muchas especies de plantas con potencial como plaguicidas que

aún no han sido exploradas que es muy posible que posean estas propiedades (Syahputra et al. 2019).

Tabla 8. Principales metabolitos y efectos de la aplicación de los aceites esenciales sobre *Sitophilus oryzae* (L)

Planta	Principales Metabolitos	Composición (%)	toxicidad Adultos ($\mu\text{l/L}$)	Repelencia (%)
M. piperita	El mentol	43.95	299.51	95
	la mentona	8.28		
	1,8-cineol	70.7		
R. officinalis	α -pineno	23.52	115.63	91
	verbenona	11.87		
	1,8-cineol	8.56		
H. officinalis.	cis-pinocamphone	23.39	78.16	86.5
	trans-pinocamphone	17.78		
	β -pineno	9.64		

Fuente: Khani et al. (2017)

Khan et al. (2019), evaluaron el potencial tóxico de aceites vegetales autóctonos extraídos de las especies *Piper nigrum*, *Cinnamomum cassia*, *Allium sativum*, *Eucalyptus camaldulensis* y *Thevetia peruviana* para tratar la plaga de adultos de *Sitophilus oryzae* criados en laboratorio. Se incorporó dosis de los aceites en la dieta en concentraciones de 50 mg/L a 500 mg/L, siendo la *T. peruviana* mucho más toxica porque logro los menores LC50 de 414.58 (4 días), 201.94 (14 días) y 129.52 mg/L (21 días) de exposición, le siguió la *E. camaldulensis* con 475.51 (7 días), 366.65 (14 días) y 251.28 mg/L (21 días). El 50% de mortalidad (LT50) de los gorgojos expuestos a la *T. peruviana* se logró en 14.54 días, seguido de *P. nigrum* (22.09 días), *E. camaldulensis* (24.29 días) y *C. cassia* (28.71 días).

Tabla 9. Efecto tóxico de los aceites vegetales contra adultos de *Sitophilus oryzae* después de 14 días de exposición

Plant oil	n†	LC ₅₀ (ppm) (95% CI)	Slope ± SE	χ^2 (df = 3)	P
<i>Thevetia peruviana</i>	900	201.94 (144.10–356.73)	2.11 ± 0.20	9.35	0.10
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	900	366.65 (316.01–412.76)	1.68 ± 0.15	1.17	0.76
<i>Cinnamomum cassia</i>	900	432.66 (316.76–733.86)	1.81 ± 0.16	5.72	0.13
<i>Allium sativum</i>	900	532.78 (422.46–738.11)	1.26 ± 0.14	1.09	0.78
<i>Piper nigrum</i>	900	489.40 (405.44–627.58)	1.53 ± 0.15	0.74	0.86

Fuente: Khan et al. (2019)

Ileke et al. (2020) evaluó la toxicidad de los polvos de hojas y extractos de *Acanthus montanus*, *Acanthospermum hispidum*, *Alchornea laxiflora* y *Argyreia nervosa* sobre el gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*). La fórmula en polvo se aplicó en dosis de 3.0 g en 20 g de granos de maíz, mientras que los extractos se usó a una concentración del 3% por cada 20 g de granos de maíz. Como en los casos anteriores se evaluó las tasas de mortalidad, oviposición y emergencia de adultos, la pérdida de peso, daño en las semillas. La tabla muestra que la fórmula de extracto de *Acanthus montanus* fue muy tóxica frente a los polvos de las plantas examinadas logró un 80% de mortalidad adulta después de 24 h de tratamiento, en cambio el polvo de *Acanthus montanus* logro el 65 % de mortalidad de adultos en el tiempo debido a su composición (ver figura). Las plantas evaluadas en las dos formas inhibieron totalmente la oviposición por insectos adultos, la emergencia de adultos, la pérdida de peso y las semillas dañadas.

Tabla 10. Efectos de las principales fórmulas de vegetales sobre (*Sitophilus zeamais*)

Formulación	Plantas	Mortalidad de adultos (%)	Composicion metabolitos
Polvo	<i>Acanthus montanus</i>	65	alcaloides (3,67 mg / g), saponina (3,33 mg / g), taninos (3,00 mg / g) flavonoides (2,67 mg / g).
	<i>Argyreia nervosa</i>	52.5	No indica

	Acanthospermum hispidum	32.5	alcaloides (2,67 mg / g), saponina (1,67 mg / g), taninos (1,33 mg / g) flavonoides (1,00 mg / g)
Estractos	Acanthus montanus	80	
	Argyreia nervosa		
	Acanthospermum hispidum		

Fuente: lleke et al. (2020)

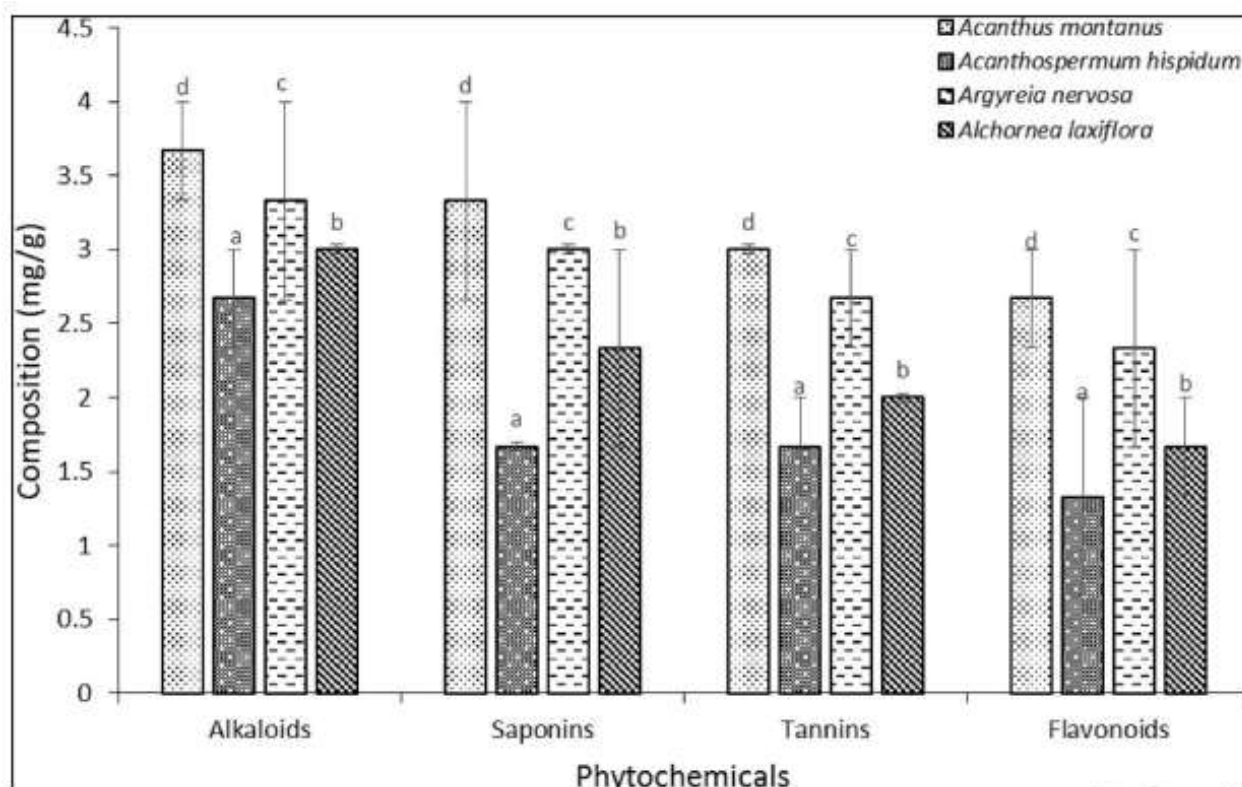


Figura 8 Toxicidad de 3 g de polvos usados de las plantas sobre flora en la mortalidad adulta de *S. zeamais*. Fuente: lleke et al. (2020)

Yang et al. (2020) estudio los gorgojos del maíz, *Sitophilus zeamais*, mediante un bioensayo fumigante de 28 aceites esenciales (ver tabla) y su actividad inhibidora de atracción contra los adultos, de todos ellos cuatro aceites activos tales como la canela, árbol del té, ylang ylang y mejorana tuvieron mejor respuesta, es decir, por ejemplo, el aceite de canela resultó más activo debido a su composición conformada por trans-cinamaldehído, mientras que el árbol de té y mejorana se encontró el terpinen-4-ol, sin embargo el aceite de canela a pesar de que en laboratorio sin granos de arroz resulto optimo, cuando se llenó

de arroz no mostró una fuerte actividad insecticida cuando el recipiente se llenó de arroz. Contrariamente un producto a base de aceite de canela eliminó a todos los gorgojos en un recipiente sin arroz, mientras que menos del 15% murió en el recipiente lleno de arroz.

Tabla 11. Plantas usadas en la forma de aceites esenciales

Essential Oil	Family	Scientific Name	Plant Parts Extracted from	Manufacturer
Basil	Lamiaceae	<i>Ocimum basilicum</i>	leaf, flower	Sun Essential Oils
Bergamot	Rutaceae	<i>Citrus bigaradia</i>	peel	Klimtech
Cinnamon	Lauraceae	<i>Cinnamomum cassia</i>	bark	Plant Therapy
Citronella	Poaceae	<i>Cymbopogon nardus</i>	leaf	Absolute Aromas
Clary Sage	Lamiaceae	<i>Salvia sclarea</i>	flower	Klimtech
Clove bud	Myrtaceae	<i>Syzygium aromaticum</i>	flower bud	Absolute Aromas
Cypress	Cupressaceae	<i>Cupressus sempervirens</i>	leaf	Klimtech
<i>Eucalyptus globulus</i>	Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	leaf	Klimtech
<i>Eucalyptus radiata</i>	Myrtaceae	<i>Eucalyptus radiata</i>	leaf	Klimtech
Fennel	Apiaceae	<i>Foeniculum vulgare</i>	seed	Sun Essential Oils
Fennel sweet	Apiaceae	<i>Foeniculum vulgare</i>	seed	Klimtech
Frankincense	Burseraceae	<i>Boswellia carterii</i>	resin	Klimtech
Geranium	Geraniaceae	<i>Pelargonium graveolens</i>	flower	Klimtech
Lavender (French)	Lamiaceae	<i>Lavandula angustifolia</i>	flower bud	Absolute Aromas
Lavender (Bulgarian)	Lamiaceae	<i>Lavandula angustifolia</i>	flower	Klimtech
Lemon	Rutaceae	<i>Citrus limonum</i>	peel	Klimtech
Lemongrass	Poaceae	<i>Cymbopogon citratus</i>	leaf	Klimtech
Mandarin	Rutaceae	<i>Citrus reticulata</i>	peel	Klimtech
Marjoram	Lamiaceae	<i>Origanum majorana</i>	leaf	Klimtech
Orange sweet	Rutaceae	<i>Citrus aurantium</i>	peel	Klimtech
Patchouli	Lamiaceae	<i>Pogostemon cablin</i>	leaf	Klimtech
Peppermint	Lamiaceae	<i>Mentha piperita</i>	leaf	Klimtech
Pine	Pinaceae	<i>Pinus spp.</i>	needle	Sun Essential Oils
Rosemary	Lamiaceae	<i>Rosmarinus officinalis</i>	leaf	Klimtech
Sandal wood	Santalaceae	<i>Santalum album</i>	wood	Klimtech
Spearmint	Lamiaceae	<i>Mentha spicata</i>	leaf, flower	Absolute Aromas
Tea Tree	Myrtaceae	<i>Melaleuca alternifolia</i>	leaf	Klimtech
Ylang ylang	Annonaceae	<i>Cananga odorata</i>	flower	Klimtech

Fuente: Yang et al. (2020)

Ikawati et al (2020) determinaron la actividad fumigante y antialimentaria de aceites esenciales que aparecen en la tabla; para la canela, las pupas y los adultos fueron más susceptibles que los huevos y las larvas. La concentración letal mediana (LC50) aparecen en la tabla, los aceites esenciales presentaron gran potencial para el control de plagas de almacenamiento.

Tabla 12. Concentración letal mediana (LC50) de aceites esenciales para tratar *Cryptolestes ferrugineus*

Planta	huevos (mg/L)	larvas (mg/L)	pupas (mg/L)	adultos (mg/L)
Cinnamomum verum	17	24	9	12
Cymbopogon nardus	11	22	8	14
Euodia suaveolens	16	22	10	220
Syzygium aromaticum	11	24	7	14

Fuente: Ikawati et al (2020)

Atta et al. (2020) usaron los aceites esenciales obtenidos del jengibre (*Zingiber officinale*), neem (*Azadirachta indica*), clavo (*Syzygium aromaticum*) y tabaco (*Nicotiana tabacum*) para tratar la plaga *Tribolium castaneum* (Herbst) (*Coleoptera: Tenebrionidae*) que infesta el trigo almacenado. Los resultados mostraron una mortalidad máxima de 86.67 % con aplicación de la dosis más alta de extracto crudo de *Z. officinale* en una dosis de 80 mg/7.5 g de trigo en un periodo de 10 días y el extracto de 80 ml logro repeler el 100% en solo 2h de exposición, entonces el daño y pérdida de peso del grano por alimentación de la plaga disminuyo conforme se elevó la dosis de los extractos crudos mejorando la calidad del grano del trigo almacenado.

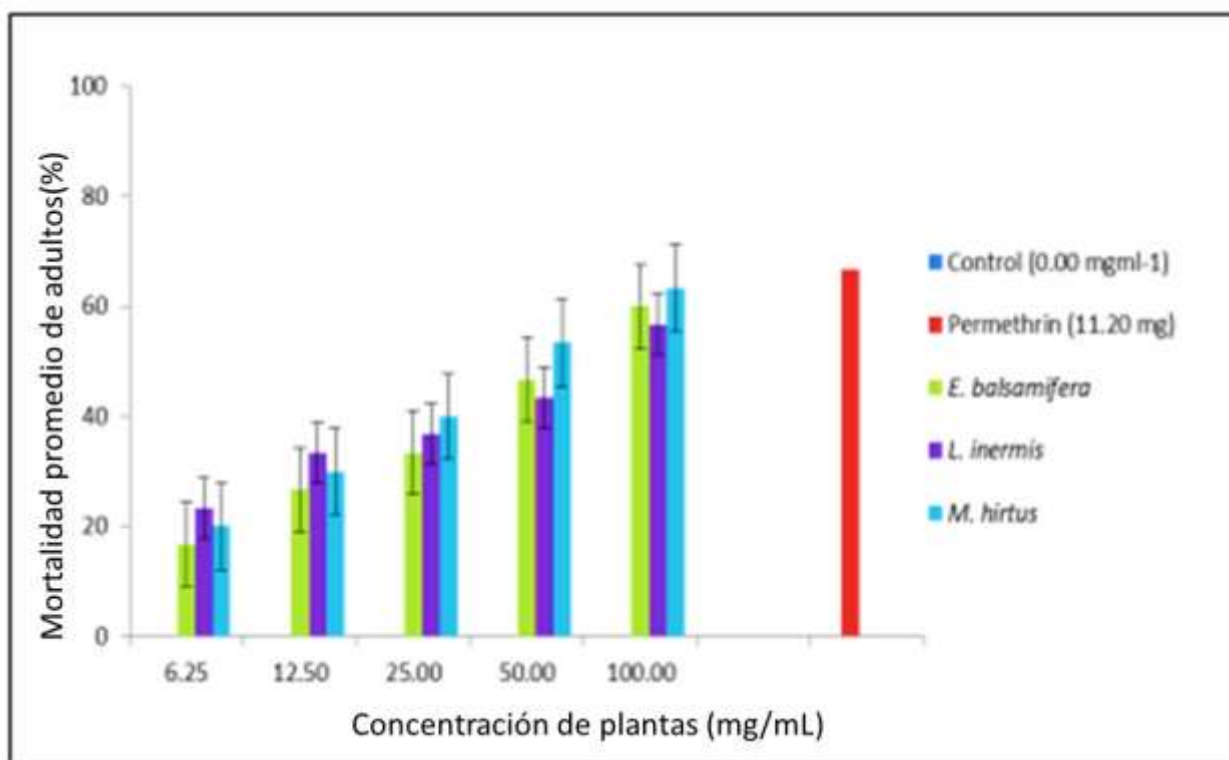
Tabla 13. Principales efectos e interacción de los aceites esenciales sobre la mortalidad (%) y repelencia (%) de *Tribolium castaneum*.

Factors	df	Fvalue										Pvalue
		Mortalidad (%)		Repelencia (%)		Daño al grano (%)		Pérdida del peso de grano (%)		Índice de disuasión alimentaria (%)		
		5 DEI	10 DEI	1 HEI	2 HEI	5 DEI	10 DEI	5 DEI	10 DEI	5 DEI	10 DEI	
Extractos de plantas	4/59 ^b	53.35 ^{**}	73.68 ^{**}	67.96 ^{**}	113.78 ^{**}	1379.61 ^{**}	3160.79 ^{**}	748.00 ^{**}	1461.76 ^{**}	820.10 ^{**}	335.32 ^{**}	< 0.05
Dosis	3/59 ^b	47.90 ^{**}	47.93 ^{**}	31.10 ^{**}	30.62 ^{**}	292.17 ^{**}	462.21 ^{**}	173.14 ^{**}	304.01 ^{**}	301.08 ^{**}	110.40 ^{**}	< 0.05
Extractos de plantas * Dosis	12/59 ^b	3.19 ^{**}	3.54 ^{**}	2.54 ^{**}	2.60 ^{**}	22.37 ^{**}	34.91 ^{**}	14.67 ^{**}	19.88 ^{**}	19.86 ^{**}	7.84 ^{**}	< 0.05

Fuente: Atta et al. (2020)

Abubakar et al. (2021) usó extractos acetónicos en concentraciones de 6.25 a 100 mg/ml, obtenidas a partir de hojas de *Euphorbia balsamifera*, *Lawsonia inermis* y *Mitracarpus hirtus* para eliminar a la plaga *Rhyzopertha dominica* F. estos extractos eran ricos en alcaloides, carbohidratos, fitosteroles, compuestos fenólicos, flavonoides, saponinas, taninos. Los extractos generaron mortalidad de 16.67 al 63.33% en un periodo de 7 días posteriores a su aplicación, no fue observado emergencia de adultos, además, las pérdidas de peso de grano del sorgo oscilo entre 3.92 y 6.63%.

Figura 9. Mortalidad de *Rhyzopertha dominica* F usando extractos de vegetales.



Fuente: Abubakar et al. (2021)

V. CONCLUSIONES

OE1. Los gorgojos de grano y cultivos, como *Sitophilus oryzae* (L.) y *S. zeamais* (Motschulsky) (Coleoptera: Curculionidae), seguidas de *Acarus siro* L., *Lachesilla pedicularia* L., *R. dominica*, *O. surinamensis* y *Cryptolestes ferrugineus* Stephens entre otros son plagas de cereales cuyo periodo de desarrollo, longevidad, apareamiento y pre-apareamiento, difiere entre si cuyo ciclo de vida bordea los 40 días con estadios de larvas que pueden durar promedios de 5.5 a 12.5 días, u apetito devorador, y su fisiología exterminadora se debe a la presencia de sus dentaciones y preferencias entre los distintos granos, presenta conductas raras como la diapausa inusual generando una alimentación esporádica en años, lo cual no fomenta su desarrollo físico, a esto se suma los dos genes resistentes rph1 y rph2, que de manera sinérgica resisten a uno de los productos químicos más usados para su control, a la fosfina, además, existe preferencias entre el tipo de almacenes de granos especialmente los planos horizontales. El desarrollo de estas plagas origina daños no solo económicos sino alimentarios debido a sus excretas y disminución del peso de los granos y presencia de larvas imposibilitando su comercialización.

OE2: Respecto a las propiedades de las plantas con potencial plaguicida, los aceites esenciales, extractos y preparados en distintas formas de derivados de plantas, presentan un gran número de metabolitos secundarios complejos entre 20-60, cuyo efecto no es persistente ya que se degrada en poco tiempo sin generar efectos residuales comparados con los productos plaguicidas sintéticos como la fosfina que es el producto más usado en el control de plagas como los gorgojos de cultivos y graneros. Pese a que existe un registro grande de plantas los componentes metabolitos que contienen cada una dependen de las condiciones climáticas y de aspectos de su cultivo, y solo alrededor del 1% de los aceites esenciales es usado realmente en las distintas industrias incluyendo la de plaguicidas. En muchos casos se ha tratado de combinar los productos químicos con el aceite o componente vegetal para así disminuir la toxicidad del químico aplicado, las mejoras han mostrado un potencial, sin embargo, también se ha demostrado que la combinación de metabolitos vegetales resulta en una potente sinergia para el control de los gorgojos de cultivos y graneros.

Las familias más representativas han registradas como *Apiaceae*, *Asteraceae*, *Compositae*, *Cupressaceae*, *Labiatae*, *Lauraceae*, *Myrtaceae*, *Piperaceae*, *Poaceae*, *Rutaceae* y *Zingiberaceae*, y todas sus partes han sido usadas en búsqueda de una mejor eficiencia para controlar los estadíos de los insectos plaga; componentes como el carvacrol o timol, linalol (68%) se incluyen entre los compuestos dominantes, en los que se mencionan terpenos, óxidos, lactones, y compuestos como pineno, limoneno, bisaboleno.

OE3: Los efectos plaguicidas de las plantas se basan en la actividad insecticida e insectistática bajo distintas formulaciones para generar mortalidad sin afectar la germinación, ni el peso del grano del cereal. Su aplicación sea por fumigación o por contacto es importante, sumado a su acción repelente y anti-alimentaria. Sin embargo, las dosis resultan ser un punto clave para controlar los distintos estadíos de las plagas y la emergencia de insectos así como la pérdida de peso del grano por la alimentación del insecto plaga, además la temperatura juega un rol preponderante ya que actúa como un catalizador para la degradación de los componentes indíqueles del aceite extracto vegetal. La presencia de alcaloides, carbohidratos, fitosteroles, compuestos fenólicos, flavonoides, saponinas, taninos, actúan en diversos órganos de los insectos, causan inmovilidad, atacan el sistema nervioso para dañar su sistema inmunológico y así lograr su control.

RECOMENDACIONES

Los distintos modos de acción de los plaguicidas botánicos pueden incorporarse a sistemas integrados de manejo de plagas para contribuir a la producción agrícola sostenible, para esto es importante que se adopten estrategias para su formulación y comercialización, y ahondar las investigaciones para generar datos químicos y controles positivos para su manejo adecuado y la preservación de nuestra biodiversidad.

REFERENCIAS

- Abubakar Ramlatu, Suleiman Mohammed and Wagini Nasir H. 2021. Phytochemical and insecticidal properties of some botanical extracts against the lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* F. (Coleoptera: Bostrichidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies* 2021; 9(2): 06-13
- Agrafioti, P., Sotiroudas, V., Gotze, C., Allegra, J., Athanassiou, C.G., 2017. Evaluation of phosphine resistance in stored-product insects from Greece using two assessment methods. In: Trematerra, P., Trnad, S. (Eds.), *Proc. of the 11th Int. Conf. on the IOBC-WPRS Bulletin*. Ljubljana, vol. 130, p. 95
- Ahmad W., S. Shilpa, K. Sanjay, Phytochemical Screening and antimicrobial study of *Euphorbia hirta* extracts, *J. Med. Plant Stud.* 2 (2017) 183–186.
- Arias P. J., Gonzalo Silva A., Inés Figueroa C., Susana Fischer G., Agustín Robles Bermúdez, J. Concepción Rodríguez-Maciel, y Angel Lagunes-Tejeda., J. 2017. Actividad insecticida, repelente y antialimentaria *Schinus molle* L. para el control de *Sitophilus zeamais*. *Chilean J. Agric. Anim. Sci., ex Agro-Ciencia* 33(2):93-104.
- Athanassiou, C. G., Phillips, T. W., & Wakil, W. (2018). Biology and Control of the Khapra Beetle, *Trogoderma granarium*, a Major Quarantine Threat to Global Food Security. *Annual Review of Entomology*, 64(1). doi:10.1146/annurev-ento-011118-111804
- Athanassiou, C.G., Kavallieratos, N.G., Campbell, J.F., 2017. Competition of three species of *Sitophilus* on rice and maize. *PLoS ONE* 12 (3), e0173377. [http:// dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0173377](http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0173377).
- Atta, B., M. Rizwan, A.M. Sabir, M.D. Gogi, M. Sabar, Bakhtawar, F. Ali and M. Sarwar. 2020. Toxic and repellent characteristics of some plant extracts used against *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) improve the grain quality of stored wheat. *Journal of Innovative Sciences*, 6(1): 1-11. DOI | <http://dx.doi.org/10.17582/journal.jis/2020/6.1.1.11>
- Aulicky, R., Stejskal, V., & Frydova, B. (2019). Field validation of phosphine efficacy on the first recorded resistant strains of *Sitophilus granarius* and

- Tribolium castaneum* from the Czech Republic. *Journal of Stored Products Research*, 81, 107–113. doi:10.1016/j.jspr. 2019.02.003
- Begg GS, Cook SM, Dye R, Ferrante M, Franck P, Lavigne C, Lovei GL, Mansion-Vaquie A, Pell JK, Petit S, Quesada N, Ricci B, Wratten SD, Birch ANE (2017) A functional overview of conservation biological control. *Crop Prot* 97:145–158. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.11.008>
- Borel B (2017) CRISPR, microbes and more are joining the war against crop killers. *Nature* 543:302–304. <https://doi.org/10.1038/543302a>
- Brito, V. D., Achimón, F., Pizzolitto, R. P., Ramírez Sánchez, A., Gómez Torres, E. A., Zygadlo, J. A., & Zunino, M. P. (2020). An alternative to reduce the use of the synthetic insecticide against the maize weevil *Sitophilus zeamais* through the synergistic action of *Pimenta racemosa* and *Citrus sinensis* essential oils with chlorpyrifos. *Journal of Pest Science*. doi:10.1007/s10340-020-01264-0
- Chaubey Mukesh Kumar. Essential oils as green pesticides of stored grain Insects. *European Journal of Biological Research* 2019; 9(4): 202-244
- Chengala Laxmishree and Nandita Singh. Review of Mode of action of some major botanical pesticides. *Int. Res. Journal of Science & Engineering*, 2018, 6 (2): XX-XX
- Deutsch CA, Tewksbury JJ, Tigchelaar M, Battisti DS, Merrill SC, Huey RB, Naylor RL (2018) Increase in crop losses to insect pests in a warming climate. *Science* 361:916–919. <https://doi.org/10.1126/science.aat3466>
- Devi Rita, S., Thomas, A., Rebijith, K. B., & Ramamurthy, V. V. (2017). Biology, morphology and molecular characterization of *Sitophilus oryzae* and *S. zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Stored Products Research*, 73, 135–141. doi:10.1016/j.jspr. 2017.08.004
- Higueras Cristobal, Silva-Aguayo Gonzalo, Urbina Angélica, Inés Figueroa, J. Concepción Rodríguez-Maciel, Angel Lagunes-Tejeda, Marcela Rodríguez y Liliana Aguilar-Marcelino. Control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky con polvos de follaje de dos especies del género *Eucalyptus*. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*. *Chilean J. Agric. Anim. Sci., ex Agro-Ciencia* (2021) 37(2):101-111
- Hikal W.M., R.S. Baeshen, H.A. Said-Al Ahl, Botanical insecticide as simple extractives for pest control, *Cogent Biol.* 3 (1) (2017) 1404274.

- Ichim E., L. Marutescu , M. Popa , S. Cristea , Antimicrobial efficacy of some plant extracts on bacterial ring rot pathogen, *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus* , EuroBiotech. J. 1 (2017) 93–96.
- Ikawati Silvi, Toto Himawan, Abdul Latief Abadi, Hagus Tarno. 2020. Fumigant and feeding deterrent activity of essential oils against *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) (Coleoptera: Laemophloeidae). Biodiversitas. Vol. 21 No. 9 (2020)
- Ileke, K. D., Idoko, J. E., Ojo, D. O., & Adesina, B. C. (2020). Evaluation of botanical powders and extracts from Nigerian plants as protectants of maize grains against maize weevil, *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) [oleoptera: Curculionidae]. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 101702. doi:10.1016/j.bcab.2020.101702
- Ingle K.P., A.G. Deshmukh, D.A. Padole, M.S. Dudhare, M.P. Moharil, V.C. Khelurkar, Bioefficacy of crude extracts from *Jatropha curcas* against *Spodoptera litura* , J. Entomol. Zool. Stud. 1 (2017) 36–38.
- Isman M.B., Bridging the gap: moving botanical insecticides from the laboratory to the farm, Ind. Crops Prod. 110 (2017) 10–14.
- Karaca G., M. Bilginturan, P. Olgunsoy, Effects of some plant essential oils against fungi on wheat seeds, Indian J. Pharm. Educ. Res. 3 (2017) S385–S388
- Karakas M., Bolukbasi E. 2017. Bio-insecticide effect of black cumin against Granary weevil, *Sitophilus granarius* L. (Coleoptera: Curculionidae) on stored wheat. International Journal of Entomology Research. Volume 2; Issue 4; July 2017; Page No. 38-40
- Kavallieratos, N. G., Athanassiou, C. G., Boukouvala, M. C., & Tsekos, G. T. (2019). Influence of different non-grain commodities on the population growth of *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae). Journal of Stored Products Research, 81, 31–39. doi:10.1016/j.jspr.2018.12.001
- Khan HA, Akram W (2017) Cyromazine resistance in a field strain of house flies, *Musca domestica* L.: Resistance risk assessment and bio-chemical mechanism. Chemosphere 167, 308–313.
- Khan, H. A. A., Akram, W., Lee, S., Ahmad, T., Maqsood, K., Khan, H. A., ... Javaid, M. F. (2019). Toxic potential of some indigenous plant oils against

- the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (Linnaeus). *Entomological Research*. doi:10.1111/1748-5967.12346
- Khani, M., Marouf, A., Amini, S., Yazdani, D., Farashiani, M. E., Ahvazi, M., ... Hosseini-Gharalari, A. (2017). Efficacy of Three Herbal Essential Oils Against Rice Weevil, *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 20(4), 937–950. doi:10.1080/0972060x.2017.1355748
- Koçak, E., Yilmaz, A., Alpkent, Y.N., Ertürk, S., 2018. Phosphine resistance to some coleopteran pests in stored grains across Turkey. In: Trematerra, P., Trdan, S. (Eds.), *Proc. of the 11th Int. Conf. on the IOBC-WPRS Bulletin*. Ljubljana, vol. 130, pp. 303e310.
- Laxmishree C., S. Nandita, *Botanical pesticides –a major alternative to chemical pesticides: a review*, *Int. J. Life Sci.* 4 (2017) 722–729.
- Liu B. , B. Chen , J. Zhang , P. Wang , G. Feng , The environmental fate of thymol, a novel botanical pesticide, in tropical agricultural soil and water, *Toxicol. Environ. Chem.* 99 (2) (2017) 223–232.
- Majd-Marani, S., Naseri, B., Nouri-Ganbalani, G., Borzoui, E., 2018. Maize hybrids affected nutritional physiology of the khapra beetle, *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae). *J. Stored Prod. Res.* 77, 20e25.
- Malik G, Qadir A Khan HAA (2018) Effect of temperature on the toxicity of biorational insecticides against *Sitophilus oryzae* (Linnaeus) in stored wheat. *Pakistan Journal of Zoology* 50, 1569–1572.
- Mishra R.K., A. Bohra, N. Kamaal, K. Kumar, K. Gandhi, G.K. Sujayanand, M. Mishra, *Utilization of biopesticides as sustainable solutions for management of pests in legume crops: achievements and prospects*, *Egypt. J. Biol. Pest Control* 28 (1) (2018) 3.
- Mohammadzadeh, M., & Izadi, H. (2018). Different diets affecting biology, physiology and cold tolerance of *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae). *Journal of Stored Products Research*, 76, 58–65. doi:10.1016/j.jspr.2017.12.008
- Moreira F.J.C., B. de Abreu Araújo , F.G. do Nascimento Lopes , A. de Assis Lopes de Sousa , A. Evami Cavalcante Sousa , L.B. da Silva Andrade , A. Ferreira Uchoa , *Assessment of the 'Tephrosia toxicaria' essential oil on*

- hatching and mortality of eggs and second-stage juvenile (J2) root-knot nematode ('*Meloidogyne enterolobii* and *M. javanica*'), *Aust. J. Crop Sci.* 12 (12) (2018) 1829 .
- Muthomi J., A.M. Fulano, J.M. Wagacha, A.W. Mwang'ombe, Management of snap bean insect pests and diseases by use of antagonistic fungi and plant extracts, *Sustain. Agric. Res.* 3 (2017) 52.
- Nayak, M.K., Falk, M.G., Emery, R.N., Collins, P.J., Holloway, J.C., 2017. An analysis of trends, frequencies and factors influencing the development of resistance to phosphine in the red flour beetle *Tribolium castaneum* (Herbst) in Australia. *J. Stored Prod. Res.* 72, 35e48.
- Neeraj G.S., A. Kumar, S. Ram, V. Kumar, Evaluation of nematicidal activity of ethanolic extracts of medicinal plants to *Meloidogyne incognita* (kofoid and white) chitwood under lab conditions, *Int. J. Pure Appl. Biosci.* 1 (2017) 827–831.
- Nikkhah M., M. Hashemi, B. Mohammad, N. Habibi, R. Farhoosh, Synergistic effects of some essential oils against fungal spoilage on pear fruit, *Int. J. Food Microbiol.* 257 (2017) 285–294.
- Parwada C., Chikuvire T. J., Kamota A., Mandumbu R., Mutsengi K. (2018). Use of botanical pesticides in controlling *Sitophilus zeamais* (maize weevil) on stored *Zea mays* (maize) grain. *Modern Concepts and Developments in Agronomy*, 4.
- Pérez, S., Renedo, C., Ortiz, A., & Ortiz, F. (2020). Residual biomass in *Eucalyptus globulus* plantations according to stand quality. *Biomass and Bioenergy*, 141, 105699. doi:10.1016/j.biombioe.2020.105699 3.
- Prager, E. M., Chambers, K. E., Plotkin, J. L., McArthur, D. L., Bandrowski, A. E., Bansal, N., ... Graf, C. (2018). Improving transparency and scientific rigor in academic publishing. *Brain and Behavior*, e01141. doi:10.1002/brb3.1141
- Rathore, H. S., & Nollet, L. M. L. (2017). *Eucalyptus Oil: Extraction, Analysis, and Properties for Use in Pest Control*. *Green Pesticides Handbook*, 43–58. doi:10.1201/9781315153131-3
- Sagheer M, Sahi ST (2017) Repellent and Growth Inhibitory Impact of Plant Extracts and Synthetic Pyrethroids on Three Strains of *Callosobruchus chinensis* L. *Pakistan Journal of Zoology* 49, 581–589.

- Salhi N., S.A.M. Saghir, V. Terzi, N. Brahmi Ghedairi, S. Bissati , Antifungal activity of aqueous extracts of some dominant Algerian medicinal plants, *Biomed. Res. Int.* 2017 (2017) 7526291, doi: 10.1155/2017/7526291 .
- Schlupian David I., Andrew G. Tuck, Rajeswaran Jagadeesan, Tam Nguyen, § Ramandeep Kaur, Sabtharishi Subramanian, Roberto Barrero, Manoj Nayak, and Paul R. Ebert. 2018. Variant Linkage Analysis Using de Novo Transcriptome Sequencing Identifies a Conserved Phosphine Resistance Gene in Insects. *Genetics*, Vol. 209, 281–290.
- Shabana Y.M., M.E. Abdalla , A .A . Shahin, M.M. El-Sawy, I.S. Draz, A.W. Youssif , Efficacy of plant extracts in controlling wheat leaf rust disease caused by *Puccinia triticina* , Egypt. *J. Basic Appl. Sci.* 1 (2017) 67–73.
- Shivananjappa, S., Fields, P., Laird, R. A., & Floate, K. D. (2020). Contributions of diet quality and diapause duration to the termination of larval diapause in khapra beetle, *Trogoderma granarium* (Coleoptera: Dermestidae). *Journal of Stored Products Research*, 85, 101535. doi:10.1016/j.jspr.2019.101535
- Stevenson P.C., M.B. Isman, S.R. Belmain, Pesticidal plants in Africa: a global vision of new biological control products from local uses, *Ind. Crops Prod.* 110 (2017) 2–9.
- Struik PC, Kuyper T (2017) Sustainable intensification in agriculture: the richer shade of green. A review. *Agron Sustain Dev.* <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0445-7>
- Syahputra E, Hernowo K, Riko R. 2019. Effect of *Castanopsis megacarpa* extract on mortality, longevity development and feeding of *Crocidolomia pavonana* larvae. *Agrivita* 41: 537-547.
- Tembo Y, Mkindi AG, Mkenda PA, Mpumi N, Mwanauta R, Stevenson PC, Ndakidemi PA, Belmain SR (2018) Pesticidal plant extracts improve yield and reduce insect pests on legume crops without harming beneficial arthropods. *Front Plant Sci* 9:1425. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01425>
- Tong, Y., Wu, Y., Zhao, C., Xu, Y., Lu, J., Xiang, S., ... Wu, X. (2017). Polymeric Nanoparticles as a Metolachlor Carrier: Water-Based Formulation for Hydrophobic Pesticides and Absorption by Plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(34), 7371–7378. doi:10.1021/acs.jafc.7b02197

- Walia, S., Saha, S., Tripathi, V., & Sharma, K. K. (2017). Phytochemical biopesticides: some recent developments. *Phytochemistry Reviews*, 16(5), 989–1007. doi:10.1007/s11101-017-9512-6
- Yan Y., C.C. Feng, K.T.T. Chang, 2017. Towards enhancing integrated pest management based on volunteered geographic information, *ISPRS Int. J. Geo Inf.* 7 (2017) 224.
- Yang X., Q. Huang, T. Jiang, H. Xu, Degradation dynamics of Azadirachtin in cabbage and soil, *J. South China Agric. Univ.* 38 (4) (2017) 37–40.
- Yang Yunho, Murray B. Isman and Jun-Hyung Tak. 2020. Insecticidal Activity of 28 Essential Oils and a Commercial Product Containing Cinnamomum cassia Bark Essential Oil against *Sitophilus zeamais* Motschulsky. *Insects* 2020, 11, 474. doi:10.3390/insects11080474
- Zhang S., Che L., Li Y., Dan Liang, Pang H., Ślipiński A., Zhang P., 2018 Evolutionary history of Coleoptera 627 revealed by extensive sampling of genes and species. *Nature Communications* 9.

ANEXOS

ANEXO 1. Declaratoria de autenticidad (Autores)



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Declaratoria de Originalidad del Autor / Autores

Yo (Nosotros), SENCIA RIVEROS WILFREDO, SOLANO HUIZA RUBEN AMILCAR, estudiante(s) de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, declaro (declaramos) bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado: Uso de Plaguicidas Botánicos para el Manejo de las Plagas de Gorgojos de Cultivos y Granos Almacenados. Revisión Sistemática 2021, es de mi (nuestra) autoría, por lo tanto, declaro (declaramos) que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He (Hemos) mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo (asumimos) la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Apellidos y Nombres del Autor	Firma
SENCIA RIVEROS, WILFREDO DNI 40290486 ORCID: 0000-0002-4079-1041	
SOLANO HUIZA, RUBÉN AMÍLCAR DNI: 42096633 ORCID: ORCID: 0000-0001-7593-1094	

ANEXO 2. Declaratoria de autenticidad (Asesor)



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL


Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, HONORES BALCÁZAR CESAR FRANCISCO docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, asesor(a) del Trabajo de Investigación / Tesis titulada: Uso de Plaguicidas Botánicos para el Manejo de las Plagas de Gorgojos de Cultivos y Granos Almacenados. Revisión Sistemática 2021, del (los) autor (autores) SENCIA RIVEROS, WILFREDO Y SOLANO HUIZA, RUBÉN AMÍLCAR, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluí que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el Trabajo de Investigación / Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 16 de noviembre de 2021

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
Mg. HONORES BALCÁZAR CESAR FRANCISCO DNI: 41134159 ORCID: 0000-0003-3202-1327	

Anexo 3. Matriz de Operacionalización

Matriz de categorización

PROBLEMAS	OBJETIVOS	CATEGORIAS	SUBCATEGORIAS	REFERENCIAS
PE1: ¿Cuáles son las características fisiológicas de las plagas de gorgojos que atacan los cultivos y granos almacenados?	OE1: Analizar las características fisiológicas de las plagas de gorgojos que atacan los cultivos y granos almacenados	Plagas	Sitophilus Oryzae, Sitophilus zeamais, Sitophilus granarius, Trogoderma granarium, Rhyzopertha dominica	Devi et al. (2017) Athanassiou et al. (2017). Schlipalius et al. (2018) Zhang et al. (2018) Aulicky et al. (2019) Majd-Marani et al. (2018) Kavallieratos et al. (2019) Athanassiou et al. (2019) Mohammadzadeh e Izadi, (2018) Nayak et al. (2017) Kocak et al. (2018) Agrafioti et al. (2017) Shivananjappa et al. (2020) Aulicky et al. (2019)

<p>PE2: ¿Cuáles son las plantas potenciales de plaguicidas para el control de gorgojos que atacan los cultivos y granos almacenados?</p>	<p>OE2: Analizar las plantas potenciales de plaguicidas para el control de gorgojos que atacan los cultivos y granos almacenados</p>	<p>Plantas</p>	<p>Mustard oil, Artemesia sieberi, Eucalyptus Brassica alba mustard oil a</p>	<p>Mohammed et al. (2021) Chaubey et al. (2019) Tongo et al. (2019) Chaubey et al. (2019) Brito, et al. (2020) Karakas et al. (2017),</p>
<p>PE3: ¿Cuáles son los efectos de los plaguicidas para el control de las plagas de gorgojos que atacan los cultivos y granos almacenados?</p>	<p>OE3: Evaluar los efectos de los plaguicidas para el control de las plagas de gorgojos que atacan los cultivos y granos almacenados</p>	<p>Efectos</p>		<p>Arias et al. (2017) Higuera et al. (2021) Pérez, et al (2020), Khani et al. (2017) Malik et al. (2018) Khan, Akram, 2017). Syahputra et al. (2019). Khan et al. (2019), Ileke et al. (2020)</p>

				Yang et al. (2020) Ikawati et al (2020) Atta et al. (2020) Abubakar et al. (2021)
--	--	--	--	--

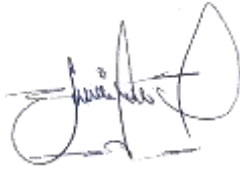


Declaratoria de Originalidad del Autor / Autores

Yo (Nosotros), SENCIA RIVEROS WILFREDO, SOLANO HUIZA RUBEN AMILCAR, estudiante(s) de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, declaro (declaramos) bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado: Uso de Plaguicidas Botánicos para el Manejo de las Plagas de Gorgojos de Cultivos y Granos Almacenados. Revisión Sistemática 2021, es de mi (nuestra) autoría, por lo tanto, declaro (declaramos) que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He (Hemos) mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo (asumimos) la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Apellidos y Nombres del Autor	Firma
SENCIA RIVEROS, WILFREDO DNI 40290486 ORCID: 0000-0002-4079-1041	
SOLANO HUIZA, RUBÉN AMÍLCAR DNI: 42096633 ORCID: ORCID: 0000-0001-7593-1094	