

Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD BIOCIDA DE EXTRACTOS VEGETALES PARA EL CONTROL DE LA GALLINA CIEGA (*Phyllophaga* spp.)

TESIS QUE PRESENTA:

Pablo Salinas Ventura

Como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCTIVIDAD EN AGROECOSISTEMAS

DIRECTOR:

Dr. José Cruz Carrillo Rodríguez

CODIRECTOR:

Dr. Catarino Perales Segovia

Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD BIOCIDA DE EXTRACTOS VEGETALES
PARA EL CONTROL DE LA GALLINA CIEGA (*Phyllophaga* spp.)**

TESIS QUE PRESENTA:

Pablo Salinas Ventura

Como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCTIVIDAD EN
AGROECOSISTEMAS**

DIRECTOR:

Dr. José Cruz Carrillo Rodríguez

CODIRECTOR:

Dr. Catarino Perales Segovia

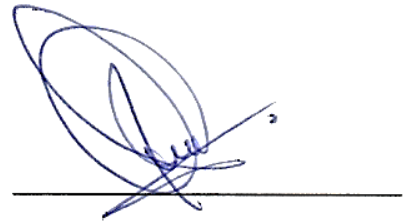


La presente Tesis titulada: **EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD BIOCIDA DE EXTRACTOS VEGETALES PARA EL CONTROL DE LA GALLINA CIEGA (*Phyllophaga spp.*)**, fue realizada bajo la dirección del consejo particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCTIVIDAD EN AGROECOSISTEMAS

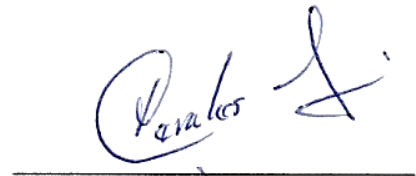
DIRECTOR:

Dr. JOSÉ CRUZ CARRILLO RODRÍGUEZ

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'José Cruz Carrillo Rodríguez', written over a horizontal line.

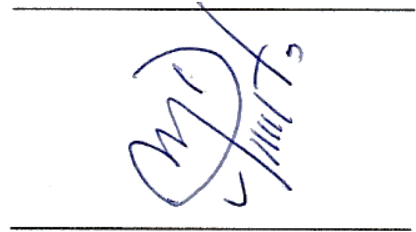
CO-DIRECTOR:

Dr. CATARINO PERALES SEGOVIA

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Catarino Perales Segovia', written over a horizontal line.

ASESOR:

M.C. MARCO ANTONIO VÁSQUEZ DÁVILA

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Marco Antonio Vásquez Dávila', written over a horizontal line.

Ex-Hacienda de Nazareno, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca.

Agosto de 2024



	Nombre de la Información Documentada:	Código: ITVO-AC-PR-08-02
	Formato Autorización del comité para entrega de tesis.	Revisión: 1
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015 8.2.1, 8.2.2, 8.2.3, 8.5.2	Página 1 de 1

EXPEDIENTE: 20DIT0009G

No. DE OFICIO: DEPI/0782/2024

Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca: 03/Julio/2024

ASUNTO: Autorización del comité para entrega de Tesis.

C. PABLO SALINAS VENTURA
ESTUDIANTE DEL PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS
EN PRODUCTIVIDAD EN AGROECOSISTEMAS
P R E S E N T E

Los que suscriben, miembros de su Comité Tutorial, le comunicamos que hemos revisado el contenido de su tesis "Evaluación de la actividad biocida de extractos vegetales para el control de la gallina ciega (*Phyllophaga spp.*). Por lo que con base en los lineamientos para la Operación de Estudios de Posgrado en el Tecnológico Nacional de México se le otorga la **AUTORIZACIÓN** para que proceda a la entrega del documento final de la misma en formato digital (PDF); para continuar con su trámite y asignarle la fecha de su examen de grado.

Sin más por el momento nos permitimos reconocer su esfuerzo y felicitarle por el logro de su documento de tesis.

ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica®.
Ciencia y Tecnología para el Campo*

JOSÉ CRUZ CARRILLO RODRÍGUEZ
DIRECTOR DE TESIS

CATARINO PERALES SEGOVIA
CO - DIRECTOR

MARCO ANTONIO VÁSQUEZ DÁVILA
ASESOR

YURI VILLEGAS APARICIO
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

C.p. Comité Tutorial.
Expediente.
YVA/mglh

	Nombre de la Información Documentada: Formato Autorización de DEPI para entrega de Tesis.	Código: ITVO-AC-PR-08-03
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015 8.2.1, 8.2.2, 8.2.3, 8.5.2	Revisión: 1
		Página 1 de 1

EXPEDIENTE: 20DIT0009G
No. DE OFICIO: DEPI/0800/2024
Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca: 06/Agosto/2024
ASUNTO: Autorización de entrega de Tesis.

C. PABLO SALINAS VENTURA
ESTUDIANTE DEL PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS
EN PRODUCTIVIDAD EN AGROECOSISTEMAS
P R E S E N T E

Con base en los Lineamientos para la Operación de Estudios de Posgrado en el Tecnológico Nacional de México, respecto a la presentación del examen de grado, me es muy grato comunicarle que esta División de Estudios de Posgrado e Investigación a mi cargo, **AUTORIZA** la entrega del documento final de su tesis en formato digital (PDF) titulada: "Evaluación de la actividad biocida de extractos vegetales para el control de la gallina ciega (*Phyllophaga spp.*)".

Cuyo contenido ha sido revisado y aprobado por su Comité Tutorial y cumple en lo general con el formato establecido para este documento, como requisito parcial para obtener el grado de Maestra en Ciencias en Productividad de Agroecosistemas.

Sin más por el momento le felicito cordialmente por el logro de esta meta y le reitero el respaldo institucional de su Alma Mater.


ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®.
Ciencia y Tecnología para el Campo

DR. YURI VILLEGAS APARICIO
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
E INVESTIGACIÓN
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

C.p. Expediente.
 Alumno interesado.
 YVA/mglh

El presente trabajo se llevó a cabo con el apoyo del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT), a través del número de becario (1240419), con el tema de investigación: **Evaluación de la actividad biocida de extractos vegetales para el control de la gallina ciega (*Phyllophaga* spp.)**.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco todo el apoyo brindado por el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología, por la beca que me concedió para llevar a cabo este proyecto de investigación.

Agradezco infinitamente al Dr. José Cruz Carrillo Rodríguez, por haberme apoyado en todo momento, en cada paso que dimos en el proyecto y por haberme facilitado un espacio en el invernadero para llevar a cabo esta investigación.

Agradezco también al Dr. Catarino Perales Segovia y al Dr. Marco Antonio Vásquez Dávila, por las asesorías, el apoyo brindado en cada momento y por haber estado siempre pendientes del avance y desarrollo de este proyecto.

DEDICATORIA

*Primero que todo, dedico este logro a **Dios padre**, por haberme permitido llegar tan lejos, dándome paciencia y salud para lograrlo, por la gracia de estar conmigo en los momentos más complicados de mi vida, por levantarme cuando estuve a punto de renunciar a todo, por fortalecer mi mente y mi corazón.*

*A mis queridos padres: **Francisca Ventura Serrano y Arnulfo Salinas Cortes**, por todo su apoyo y amor incondicional, porque ustedes fueron mi motor para lograr este triunfo, porque siempre me han demostrado todo el cariño que me tienen, por eso y mucho más “mil Gracias” este logro se lo debo a ustedes.*

*A mis hermanos: **Luciano, Guillermo, Félix, Abelardo y Luis ángel**, porque sin su apoyo jamás hubiese logrado llegar al final de este objetivo, porque siempre estuvieron pendientes de mí. “Este logro también es de ustedes, muchas gracias”.*

*A mis hermanas: **Socorro Marilú y María Elena**, porque siempre estuvieron conmigo en este camino a veces complicado, por sus palabras de aliento para no rendirme, por no haberme dejado caer. El logro, es también de ustedes, “Muchas gracias por todo manas”.*

*A mi compañera de vida: **Viviana Arely**, por haber formado parte de este proyecto y haber estado en los momentos difíciles de este camino, por haberme ayudado a levantarme cuando estuve al borde del colapso, por eso y más, este logro también es tuyo. “Muchas gracias por todo”.*

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	2
1.1.1 General	2
1.1.2 Específicos	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Especies de plantas con potencial bioinsecticida	4
2.2 Métodos de control de plagas	6
2.2.1 Programa integral de muestro	6
2.2.2 Barreras vivas	7
2.2.3 Trampas y feromonas	7
2.2.4 Control biológico	8
2.2.5 Extractos vegetales	8
2.3 Metabolitos de origen vegetal nocivos para insectos plaga	9
2.4 <i>Phyllophaga</i> spp.	10
2.4.1 Clasificación taxonómica	10
2.4.2 Ciclo biológico	10
2.5 Distribución mundial	12

2.6 Distribución nacional	13
CAPÍTULO III. IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE gallina ciega (<i>Phyllophaga</i> spp., Melolonthidae) en AGROECOSISTEMAS DE LOS VALLES CENTRALES DE OAXACA, MÉXICO.....	
16	16
3.1 Introducción.....	18
3.2 Materiales y métodos	19
3.3 Resultados	21
3.4 Conclusiones.....	23
3.5 Bibliografía	24
CAPÍTULO IV. EFECTO DE EXTRACTOS ETANÓLICOS DE CUATRO ESPECIES VEGETALES PARA EL CONTROL DE <i>Phyllophaga</i> spp. (Coleoptera: Melolonthidae).....	
28	28
4.1 Introducción.....	30
4.2 Materiales y métodos	32
4.2.1 Cría de larvas de gallina ciega.....	32
4.2.2 Especies utilizadas	33
4.2.3 Elaboración de extractos etanólicos	33
4.2.4 Diseño experimental	34
4.3 Resultados y discusión.....	34
4.4 Conclusiones.....	43
4.5 Bibliografía	43
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES GENERALES	
50	50
CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES.....	
52	52
CAPÍTULO VII. BIBLIOGRAFÍA GENERAL.....	
53	53

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
2.1	Lista de especies con potencial insecticida	5
2.2	Especies reportadas como principales plagas del género <i>Phyllophaga</i> en México	14
3.3	Las especies del género <i>Phyllophaga</i> spp. identificadas en tres municipios de los valles centrales	22
4.4	Análisis de varianza de la mortalidad de <i>Phyllophaga</i> spp. con el uso de extractos vegetales	35
4.5	Comparación de medias de la mortalidad de larvas de <i>Phyllophaga</i> spp. del factor especies como extractos vegetales	36
4.6	Comparación de medias de la mortalidad de <i>Phyllophaga</i> spp. del factor dosis de extractos vegetales	38
4.7	Comparación de medias de la mortalidad de larvas de <i>Phyllophaga</i> spp. en la interacción especie-dosis de extractos vegetales	39
4.8	Análisis de varianza y contrastes ortogonales de la comparación de extractos con mortalidad de <i>Phyllophaga</i> spp. superior a la DL50 versus testigo químico (TQ)	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
2.1	Ciclo biológico de la gallina ciega	12
3.2	Distribución de especies reportadas como principales plagas del género <i>Phyllophaga</i> en México	21

RESUMEN

La gallina ciega (*Phyllophaga* spp.) es una plaga significativa en diversos cultivos agrícolas, tradicionalmente controlada mediante el uso de agrotóxicos y extractos comerciales de gobernadora. Ante la necesidad de alternativas más sostenibles y menos tóxicas, este estudio tuvo como objetivo evaluar la actividad biocida de extractos vegetales en el control de *Phyllophaga* spp. La investigación se desarrolló en dos fases. En la primera, se identificaron las especies de *Phyllophaga* presentes en cultivos de tres localidades de los Valles Centrales de Oaxaca, México: Cuilápam de Guerrero, Villa de Zaachila y Santa Inés del Monte. Se identificaron seis especies: *Ph. antennalis* (Moser, 1921), *Ph. porodera* (Bates, 1888), *Ph. cinnamomea* (Blanchard, 1850), *Ph. lenis* (Horn, 1887), *Ph. obsoleta* (Blanchard, 1850) y una especie no determinada (*Ph. sp.*). En la segunda fase, se evaluó la efectividad biocida de extractos etanólicos y en polvo de cuatro plantas (chicalote, higuera, muérdago y nim) en diferentes dosis (4, 6, 8 mL y 3, 4 g) para el control de *Phyllophaga* spp. en condiciones de laboratorio. Las larvas se criaron en camas de cultivo de maíz y en recipientes de 19 L y 1 L, con composta y rodajas de papa como alimento. Se utilizaron tres larvas por unidad experimental, evaluando 24 tratamientos bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial. La mortalidad de las larvas se analizó a una y dos semanas, así como la mortalidad total. Los análisis estadísticos incluyeron varianza y contrastes ortogonales. Los extractos etanólicos de chicalote, higuera y muérdago, así como las aplicaciones en polvo de muérdago e higuera, demostraron ser particularmente efectivos. Se observó una mortalidad superior al 50% con los siguientes tratamientos: chicalote (8 mL, 66.6%), semilla de higuera (1 mL, 66.6%), muérdago en polvo (5 g, 66.6%), higuera (4 mL, 55.3%), higuera en polvo (3 g, 55.5%), muérdago (4 mL, 55.3%) y muérdago (8 mL, 55.5%). Los resultados indican que los extractos etanólicos de chicalote, higuera y muérdago, así como las aplicaciones en polvo de muérdago e higuera, poseen un notable potencial biocida para el control de *Phyllophaga* spp., con tasas de mortalidad superiores al 50%. Futuras investigaciones deberían centrarse en la optimización de las dosis y modos de aplicación de estos extractos en condiciones de campo, así como en la evaluación de su impacto a largo plazo sobre los agroecosistemas y la salud humana.

Palabras clave: rizófago, extractos, biocidas, etanolicos, muérdago.

ABSTRACT

White grubs (*Phyllophaga* spp.) are significant pests in various agricultural crops, traditionally controlled using agrochemicals and commercial extracts of creosote bush. Given the need for more sustainable and less toxic alternatives, this study aimed to evaluate the biocidal activity of plant extracts in controlling *Phyllophaga* spp. The research was conducted in two phases. In the first phase, *Phyllophaga* species were identified in crops from three localities in the Central Valleys of Oaxaca, Mexico: Cuilápam de Guerrero, Villa de Zaachila, and Santa Inés del Monte. Six species were identified: *Ph. antennalis* (Moser, 1921), *Ph. porodera* (Bates, 1888), *Ph. cinnamomea* (Blanchard, 1850), *Ph. lenis* (Horn, 1887), *Ph. obsoleta* (Blanchard, 1850), and one unidentified species (*Ph. sp.*). In the second phase, the biocidal effectiveness of ethanolic and powdered extracts from four plants (Mexican prickly poppy, castor bean, mistletoe, and neem) was evaluated at different doses (4, 6, 8 mL and 3, 4 g) for controlling *Phyllophaga* spp. under laboratory conditions. The larvae were reared in maize-planted beds and in 19 L and 1 L containers with compost and potato slices as food. Three larvae per experimental unit were used, evaluating 24 treatments under a completely randomized design with a factorial arrangement. Larval mortality was analyzed at one and two weeks, as well as total mortality. Statistical analyses included variance analysis and orthogonal contrasts. The ethanolic extracts of Mexican prickly poppy, castor bean, and mistletoe, along with the powdered applications of mistletoe and castor bean, proved particularly effective. Mortality rates above 50% were observed with the following treatments: Mexican prickly poppy (8 mL, 66.6%), castor bean seed (1 mL, 66.6%), mistletoe powder (5 g, 66.6%), castor bean (4 mL, 55.3%), castor bean powder (3 g, 55.5%), mistletoe (4 mL, 55.3%), and mistletoe (8 mL, 55.5%). The results indicate that the ethanolic extracts of Mexican prickly poppy, castor bean, and mistletoe, as well as the powdered applications of mistletoe and castor bean, possess significant biocidal potential for controlling *Phyllophaga* spp., with mortality rates exceeding 50%. Future research should focus on optimizing doses and application methods of these extracts under field conditions, as well as assessing their long-term impact on agroecosystems and human health.

Keywords: rhizophage, extracts, biocides, ethanolics, mistletoe.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Las plagas de los cultivos son organismos como insectos, ácaros, babosas, nematodos, roedores, pájaros y según algunas definiciones, también incluyen malezas y enfermedades. Estos organismos compiten con los humanos por los alimentos que se producen (Saunders *et al.*, 1998). Las plagas agrícolas representan una de las principales razones de pérdida de rendimiento en los cultivos. Junto con las enfermedades, estas plagas pueden causar una reducción del rendimiento global de la producción agrícola en un rango que va del 10% al 40% (Esperanza *et al.*, 2013). Los insectos catalogados como plagas de suelo habitan, pasan una parte de su ciclo de vida y se desarrollan en el suelo (Jiménez, 2016). El género *Phyllophaga* exhibe una alta diversidad específica en el estado de Oaxaca, gracias a la notable capacidad de adaptación que poseen sus especies para habitar diversos ambientes (Hernández-Cruz *et al.*, 2014), por ende, una de las plagas con mayor afectación.

Algunos insectos pueden alimentarse de raíces de plantas cultivadas durante su etapa larval, mientras que en su fase adulta se alimentan frecuentemente de las partes aéreas de las plantas. Este es el caso de la gallina ciega (*Phyllophaga* spp.), el gusano alambre (*Elateridae*) y los crisomélidos (Jiménez-Martínez, 2009; Jiménez, 2016).

Existen diferentes tipos de control para esta plaga, sin embargo, el más utilizado es el químico (Márquez et al., 2019), el segundo más utilizado es el biológico, como: hongos entomopatógenos (Ferrer y salas, 2024), nemátodos entomopatógenos (Melo et al., 2010; Acuña-segura y Brenes-Madriz, 2020) y están los controles alternativos, como los extractos vegetales los cuales no se han estudiado para el control de esta plaga.

Debido a esto se requiere la búsqueda de alternativas amigables al medio ambiente, inocuas y económicas que resuelvan o mitiguen el daño ocasionado por gallina ciega. Es por ello que el presente proyecto tiene como objetivo evaluar diferentes especies de plantas con potencial biocidas para el control de la gallina ciega y evitar el uso de productos sintéticos para su control.

1.1 Objetivos

1.1.1 General

Evaluar la actividad biocida de extractos vegetales para el control de la gallina ciega (*Phyllophaga* spp.) en condiciones de laboratorio.

1.1.2 Específicos

- a) Identificar especies del género *Phyllophaga* spp. que se encuentran en diferentes cultivos de Valles Centrales de Oaxaca, México.
- b) Evaluar extractos vegetales (chicalote, higuera, muérdago y neem) en diferentes dosis (4, 6, 8 mL y 3, 4 g) para el control de la gallina ciega (*Phyllophaga* spp.) en condiciones de laboratorio.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Especies de plantas con potencial bioinsecticida

Las plantas en su conjunto generan más de 100,000 sustancias de bajo peso molecular conocidas como metabolitos secundarios, los cuales generalmente no son esenciales para el proceso metabólico básico de la planta (Martínez y Rugama, 2020). Estos incluyen una amplia gama de compuestos como terpenos, lignanos, alcaloides, azúcares, esteroides, ácidos grasos, entre otros. Esta diversidad química es resultado de un proceso evolutivo que ha favorecido la selección de especies con defensas mejoradas contra el ataque de microorganismos, así como contra la predación por parte de insectos y otros animales (Jannet *et al.*, 2001; Hernández-Alvarado *et al.*, 2018).

Cuadro 2.1 Lista de especies con potencial insecticida

Especie	Compuesto químico	Plaga	Autor
Ajo (<i>Allium sativum</i> L.)	Alicita, sulfuro de Dialilo	Mosquita blanca (<i>Bemisia tabacii</i> Genn.)	López, 1999; Bossou <i>et al.</i> , 2013
Flor de muerto (<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.)	Piretrinas	Gorgojo castaño (<i>Tribolium castaneum</i>)	Villalobos, 1996 Bekele <i>et al.</i> , 2018
Neem (<i>Azadirachta indica</i> L.)	Azadiractina	<i>Bemisia tabacii</i> Genn, ácaros y nematodos.	Angulo <i>et al.</i> , 2004; Bekele <i>et al.</i> , 2018
Epazote (<i>Dysphania ambrosioides</i> L.)	Ascaridol	Nematodos	Reyes, 2005, Singh <i>et al.</i> , 2021
Higuerilla (<i>Ricinus communis</i> L.)	Quercetina, ricina, Ricinina	Gorgojo chino de los granos (<i>Callosobruchus chinensis</i> L.)	Upasani <i>et al.</i> , 2003 Arnason <i>et al.</i> , 2012
Romero (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.)	Picrosalvina, carnosol, isorosmanol, rosmadial.	Araña roja (<i>Tetranychus urticae</i> Koch)	Miresmailli <i>et al.</i> , 2006 y Romeu <i>et al.</i> , 2007
Alcanforero (<i>Cinnamomum camphora</i>)	Terpineol, cineol, pineno	polillas	Brown, 2005
Higuerilla (<i>Ricinus communis</i> L.)	Flavonoides (mirecetina, quercetina, kaempferol)	Nematodos, sinfilidos y colembolos	Maldonado-Santoyo <i>et al.</i> , 2022.
Chicalote (<i>Argemone mexicana</i>)	Argemonina, Berberina, Ricinina.	Mosquita blanca, psila de los cítricos, piojo harinoso de los cítricos.	Lines, 2019 ; Soto, 2022.
Salvia (<i>Salvia nemorosa</i>)	Flavonoides y terpenos	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>spodoptera frugiperda</i>	Reina, 2016 ; Romo-asuncion <i>et al.</i> , 2016.
Muérdago (<i>Psittacanthus schiedeanus</i>)	Flavonoides, tioninas, lignanos y compuestos fenólicos	Antimicrobiano, fungicida	Cervantes, 2006 ; Cervantes, 2016.
Amargocilla (<i>Ageratina petiolaris</i>)	Esteres, diterpeno,		Juárez, 2022

Continuación Cuadro 2.1...

Ajo (<i>Allium sativum</i> L)	Alicina, metabolitos secundarios, alcaloides, saponinas, taninos, terpenos y flavonoides	Antimicrobiano, repelente a insectos	Fonseca <i>et al.</i> , 2014, Caetano <i>et al.</i> , 2021.
Otras especies			Devi <i>et al.</i> , 2019

2.2 Métodos de control de plagas

El Manejo Integrado de Plagas es una metodología que emplea todas las alternativas aceptables desde el punto de vista ecológico, económico y toxicológico (Vivas-Carmona, 2017), para mantener las poblaciones de organismos nocivos por debajo del umbral económico (Valdes, 2016), teniendo como base los factores naturales de control, como el control biológico y dejando como último recurso el control químico (FAO, 2023).

2.2.1 Programa integral de muestro

El establecimiento de un programa completo e integral de plagas, patógenos y enemigos naturales, es esencial para establecer un buen programa de manejo agroecológico de plagas (Badii *et al.*, 2015). Se deben efectuar muestreos y estudios para identificar a los insectos plaga y benéficos. Además, conocer aspectos sobre su biología, hábitos y niveles poblacionales (Barbara-Alvarado *et al.*, 2016). Esto permitirá tener todos los elementos para tomar buenas decisiones de manejo, con base en umbrales de acción (Silva-Martínez *et al.*, 2018).

2.2.2 Barreras vivas

Las barreras o cercas vivas, evitan el acceso de ciertas plagas y microorganismos fitopatógenos al cultivo, debido principalmente a efectos físicos o de preferencia (Álvarez *et al.*, 2018; Valverde *et al.*, 2022). Las plantas más utilizadas como cercas vivas son algunas especies cultivadas de gramíneas de porte alto, como sorgo escobero o sorgo forrajero, inclusive algunas variedades de maíz (Hernández *et al.*, 2014; Castillo y Calderón *et al.*, 2017). Además, este tipo de prácticas crean condiciones para el desarrollo de especies benéficas, incrementa la biodiversidad y mejora las condiciones ambientales, lo cual definitivamente reduce el impacto de los insectos plaga (Carrillo-Rodríguez *et al.*, 2013; Morantes-Tolosa y Renjifo, 2018).

2.2.3 Trampas y feromonas

Utilizan compuestos volátiles como señales químicas sexuales para atraer machos, por lo tanto, estos compuestos son sintetizados químicamente, luego aplicados en dispensadores y colocados en el campo para atraer y capturar específicamente a los machos de la especie correspondiente a la feromona.

(Salazar-Blanco *et al.*, 2020). La ecología química es la disciplina que estudia la estructura, función y biosíntesis de productos naturales de atracción, su importancia en los diferentes niveles de la organización ecológica y su origen evolutivo (Rodríguez-Currea *et al.*, 2017). Los compuestos que participan en las interacciones químicas entre los organismos y su ambiente son conocidos como

semioquímicos (Law y Regnier, 1971; Carrillo-Rodríguez *et al.*, 2013, Bustos *et al.*, 2021).

2.2.4 Control biológico

Favorece la reducción de las poblaciones de plagas por enemigos naturales (depredadores, parasitoides y entomopatógenos) (Vázquez, 2018; Castresana *et al.*, 2019). Una de las estrategias del control biológico es por inundación, definida por Van Driesche y Bellows Jr, (1996); Castresana *et al.* (2019), como “las liberaciones de un número muy elevado de organismos vivos, nativos o introducidos, como agentes de control biológico para reducir la población de la plaga a corto plazo cuando la densidad alcanza niveles de daño económico”. Esta estrategia es muy similar a la de la aplicación de productos fitosanitarios, tanto en sus objetivos como en su formulación y aplicación. Con respecto a los agentes entomófagos utilizados fueron insectos parasitoides (Zelaya-Molina *et al.*, 2022) A diferencia de los parásitos, los parasitoides siempre matan a sus hospedadores. Sin embargo, el hospedador puede completar la mayor parte de su ciclo de vida antes de morir (Van Driesche *et al.*, 2007; Castresana *et al.*, 2019; Pacheco *et al.*, 2019).

2.2.5 Extractos vegetales

El uso de especies plantas que son consideradas malezas resultan una fuente muy económica e importante de obtención de extractos vegetales con actividad biocida (Guerrero *et al.*, 2020). En las plantas existen sustancias

bioactivas que alteran la estructura celular (fitotóxica) con características deseables: biodegradables y de poca o nula toxicidad en mamíferos (Cordeau *et al.*, 2016; Morra *et al.*, 2018; González *et al.*, 2019). Los compuestos bioactivos extraídos de los diferentes órganos de plantas (hojas, raíces, flores, tallos, y semillas) presentan el potencial fitotóxico, que los hace candidatos a bioinsecticidas (Cruz-Ortiz y Flores-Méndez, 2021). Estos compuestos tóxicos pueden extraerse mediante diferentes métodos, al producto de esta extracción se le conocen como extractos vegetales. (Montero-Contreras *et al.*, 2017).

2.3 Metabolitos de origen vegetal nocivos para insectos plaga

Las plantas pueden sintetizar metabolitos secundarios, que abarcan una amplia variedad de compuestos químicos. La presencia de estos compuestos varía significativamente según la familia, la especie, la ubicación geográfica y la parte de la planta. (Meza *et al.*, 2019). Estos metabolitos pueden ejercer actividades biológicas sobre insectos, plagas y microorganismos fitopatógenos, e incluso pueden fortalecer la estructura de la planta, aumentando su resistencia a la penetración de micelios de hongos y a los ataques de insectos. Los principales grupos fitoquímicos con actividad fungicida reportada incluyen terpenos, taninos, flavonoides y alcaloides (Jiménez, 2014). Se considera que, en la mayoría de los casos, los productos naturales de origen vegetal pueden ofrecer ventajas sobre los plaguicidas sintéticos, tales como una menor toxicidad para los mamíferos, una rápida degradación y una mayor disponibilidad local (Aguirre y Delgado, 2010).

2.4 *Phyllophaga* spp.

Los principales géneros de gallina ciega son *Phyllophaga*, *Anomala*, *Popillia* y *Cyclocephala*, los cuales están distribuidos mundialmente en climas tanto tropicales como templados. En México, el género *Phyllophaga* cuenta con 400 especies, pero sólo diez de ellas tienen su ciclo de vida documentado.

2.4.1 Clasificación taxonómica

Reino: Animalia

Filo: Artrópodos

Subfilo: Hexapoda

Clase: Insectos

Orden: Coleópteros

Familia: Scarabaeidae

Género: Filofaga

Especies: *Phyllophaga* sp.

(EPPO, 2023).

2.4.2 Ciclo biológico

Huevo. Los huevos son de conformación ovalada, opacos y de color blanco, al inicio con una longitud aproximada de 2 mm de longitud y 1 mm de ancho, y posteriormente 24 horas después a 2.5 mm de longitud y 1.25 mm de ancho.

Se encuentran en el suelo a una profundidad de entre 5-15 cm y en grupos de 10 a 20 ejemplares, los cuales la hembra pone durante un periodo de 2 a 4 días, tras lo cual la hembra se debe aparear una vez más (King, 1994; DGSV-CNRF. 2020).

Larva. Las larvas son del tipo escarabaeiforme, tipo C, con un cuerpo robusto y tres pares de patas bien desarrolladas. Se caracterizan por tener la gálea y la lacinia maxilar completamente fusionadas, con mandíbulas robustas que se proyectan hacia abajo (hipognatas). Los palpos maxilares y las antenas están formados por cuatro segmentos (artejos), siendo el último segmento de las antenas conspicuo y dotado de amplias áreas sensoriales (Cuate-Mozo *et al.*, 2019).

Pupa. Después de alimentarse en su tercer instar, las larvas expulsan sus contenidos intestinales y construyen un capullo en el suelo. Allí pasan un periodo de descanso conocido como preclisálida, que dura entre 5 y 6 meses, antes de convertirse en pupa o crisálida. Las pupas son del tipo exarata y varían en color, generalmente son de tonos que van desde variable hasta café pálido (Cibrián, 2013). Tras permanecer como pupas durante un poco más de un mes, emergen los adultos, que permanecen inactivos dentro de sus capullos hasta que las lluvias humedecen el suelo y los estimulan a salir a la superficie (King, 1994; DGSV-CNRF. 2020).

Adulto. Los escarabajos adultos de *Phyllophaga* spp. tienen una forma ovalada y alargada, miden entre 15 y 18 mm de longitud y su color varía de café rojizo a café oscuro. Sus antenas son de tipo lamelado, con los últimos tres segmentos

aplanados y alargados hacia un lado. El pronoto es más ancho que largo, las patas son moderadamente largas y generalmente tienen pocas o ninguna espina. Todas sus uñas tarsales son bífidas y de la misma forma. En el dorso, a veces presentan setas largas, y el pigidio masculino es ovalado o casi triangular. Los adultos de *Cyclocephala* se distinguen porque desde una vista dorsal se pueden ver los extremos de las mandíbulas. El pronoto es convexo y liso, al igual que la cabeza. En los machos, una de las uñas anteriores puede estar engrosada, torcida o bífida. (Cibrián, 2013).

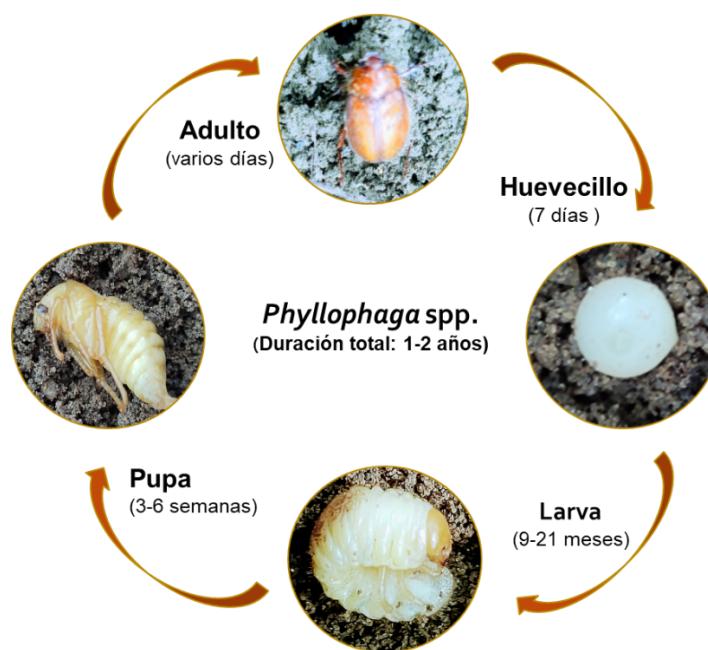


Figura 2.1 Ciclo biológico de la gallina ciega (Fuente: Elaboración propia)

2.5 Distribución mundial

Phyllophaga spp. tiene una amplia distribución. En América, se encuentra en Canadá, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Estados Unidos (Texas), Guatemala, Honduras, México, Nicaragua y Panamá. En África, está presente en

Sudáfrica y Sudán. En Asia, se encuentra en Bangladesh, Corea del Norte, Corea del Sur, China, Filipinas, India, Indonesia, Japón y Sri Lanka. En Oceanía, está presente en Australia y Nueva Zelanda (Plantwise, 2020).

En el caso de *Cyclocephala*, la revisión de este grupo de escarabajos es exclusiva de América, y cuenta con más de 350 especies distribuidas desde América del Norte hasta Sudamérica (Guzmán-Vásquez *et al.*, 2017). No hay informes específicos sobre la distribución mundial de este género, pero en el continente americano, se han reportado especies en Argentina, Bolivia, Brasil, Canadá, Centroamérica, Colombia, Ecuador, Estados Unidos, Guayana, México, Paraguay, Perú, Trinidad y Tobago y Venezuela (Morón *et al.*, 2014).

A nivel global, se aplican anualmente 4,6 millones de toneladas de plaguicidas químicos, lo que causa una grave contaminación del agua, suelo y organismos vivos en general, incluyendo a los seres humanos (FAO, 2018).

2.6 Distribución nacional

Ampliamente distribuido en los estados mexicanos. En México, el género *Phyllophaga* incluye 387 especies, la mayoría de las cuales se encuentran limitadas a localidades en zonas montañosas (Morón, 2010). Algunas de las especies del género *Phyllophaga* reportadas en suelos forestales de México son *P. ravidia*, *P. setifera*, *P. vetula*, *P. brevidens*, *P. rubella*, *P. lenis* (Marín *et al.*,

2008), *Phyllophaga heteronycha*, *P. leonina*, *P. angulicollis*, etc. (Morón et al., 2016).

Cuadro 2.2 Especies reportadas como principales plagas del género *Phyllophaga* en México.

Especie	lugar	autor
<i>P. ravida</i>	Oaxaca, Chiapas, Chihuahua, Colima, Distrito Federal, Durango, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Puebla, Sinaloa y Veracruz	Romero-López et al., 2010; Aragón et al., 2005; Perez-Estrada et al., 2020; Marín y Bujanos, 2008; Hernández-Cruz et al. 2014b; Morón et al., 1997
<i>P. dentex</i>	Puebla, Guanajuato, Durango, Jalisco, Nayarit, Veracruz, Hidalgo, Distrito Federal	García-Real et al. 2023; García-de Jesús et al. 2016; Marín y Bujanos, 2008, Morón, 1988.
<i>P. (Phyllophaga) polyphylla</i> (Bates)	Aguascalientes, Jalisco, Michoacán y Guanajuato.	Morón et al. 1997; Marín y Bujanos, 2008
<i>P. fulviventris</i>	Altos de Jalisco, Mexico, Puebla México.	Mederos et al. 2006; YANES-GOMEZ Y Miguel-Angel, 2010
<i>P. blanchardi</i>	Estado de México	Marín y Bujanos, 2008;
<i>P. (Phyllophaga) setifera</i> (Burmeister)	Puebla, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Nayarit, Oaxaca, Sinaloa y Veracruz	Cuate-Mozo et al. 2016; Marín y Bujanos, 2008; Morón et al. 1997.
<i>P. crinita</i>	Tamaulipas, México; Veracruz, México	Rodríguez-del-Bosque, 1996; Hernández-Cruz et al. 2014a;
<i>P. (Phyllophaga) lenis</i> (Horn)	Puebla, Guanajuato, Oaxaca, Morelos, Sonora, Coahuila, Sinaloa, Jalisco, Nayarit, Michoacán, Distrito Federal, San Luís Potosí, Veracruz, Chiapas	Cuate-Mozo et al. 2016; Marín y Bujanos, 2008; hernandez-Cruz et al. 2016; Zaragoza-Ortega et al. 2017; Morón, 1988.
<i>P. rubella</i> Bates	Guanajuato, Jalisco, San Miguel Zapotitlán. Hidalgo, Distrito Federal, Estado de México: Toluca y Bosencheve	Marín y Bujanos, 2008; Morón, 1988.
<i>P. (Phyllophaga) misteca</i> (Bates)	Guanajuato, Oaxaca, Estado de México, Distrito Federal, Puebla, San Luís Potosí, Tlaxcala y Zacatecas	Marín y Bujanos, 2008; Hernández-Cruz et al. 2014b; Morón et al., 1997

Continuación Cuadro 2.2 ...

P. (Phyllophaga) brevidens (Bates)	Guanajuato, Estado de México, Morelos, Michoacán, Puebla y Sinaloa.	Marín y Bujanos, 2008; Morón et al., 1997
P. (Phyllophaga) vetula (Horn)	Tlaxcala, Guanajuato, Oaxaca, Durango, Hidalgo, Jalisco, Distrito Federal, Estado de México, Morelos, Nayarit, Puebla, Sinaloa, Sonora y Veracruz	Minor y Morón, 2016; Marín y Bujanos, 2008; Hernández-Cruz et al. 2014b; Morón et al., 1997
P. (Phytalus) pruinosa	Oaxaca, Veracruz, Nayarit, Puebla	Ríos, 2018.
P. (Phytalus) obsoleta	Oaxaca, Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Puebla, Sinaloa y Veracruz.	Hernández-Cruz et al. 2014b; Romero-López et al. 2004; Morón et al., 1997.
P. (Chiaenobia) aequata chiapensis	Oaxaca, México;	Hernández-Cruz et al. 2014b;
P. (Phytalus) epulara	Nayarit	Morón et al. 1998
P. (Phyllophaga) porodera (Bates)	Oaxaca, Hidalgo, Guanajuato	Hernández-Cruz et al. 2014b; Marín y Bujanos, 2008; Morón et al., 1997
P. (Triodonyx) lalanza	Nayarit	Cortez-Isiordia et al. 2021; Cortez-Isiordia et al. 2022

Cultivos que son más atacado por la gallina ciega: Cacahuete, Avena, Coliflor, Nabo, Chile, Café, Soya, Girasol, Cebada, Camote dulce, Guaje, Pino rojo, Rábano, Caña de azúcar, Tomate, Berenjena, Papa, Sorgo, Caoba, Trigo, Frijol, Lenteja negra, Frijol mungo, Chicharillo, Maíz, Maíz dulce, Jengibre.

CAPÍTULO III

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE GALLINA CIEGA (*PHYLLOPHAGA* SPP., MELOLONTHIDAE) EN AGROECOSISTEMAS DE LOS VALLES CENTRALES DE OAXACA, MÉXICO

IDENTIFICATION OF BLIND HEN SPECIES (*Phyllophaga* spp., Melolonthidae) IN AGROECOSYSTEMS OF THE CENTRAL VALLEYS OF OAXACA, MEXICO

Resumen

El complejo de especies de coleópteros edafícolas conocido como gallina ciega (*Phyllophaga* spp.) constituye una plaga rizófaga de gran importancia en diversos cultivos agrícolas, como maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Este estudio exploratorio y cualitativo tuvo como objetivo identificar las especies de *Phyllophaga* presentes en algunos agroecosistemas de tres localidades del suroeste de los Valles Centrales de Oaxaca, México. La colecta de *Phyllophaga* se realizó en los siguientes agroecosistemas y localidades: maíz de riego y pastizal en Cuilápam de Guerrero; frijol de riego en la Villa de Zaachila; y milpa y huerta de aguacate en Santa Inés del Monte. Durante mayo y junio de 2023, se recolectaron manualmente larvas de gallina ciega, y posteriormente, se capturaron adultos mediante trampas de luz blanca. Se identificaron seis especies: *Ph. antennalis* (Moser, 1921), *Ph. porodera* (Bates, 1888), *Ph. cinnamomea* (Blanchard, 1850), *Ph. lenis* (Horn, 1887), *Ph. obsoleta* (Blanchard, 1850) y una especie no determinada (*Ph. sp.*). Adicionalmente, se identificó la presencia de *Xiloryctes telephus* (Burmeister, 1847).

Palabras clave: plagas rizófagas, entomología edáfica, complejo de especies, *Zea mays*, *Phaseolus vulgaris*

Abstract

The complex of soil-dwelling beetle species commonly known as white grubs (*Phyllophaga* spp.) represents a significant root-feeding pest in various agricultural crops, such as maize (*Zea mays* L.) and beans (*Phaseolus vulgaris* L.). This exploratory and qualitative study aimed to identify the *Phyllophaga* species present in agroecosystems of three localities in the southwestern Central Valleys of Oaxaca, Mexico. The collection of *Phyllophaga* took place in the following agroecosystems and localities: irrigated maize and grassland in Cuilápam de Guerrero; irrigated beans in Villa de Zaachila; and milpa and avocado orchard in Santa Inés del Monte. During May and June 2023, white grub larvae were manually collected, and subsequently, adults were captured using white light traps. Six species were identified: *Ph. antennalis* (Moser, 1921), *Ph. porodera* (Bates, 1888), *Ph. cinnamomea* (Blanchard, 1850), *Ph. lenis* (Horn, 1887), *Ph. obsoleta* (Blanchard, 1850), and an undetermined species (*Ph. sp.*). Additionally, the presence of *Xiloryctes telephus* (Burmeister, 1847) was identified.

Keywords: root-feeding pests, soil entomology, species complex, *Zea mays*, *Phaseolus vulgaris*

3.1 Introducción

Oaxaca es el estado más biodiverso de México; sin embargo, aún falta por estudiar muchos aspectos de esa biodiversidad. Los coleópteros son el grupo más diverso dentro de la Clase Insecta. Para Oaxaca, los estudios recientes se han enfocado en las siguientes familias: *Cerambycidae* (Noguera, 2022), *Elateridae* (Zaragoza-Caballero et al., 2022), *Aphodiidae*, *Geotrupidae* y *Scarabaeidae* (Kohlmann, 2022). Muchas otras familias no han sido estudiadas a profundidad; es el caso de la familia de las llamadas popularmente “gallinas ciegas”, *Melolonthidae*. La gallina ciega específicamente el género *Phyllophaga* presenta una gran biodiversidad específica dentro del estado de Oaxaca, esto se debe a la posición geográfica en la que se encuentra, provocando así diferentes hábitats y la gran capacidad de adaptación que tienen las diferentes especies de este género para vivir en los diferentes ecosistemas. De acuerdo con Morón (2003), identificó 71 especies para el estado y en publicaciones realizadas recientemente se han integrado seis nuevos taxones (Morón & Woodruff, 2008; Morón, 2008; Morón, 2012; Morón & Nogueira 2012; Morón & Hernández-Cruz, 2013). El género *Phyllophaga* es de gran importancia económica, ya que algunas de sus especies tienen preferencias rizófagas y pueden llegar a dañar cultivos, esto provoca un bajo rendimiento en la producción, su control es muy complicado si no se desarrolla un método adecuado para las diferentes regiones, donde se pueda destacar de manera clara la actividad de cada una de las especies.

Es por eso que existe la necesidad de realizar trabajos donde se incluya coleccionar especies de *Phyllophaga* en lugares donde este género este bien representado, llevar a cabo un estudio morfológico bien detallado sobre estos y crear claves de acuerdo a la región, cada una con sus respectivas ilustraciones para hacer más fácil la identificación específica de cada una de las especies. El presente trabajo tuvo como objetivo la identificación de especies de *Phyllophaga* en los Valles Centrales de Oaxaca, por medio de la determinación necesaria de los adultos de gallina ciega que habitan en tres municipios de la región. Esta investigación contribuye a solventar parte de ese vacío en la investigación.

3.2 Materiales y métodos

Área de estudio. El proyecto se llevó a cabo en tres municipios pertenecientes a la región de los Valles Centrales de Oaxaca, Cuilapam de Guerrero ubicada a 25 minutos de la capital oaxaqueña en la zona sur de la región, se encuentra a una altitud entre 1560 y 1580 msnm, la temperatura mínima y máxima promedio es de 9 y 26 °C. Villa de Zaachila ubicada a 35 min de la capital en la zona sur de la región, con una altitud de 1520 msnm, con una temperatura mínima y máxima promedio de 9 y 31 °C. Santa Inés del Monte, ubicada a hora y media de la capital hacia el sur, a una altitud de 2198 msnm, tiene una temperatura mínima y máxima promedio de 7 y 28 °C. Las actividades de estos tres municipios están destinadas a la agricultura, pastoreo de caprino y ovinos pero una menor escala.

Se realizó el trapeo en campo al entrar la noche con luz blanca para capturar adultos de *Phyllophaga* durante el mes de mayo de 2023. También se colectaron de manera manual en los postes de luz de cada municipio. Los ejemplares capturados fueron introducidos en un frasco de 250 ml con alcohol al 70% para su conservación se tomaron en cuenta dato sobre la diversidad y abundancia. Posteriormente se llevó al laboratorio de entomología del CIIDIR-IPN para prepararlas y realizar la identificación. Para llevar a cabo el montaje de los ejemplares sobre su genitalia, se consideró la metodología utilizada por Morón y Terrón (1988). Para realizar la identificación se usó el criterio de Morón (1986, 2006). Después de preparó la diagnosis correspondiente a cada uno de los grupos y la clave dicotómica que sirvió de apoyo para separar las especies.

Además de realizó una recopilación de las especies reportadas para conocer su distribución (Figura 3.2).

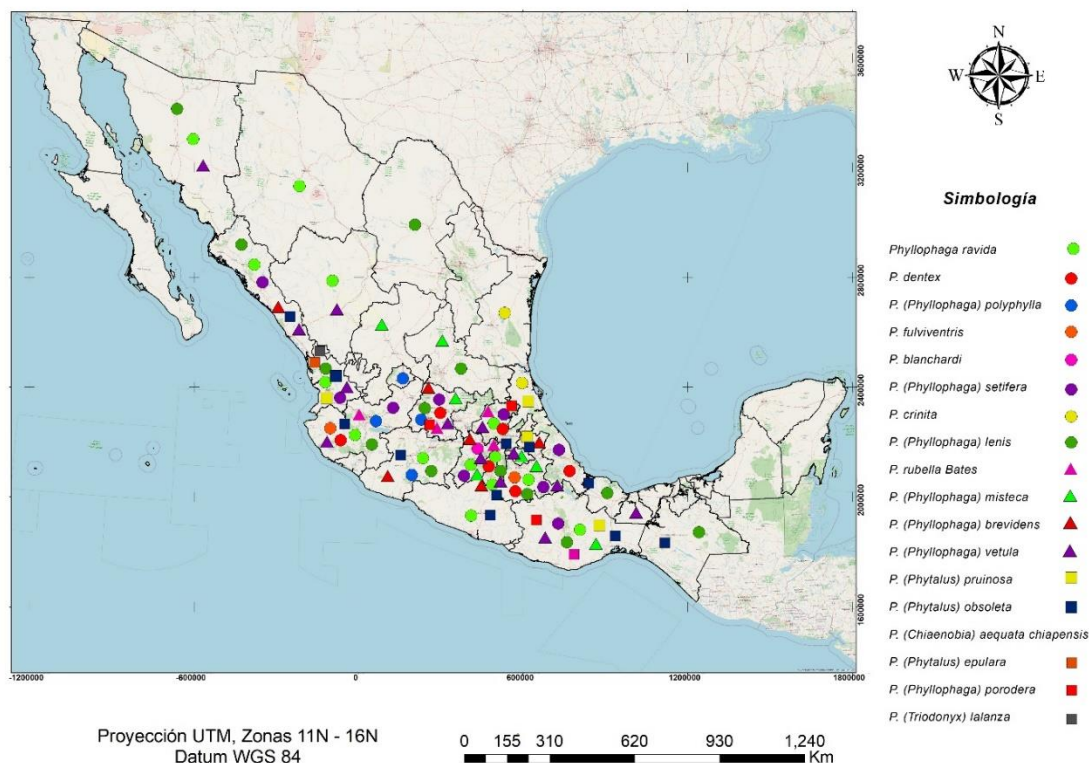


Figura 3.2 Distribución de especies reportadas como principales plagas del género *Phyllophaga* en México.



Fuente: elaboración propia con base en diferentes trabajos (Zaragoza-Ortega *et al.* 2017; Cuate-Mozo *et al.* 2016; García-Real *et al.* 2023; Cortez-Isiordia *et al.* 2021; Cortez-Isiordia *et al.* 2022).

3.3 Resultados


Para la identificación se utilizaron varias claves taxonómicas y descripciones, (Morón, M. A. 2006; Mateos-Escudero *et al.*, 2021; Hernández-Cruz *et al.*, 2014; Hernández-Cruz *et al.*, 2021). Además, se comparó con material depositado en la colección particular del M.C. Héctor Guzmán Vásquez y con especímenes de la colección de insectos del CIIDIR-IPN Oaxaca.

En el Cuadro 3.3, se muestran las especies del género *Phyllophaga* spp. identificadas en tres municipios de los Valles Centrales de Oaxaca, se muestra que para el municipio de Cuilapam de Guerrero se encontraron: *Ph. antenalis* (Moser, 1921), *Ph. porodera* (Bates, 1888) y *Ph. cinnamomea* (Blanchard, 1850). Para el municipio Villa de Zaachila se encontraron: *Ph. antenalis* (Moser, 1921), *Ph. lenis* ((horn, 1887), *Ph. porodera* (Bates, 1888), *Ph. obsoleta* (Blanchard, 1850) y *Ph. Sp.* En el municipio de Santa Inés del Monte se lograron identificar: *Ph. antenalis* (Moser, 1921), *Ph. lenis* ((horn, 1887), *Ph. porodera* (Bates, 1888) y *Ph. obsoleta* (Blanchard, 1850). Esto nos indica que estos municipios se encuentran una gran biodiversidad de estos insectos, que algunas veces pueden considerarse plagas o degradadores de materia orgánica.

Cuadro 3.3 Las especies del género *Phyllophaga* spp. identificadas en tres municipios de los valles centrales.

Género	Especie	Lugar	Fotografía
<i>Phyllophaga</i>	<i>Ph. antenalis</i> (Moser, 1921)	Zaachila, Santa Inés del Monte y Cuilapam.	
<i>Phyllophaga</i>	<i>Ph. lenis</i> ((horn, 1887)	Zaachila y Santa Inés del Monte.	

Continuación Cuadro 3.3...

<i>Phyllophaga</i>	<i>Ph. porodera</i> (Bates, 1888)	Zaachila, Santa Inés del Monte y Cuilapam.	
<i>Phyllophaga</i>	<i>Ph. obsoleta</i> (Blanchard, 1850)	Zaachila y Santa Inés del Monte.	
<i>Phyllophaga</i>	<i>Ph. cinnamomea</i> (Blanchard, 1850)	Cuilapam de Guerrero.	
<i>Phyllophaga</i>	<i>Ph. Sp.</i>	Zaachila y Cuilapam	

3.4 Conclusiones

Las especies especies de gallina ciega (*Phyllophaga* spp encontradas en los municipios de Cuilapam de guerrero, Villa de Zaachila y Santa Inés del monte fueron: *Ph. antenalis* (Moser, 1921), *Ph. porodera* (Bates, 1888) y *Ph. cinnamomea* (Blanchard, 1850). Para el municipio Villa de Zaachila se encontraron: *Ph. antenalis* (Moser, 1921), *Ph. lenis* ((horn, 1887), *Ph. porodera*

(Bates, 1888), *Ph. obsoleta* (Blanchard, 1850) y *Ph. Sp. En el municipio de santa ines del monte se lograron identificar: Ph. antenalis* (Moser, 1921), *Ph. lenis* ((horn, 1887), *Ph. porodera* (Bates, 1888) y *Ph. obsoleta* (Blanchard, 1850).

3.5 Bibliografía

- Aragón García, A., Morón, M. Á., López-Olguín, J. F., y Cervantes-Peredo, L. M. (2005). Ciclo de vida y conducta de adultos de cinco especies de Phyllophaga Harris, 1827 (Coleoptera: Melolonthidae; Melolonthinae). *Acta zoológica mexicana*, 21(2), 87-99.
- Cortez-Isiordia, K. A., Arvizu-Gómez, J. L., Isiordia-Aquino, N., Medina-Torres, R., Cambero-Campos, O. J. y Lugo-García, G. A. (2022). Effectiveness of a native strain of *Metarhizium pingshaense* on larvae of *Triodonyx lalanza* Saylor (Coleoptera: Melolonthidae), under semi-controlled conditions. *Revista Bio Ciencias*, 9 e1297. <https://doi.org/10.15741/revbio.09.e1297>
- Cortez-Isiordia, KA, Arvizu-Gómez, JL, Isiordia-Aquino, N., Cambero-Campos, OJ, Medina-Torres, R. y Lugo-García, GA (2021). Patogenicidad de *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin (Hypocreales: Clavicipitaceae) sobre *Triodonyx lalanza* Saylor (Coleoptera: Melolonthidae) en Nayarit, México. *Folia Entomológica Mexicana (nueva serie)*, 7 (1).
- Cuate-Mozo, V. A., Aragón-García, A., Pérez-Torres, B. C., López-Olguín, J. F., Morón, M. Á., y Rojas-Martínez, R. I. (2016). Manejo del complejo gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) asociado al cultivo de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) en Puebla, Mexico. *Agrociencia*, 50(7), 889-900.
- García-de Jesús, S., Moreno, CE, Morón, M. Á., Castellanos, I., y Pavón, NP (2016). Integrando la estructura taxonómica en el análisis de la diversidad alfa y beta de los escarabajos Melolonthidae en la Faja Volcánica Transmexicana. *Revista mexicana de biodiversidad*, 87 (3), 1033-1044. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.003>

- García-Real, E., Olvera-Pineda, A., y Rivera-Cervantes, L. E. (2023). Inventario de Melolonthidae nocturnos (Insecta: Coleoptera), en bosque de pino-encino, Tapalpa, Jalisco, México. *Revista Iberoamericana Ambiente y Sustentabilidad*, 6, e298-e298. <https://doi.org/10.46380/rias.vol6.e298>
- Hernández-Cruz, J., H. M., Guzmán-Vásquez, E. Jirón-Pablo, and J. A. Sánchez-García. (2021). Phytophagous scarab beetles associated with fruit trees at Oaxaca, Mexico. *Southwest. Entomol.* 46: 283-286.
- Hernández-Cruz, J., M. A. Morón, J. Ruiz-Vega, J. A. Sánchez-García, L. Martínez-Martínez, and R. Pérez-Pacheco. (2014). Bionomía de las especies de Phyllophaga (Coleoptera: Melolonthidae) en Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México. *Acta Zool. Mex.* 30: 144-160.
- Hernández-Cruz, J., Morón, M. A., and Sánchez-García, J. A. (2014). Species richness of the genus Phyllophaga (Coleoptera: Melolonthidae) in the north of the state of Veracruz, Mexico. *Southwestern Entomologist*, 39(3), 647-650. <https://doi.org/10.3958/059.039.0323>
- Hernández-Cruz, J., Morón, M. Á., Ruiz-Vega, J., Sánchez-García, J. A., Martínez-Martínez, L., y Pérez Pacheco, R. (2016). Descripción de la larva de *Phyllophaga lenis* (Coleoptera: Melolonthidae) en Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México, con notas sobre su biología. *Acta zoológica mexicana*, 32(1), 55-61.
- Hernández-Cruz, J., Morón, M. Á., Ruiz-Vega, J., Sánchez-García, J. A., Martínez-Martínez, L., and Pérez-Pacheco, R. (2014). Bionomics of the species of *Phyllophaga* (Coleoptera: Melolonthidae) in Santa Cruz Xoxocotlan, Oaxaca, Mexico. *Acta zoológica mexicana*, 30(1), 144-160.
- Kohlmann, B. (2022). Escarabajos estercoleros (*Aphodiidae*, *Geotrupidae* y *Scarabaeidae*). Apéndice 25. Escarabajos estercoleros. En: La biodiversidad en Oaxaca. Estudio de Estado. Vol. III. CONABIO, México, pp. 61-72.
- Marín Jarillo, A., y Bujanos Muñoz, R. (2008). Especies del complejo " gallina ciega" del género *Phyllophaga* en Guanajuato, México. *Agricultura técnica en México* , 34 (3), 349-355.
- Mateos-Escudero, M., H. M. Guzmán-Vásquez, S. Lozano-Trejo, J. A. Sánchez-García, and M. I. Pérez-León. 2021. White grub adults associated with Maize (*Zea mays* L.) at Zaachila, Oaxaca, Mexico. *Southwest. Entomol.* 46: 709-724.

- Mederos, P. D., Rincón, M. B. N., Gutiérrez, R. L., Domínguez, O. R., López, H. E. F., y Sifuentes, J. A. M. (2006). Especies de gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) y su asociación con factores agroclimáticos y de manejo del maíz en los altos de Jalisco, México. *Fitosanidad*, 10(3), 209-215.
- Minor, P., y Morón, M. Á. (2016). Coleópteros *lamellicornios* (Coleoptera: Scarabaeoidea) de la barranca de Huehuetitla, Tlaxcala, México. *Acta zoológica mexicana*, 32(3), 310-322.
- Morón Ríos, M. A., Ratcliffe, B. C., y Deloya, C. (1997). *Atlas de los escarabajos de México. Coleoptera: Lamellicornia. Vol. I Familia Melolonthidae* (No. Sirsi) i9680780100X).
- Morón, M. A. (2006). Revisión de las especies de Phyllophaga (Phytalus) grupos obsoleta y pallida (Coleoptera: Melolonthidae: Melolonthinae). *Folia Entomológica Mexicana* 45(1): 1–104.
- Morón, M. A., and Hernández-Cruz, J. (2013). New species of Phyllophaga Harris (Coleoptera: Melolonthidae; Melolonthinae) from the Mixteca Oaxaqueña, Mexico. *Dugesiana*, 20(1), 55-59.
- Morón, M. Ángel ., Deloya, C., Ramírez Campos, A., y Hernández Rodríguez, S. (1998). Fauna de Coleoptera Lamellicornia de la región de Tépica, Nayarit, México. *Acta Zoológica Mexicana (N.S.)*, (75), 73-116. <https://doi.org/10.21829/azm.1998.75751708>
- Morón, MA y Woodruff, RE (2008). Tres nuevas especies de *Phyllophaga* de México (Coleoptera: Scarabaeidae: Melolonthinae). *Entomólogo de Florida*, 91 (2), 198-204.
- Noguera, F.A., N. Gutiérrez, S. Zaragoza-Caballero, E. González-Soriano y E. Ramírez-García. (2022). *Cerambycidae* (Coleoptera). Apéndice 24. Cerambícidos. En: La biodiversidad en Oaxaca. Estudio de Estado. Vol. III. CONABIO, México, pp. 55-58.
- Pérez-Estrada, F. J., Rosete-Enríquez, M., Trujillo-Vélez, M. R., y Romero-López, Á. A. (2020). Aparato reproductor de hembras de *Phyllophaga ravidula* Blanchard, 1850 (Coleoptera: Melolonthidae) asociado con colonias bacterianas. *Entomología mexicana*, 7, 487-493. <https://doi.org/10.46380/rias.vol6.e298>

- Ríos, M. A. M. (2018). Revisión del grupo de especies “pruinosa” de *Phyllophaga* (*Phytalus*)(Coleoptera: Melolonthidae: Melolonthinae). *Dugesiana*, 25(1), 37-59. <https://doi.org/10.32870/dugesiana.v25i1.6999>
- Rodrigues, S. R., Morón, M. A., de Lima Nogueira, G. A., y de Lima Nogueira, G. A. (2012). Description of the third instar of *Pelidnota fulva* Blanchard, 1850 (Coleoptera: Scarabaeidae: Rutelinae). *The Coleopterists Bulletin*, 266-270.
- Rodríguez-del-Bosque, L. A. (1996). Seasonal feeding by *Phyllophaga crinita* and *Anomala* spp.(Coleoptera: Scarabaeidae) larvae in Northeastern Mexico. *Journal of Entomological Science*, 31(3), 301-305. <https://doi.org/10.18474/0749-8004-31.3.301>
- Romero-López, A. A., Arzuffi, R., Valdez, J., Morón, M. A., Castrejón-Gómez, V., and Villalobos, F. J. (2004). Sensory organs in the antennae of *Phyllophaga obsoleta* (Coleoptera: Melolonthidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 97(6), 1306-1312. [https://doi.org/10.1603/0013-8746\(2004\)097\[1306:SOITAO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0013-8746(2004)097[1306:SOITAO]2.0.CO;2)
- Romero-López, A., Morón, M., and Valdez, J. (2010). Sexual dimorphism in antennal receptors of *Phyllophaga ravidia* Blanchard (Coleoptera: Scarabaeoidea: Melolonthidae). *Neotropical Entomology*, 39, 957-966.
- Yanes-Gómez, G., y Morón, M. A. (2010). Fauna de coleópteros Scarabaeoidea de Santo Domingo Huehuetlán, Puebla, México: su potencial como indicadores ecológicos. *Acta zoológica mexicana*, 26(1), 123-145.
- Zaragoza-Caballero, S., C.X. Pérez-Hernández, F.A. Noguera, E. González-Soriano y E. Ramírez-García. (2022). Escarabajos elateroideos. Apéndice 26. Listado de escarabajos elateroideos. En: La biodiversidad en Oaxaca. Estudio de Estado. Vol. III. CONABIO, México, pp. 75-82.
- Zaragoza-Ortega, M., Segura-León, O. L., Hernández-Cruz, J., Valdez-Carrasco, J., and Sánchez-Soto, S. (2017). The response of *Phyllophaga brevidens* and *Phyllophaga lenis* (Coleoptera: Scarabaeidae) to methyl 2-(methylthio) benzoate and light. *Florida Entomologist*, 100(3), 546-550. <https://doi.org/10.1653/024.100.0309>

CAPÍTULO IV

EFFECTO DE EXTRACTOS ETANÓLICOS DE CUATRO ESPECIES VEGETALES PARA EL CONTROL DE *Phyllophaga* spp. (Coleoptera: Melolonthidae)

EFFECT OF ETHANOLIC EXTRACTS OF FOUR PLANT SPECIES FOR THE CONTROL OF *Phyllophaga* spp. (Coleoptera: Melolonthidae)

Resumen

La gallina ciega (*Phyllophaga* spp.) es una plaga significativa en diversos cultivos agrícolas, comúnmente controlada mediante el uso de agrotóxicos y extractos comerciales de gobernadora (*Larrea tridentata* L.). Ante la creciente necesidad de alternativas más sostenibles y menos tóxicas, este estudio tuvo como objetivo evaluar la actividad biocida de extractos vegetales en el control de *Phyllophaga* spp. bajo condiciones de invernadero. Se investigó la efectividad biocida de extractos etanólicos y polvos de cuatro plantas: chicalote (*Argemone mexicana* L.), higuierilla (*Ricinus communis* L.), muérdago (*Psittacanthus schiedeianus* L.) y nim (*Azadirachta indica* L.), aplicados en diferentes dosis (4, 6 y 8 mL para los extractos etanólicos; 3 y 5 g para las aplicaciones en polvo). Las larvas se criaron en camas de cultivo de maíz en recipientes de 19 L y 1 L, utilizando composta y rodajas de papa como alimento. Se evaluaron 24 tratamientos con tres repeticiones bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial, utilizando tres larvas por unidad experimental. La mortalidad de las larvas fue evaluada a una y dos semanas, así como la mortalidad total. Los análisis estadísticos incluyeron pruebas de varianza y contrastes ortogonales. Los resultados indicaron que los extractos etanólicos de chicalote, higuierilla y muérdago, así como las aplicaciones en polvo de muérdago e higuierilla, demostraron ser particularmente efectivos, con tasas de mortalidad superiores al 50%. Los tratamientos más efectivos incluyeron chicalote 8 mL (66.6% de mortalidad), semilla de higuierilla 1 mL (66.6%), muérdago en polvo 5 g (66.6%),

higuerilla 4 mL (55.3%), higuerilla en polvo 3 g (55.5%), muérdago 4 mL (55.3%) y muérdago 8 mL (55.5%). Estos hallazgos sugieren que estos extractos vegetales tienen un notable potencial biocida para el control de *Phyllophaga* spp. Futuras investigaciones deberían centrarse en la optimización de las dosis y modos de aplicación de estos extractos en condiciones de campo, así como en la evaluación de su impacto a largo plazo sobre los agroecosistemas y la salud humana.

Palabras clave: Gallina ciega, *Argemone mexicana*, *Ricinus communis*, *Psittacanthus schiedeanus*, *Azadirachta indica*

Abstract

White grubs (*Phyllophaga* spp.) are a significant pest in various agricultural crops, traditionally controlled using agrochemicals and commercial creosote bush (*Larrea tridentata* L.) extracts. In response to the growing need for more sustainable and less toxic alternatives, this study aimed to evaluate the biocidal activity of plant extracts for the control of *Phyllophaga* spp. under laboratory conditions. The biocidal efficacy of ethanolic extracts and powders from four plants—Mexican prickly poppy (*Argemone mexicana* L.), castor bean (*Ricinus communis* L.), mistletoe (*Psittacanthus schiedeanus* L.), and neem (*Azadirachta indica* L.)—was investigated, applied at different doses (4, 6, and 8 mL for ethanolic extracts; 3 and 5 g for powder applications). Larvae were reared in maize cultivation beds in 19 L and 1 L containers, using compost and potato slices as food. Twenty-four treatments were evaluated with three replications in a completely randomized factorial design, using three larvae per experimental unit. Larval mortality was assessed at one and two weeks, as well as total mortality. Statistical analyses included variance analysis and orthogonal contrasts. The results indicated that ethanolic extracts from Mexican prickly poppy, castor bean, and mistletoe, as well as powder applications of mistletoe and castor bean, were particularly effective, achieving mortality rates above 50%. The most effective treatments included Mexican prickly poppy 8 mL (66.6% mortality), castor bean seed 1 mL (66.6%), mistletoe powder 5 g (66.6%), castor bean 4 mL (55.3%), castor bean powder 3 g (55.5%), mistletoe 4 mL (55.3%), and mistletoe 8 mL (55.5%). These findings suggest that these plant extracts have significant biocidal potential for the control of *Phyllophaga* spp. Future research should focus on optimizing the doses and application methods of these extracts under field conditions, as well as evaluating their long-term impact on agroecosystems and human health.

Key words: White grubs, *Argemone mexicana*, *Ricinus communis*, *Psittacanthus schiedeanus*, *Azadirachta indica*.

4.1 Introducción

Las plagas representan una grave amenaza para los cultivos agrícolas y pueden provocar pérdidas devastadoras de rendimiento y calidad de los productos agrícolas e ingresos económicos de los agricultores (Oliveira et al., 2014; Donatelli et al., 2017; Manosathiyadevan et al., 2017; Sawicka y Egbuna, 2020). una plaga se considera, “cualquier especie, raza, biotipo vegetal, animal, agente patógeno dañino para las plantas” (Zepeda-Jazo, 2018; CIPF-FAO, 2023).

Dentro de las plagas del suelo se encuentra la gallina ciega (*Phyllophaga* spp.), es una plaga rizófaga que es atraída por muchos cultivos, en estado de larva se alimenta del sistema radicular de las plantas, lo que afecta las funciones normales de las raíces (Calvo et al., 2016), los daños causados van desde el 10% al 100%. Para el género *Phyllophaga* se registran 787 especies en las regiones Neártica y Neotropical, las cuales están repartidas en nueve subgéneros: *Phyllophaga sensu stricto*, *Phytalus*, *Chirodines*, *Tostegoptera*, *Eugastra*, *Cnemarachis*, *Clemora*, *Listrochelus* y *Chlaenobia*, pero con las modificaciones recientes de los análisis cladísticos se integraron como géneros a *Listrochelus* y *Chlaenobia* (Rivera-gasperín y Moron, 2017; cuate-mozo et al., 2020).

El principal control para la gallina ciega es el control químico (Márquez et al., 2019), seguido del control biológico: hongos entomopatógenos (Pacheco et al., 2019), nematodos entomopatógenos (Ferrer and Salas, 2024) y control alternativo con extractos vegetales.

Este último predomina en el control de plagas del follaje (Catarino et al., 2015; Mesa et al., 2019; Figueroa et al., 2019; Rodríguez-Montero et al., 2020; Rodríguez-Castro et al., 2020), plagas del suelo específicamente nemátodos (de Prato et al., 2016; Vera-Morales et al., 2020).

El uso de sustancias vegetales en forma de extractos y aceites esenciales causan: repelencia, disuasión de la oviposición, disuasión de la alimentación, regulación del crecimiento, antivirales, antimicrobianos y toxicidad tanto en estados inmaduros como en los adultos, afectando los parámetros biológicos (Philogenet et al., 2004; Celis et al., 2009; Gahukar, 2014; Romero et al., 2015; Astudillo et al., 2024)

Existen reportes del uso de diferentes especies de plantas para el control de plagas y enfermedades: nim (*Azadirachta indica* L.) (Romero et al., 2015; Arteaga et al., 2015; Navarrete et al., 2017; Santana-Baños et al., 2021), gobernadora (*Larrea tridentata*) (Peñuelas-Rubio et al., 2015; Cerna-Chávez et al. 2023) ajo (*Allium sativum*) (mendoza et al., 2016; Delgado et al., 2016; Violeth et al., 2018), ruda (*Ruta graveolens* L.) (Romero et al., 2015; Vélez-Ruiz et al. 2022; Iler et al., 2022), higuera (*Ricinus communis* L.) (Guevara et al., 2015; Vázquez et al., 2016; de la Cruz-leyton et al., 2023), crisantemo (*Chrysanthemum coronarium* L.) (Vázquez et al., 2018; Jiménez-Martínez y García et al., 2022). No existen estudios de extractos vegetales para el control de gallina ciega, por lo que es importante explorar nuevas alternativas que sean amigables con el medio

ambiente, que el costo de elaboración no sea elevado y los materiales de elaboración sean fácil de adquirir para los agricultores.

En este contexto el objetivo fue evaluar la actividad biocida de extractos vegetales con diferentes especies y dosis, para el control de la gallina ciega (*Phyllophaga* spp.) en condiciones de invernadero.

4.2 Materiales y métodos

El experimento se realizó bajo condiciones de invernadero adaptado con malla sombra para reducir la temperatura del espacio, en el Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca.

4.2.1 Cría de larvas de gallina ciega

Se realizó un trapeo con luz blanca fluorescente en diferentes cultivos (aguacate, maíz, frijol y pastizales) para la obtención de ejemplares adultos de gallina ciega, se colectaron aquellos que se encontraban en cópula para asegurar la oviposición, después fueron llevados a cajas de madera de 15 cm de alto por 1 m de ancho por 1.20 m de largo, el cual fue llenado con 50% tierra y 50% composta, donde se sembró maíz y se regaba cada tres días para mantener la humedad adecuada, una vez que las larvas comenzaron a desarrollarse se pasaron a cubetas de 20 L con composta, se alimentaron con rodajas de papas, cambiándolas cada tres días, hasta llegar al estadio entre L2 y L3.

4.2.2 Especies utilizadas

Las especies utilizadas fueron higuera (*Ricinus communis* L.) sus tallos, hojas y semilla; chicalote (*Argemone mexicana* L.), con raíces, hojas y flores; nim (*Azadirachta indica* juss.), tallos, hojas y semilla; muérdago (*Psittacanthus schiedeana* L.), tallos, hojas y semilla; extracto etanólico de semilla de higuera; combinación de extracto etanólico de higuera más polvo y como testigos se utilizaron un insecticida químico (Allectus); extracto vegetal comercial gobernadora (*Larrea tridentata* L.) y un testigo blanco (agua).

4.2.3 Elaboración de extractos etanólicos

Para la elaboración de extractos vegetales, se colectaron las especies, se dejaron secar durante 10 días bajo sombra, posteriormente se molieron de manera manual (molino marca estrella), para obtener el polvo. Para la solución base al 50% de extracto vegetal por especie, se utilizó un recipiente de 10 L donde se agregaron 500 g de polvo obtenido, agregándole 1 L de alcohol etílico, dejándose reposar durante tres días, posteriormente se obtuvo la solución base sin impurezas. Una vez obtenido cada extracto, se realizó la dosificación de 4, 6 y 8 mL por litro de agua para las aplicaciones.

4.2.4 Diseño experimental

El diseño experimental fue un factorial de 4x5 (4 especies y 5 dosis 4,6,8 mL/L y 4, 5 g) más cinco extractos adicionales: extracto de semilla de higuera, una combinación del extracto etanólico de higuera más aplicación en polvo de higuera, un testigo comercial de gobernadora, un testigo químico y el testigo blanco (agua), dando un total de 25 tratamientos, con 75 unidades experimentales, donde la unidad experimental fue un vaso de plástico transparente de 1L, con composta, humedad y una rodaja de papa para alimentar a tres larvas, considerándose para cada tratamiento con tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron, porcentaje de mortalidad a la semana 1, porcentaje de mortalidad a la semana 2 y la suma de las dos semanas como mortalidad total. A los datos obtenidos se les realizó una transformación ($\sqrt{+ 0.5}$) y se convirtieron posteriormente a porcentajes. Con los resultados obtenidos se aplicó un análisis de varianza, un análisis de contrastes ortogonales y una comparación de media por Tukey ($P \leq 0.05$), con el paquete estadístico SAS, versión 9.4.

4.3 Resultados y discusión

Con base en el análisis de varianza (Cuadro 4.4), no se encontraron diferencias significativas en la mortalidad de *Phyllophaga* spp. en la semana 1, en dosis, especies e interacción dosis-x-especies. En cambio, en la semana 2, las dosis y especies presentaron significancia. En el caso de la mortalidad total, obtenida de

la suma de la semana 1 y 2, presentó diferencias altamente significativas en dosis y especies, y en la interacción dosis-x-especies no hubo significancia.

Cuadro 4.4 Análisis de varianza de la mortalidad de *Phyllophaga* spp. con el uso de extractos vegetales.

Variable	Repetición	Dosis	Especies	Interacción	CV	Error
				Dosis-x-especies		
Semana 1	1.24ns	0.70ns	0.56ns	0.88ns	6.63	0.49ns
Semana 2	0.41ns	1.44**	1.26*	0.66ns	5.57	0.36**
Mortalidad total	0.41ns	2.16**	2.02*	0.67ns	6.66	0.57**

^{ns} No significativo a nivel de $P > 0.05$; **significativo a nivel de $P < 0.01$; CV, coeficiente de variación.

En el cuadro 4.5, se muestra la comparación de medias de la mortalidad de larvas de *Phyllophaga* spp. del factor especie, donde se observa que en la semana 1 no se encontraron diferencias significativas de mortalidad de larvas por las especies, sin embargo, se obtuvo un rango de mortalidad de 0 a 44.3%. En la semana 2, las especies que sobresalieron fueron: chicalote, muérdago, el extracto de semilla de higuera, con referencia a la especie gobernadora (testigo comercial) y al testigo químico, sin embargo, se obtuvo un rango de mortalidad de 0 a 66.6%. En el caso de la mortalidad total obtenida de la suma de la semana 1 y 2, las especies que sobresalieron estadísticamente fueron el muérdago (51% de mortalidad), semilla de higuera (66.6% de mortalidad) comparado con la gobernadora (testigo comercial, 77.6%) y testigo químico que obtuvo el 100% de mortalidad.

El extracto etanólico de semilla de higuierilla obtuvo el 66.6% de mortalidad en larvas de *Phyllophaga* spp., este efecto biocida de la especie de higuierilla fue similar al 80% de mortalidad obtenida en larvas de *Ulomoides Dermestoides* (de la Cruz-Leytón et al., 2023). Esto indica, que la semilla de higuierilla tiene un alto efecto biocida en otros insectos plagas (Guevara et al., 2015; Vazquez et al., 2016; Surco-Laos et al., 2022; Maldonado-Santoyo y Morales-López, 2022).

Cuadro 4.5 Comparación de medias de la mortalidad de larvas de *Phyllophaga* spp. del factor especies como extractos vegetales.

Especie	Semana 1	Semana 2	Mortalidad total
Higuierilla	0.73a (24.33%)	0.53bc (42%)	1.26bcd (42%)
Chicalote	0.53a (42%)	0.73abc (24.3%)	1.26bcd (42%)
Nim	0.26a (7.6%)	0.40bc (13.3%)	0.66cd (22%)
Muérdago	0.46a (15.33%)	1.06abc (35.3%)	1.53abcd (51%)
EESH	1.00a (33.3%)	1.00abc (33.3%)	2.00abc (66.6%)
EEH+ PH	1.33a (44.3%)	0.00c (0%)	1.33bcd (44.3%)
TQ	1.00a (33.3%)	2.00a (66.6%)	3.00a (100%)
TCG	0.66a (22%)	1.66ab (55.3%)	2.33ab (77.6%)
T B A	0.00a (0%)	0.00c (0%)	0.00d (0%)

En columna los valores con letras iguales no difieren significativamente (Tukey $P < 0.05$). Extracto Etanólico de Semilla de Higuierilla (EESH), Extracto Etanólico de Higuierilla (EEH), Polvo de Higuierilla (PH), Testigo Químico (TQ), Testigo Blanco Agua (TBA).

En el caso del chicalote (*Argemone mexicana* L.), se obtuvo 42% de mortalidad en larvas de *Phyllophaga* spp. (Cuadro 4.5), efecto similar al obtenido con el extracto oleoso de chicalote, con dosis de 30 g L⁻¹ de agua, en larvas de

Chrysoperla carnea donde la tasa de mortalidad fue inferior al 30% (Serratos-Tejada et al., 2023). Lo que indica que el extracto de chicalote tiene un bajo efecto biocida en larvas de algunos insectos (Granados-Echegoyen et al., 2016;). El nim (*Azadirachta indica* Juss.), obtuvo 22% de mortalidad en larvas de gallina ciega (Cuadro 4), efecto distinto al obtenido en larvas de *Aedes aegypti* con 93% de mortalidad (Manzano et al., 2020), lo que indica, que el extracto de nim puede tener efecto biocida en otros insectos (Santana-Baños et al., 2021; Navarrete y Solorzano, 2017; Arteaga et al., 2015; Muñiz-Reyes et al., 2016). El extracto etanólico de muérdago (*Psittacanthus* sp.) obtuvo 51% de mortalidad de *Phyllophaga* spp. (Cuadro 2), en cambio aplicado en forma de extracto acuoso no tuvo efecto en larvas de *Culex quinquefasciatus* Say (Pacheco et al., 2004). Lo que indica que un extracto etanólico es más efectivo que un extracto acuoso, ya que extrae mejor los metabolitos secundarios de las plantas (Lustre, 2022; Más et al., 2017; Echavarria et al., 2016).

En el Cuadro 4.6, se muestra la comparación de media y el porcentaje de la mortalidad de larvas de *Phyllophaga* spp. del factor dosis, en el que se observa que durante la semana 1 no hubo diferencias significativas de mortalidad de las larvas por las dosis, sin embargo, se obtuvo una mortalidad máxima de 44.4%. En la semana 2, las dosis que sobresalieron fueron; 4 mL, 8 mL, 1 mL (EESH), 1 mL (TCG), con referencia al TQ; en esta semana se alcanzó una mortalidad del 66.6%. La mortalidad total que se obtuvo de la suma de la semana 1 y 2, en el factor dosis, sobresalió la de 1 mL (EESH) con una mortalidad de 66.6%, estadísticamente igual al TCG (77.6%) y al TQ con el 100% de mortalidad.

La dosis con mayor efecto fue la de 1 mL/L (EESH) obtuvo una mortalidad de 66.6%. Pinargote-Chóez et al. (2019) evaluó tres concentraciones de los extractos de (*Petiveria alliacia*) y nim (*Azadirachta indica*) en larvas de broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari), donde la dosis menor, 50 mL/L obtuvo el mayor promedio, 8.38 de mortalidad.

Cuadro 4.6 Comparación de medias de la mortalidad de *Phyllophaga* spp. del factor dosis de extractos vegetales.

Dosis	Semana 1	Semana 2	Mortalidad Total
4 mL	0.33a (11%)	0.91abc (30.3%)	1.25bc (41.1%)
6 mL	0.41a (13.6%)	0.66bc (22%)	1.08bc (36%)
8 mL	0.33a (11%)	0.83abc (27.6%)	1.16bc (38.6%)
3 g	0.58a (19.3%)	0.58bc (19.3%)	1.16bc (38.6%)
5 g	0.83a (27.6%)	0.41bc (13.6%)	1.25bc (41.6%)
1 mL (EESH)	1.00a (33.3%)	1.00abc (33.3%)	2.00ab (66.6%)
8 mL+5 g (EEH+PH)	1.33a (44.3%)	0.00c (0%)	1.33bc (44.3%)
3 g (TQ)	1.00a (33.3%)	2.00a (66.6%)	3.00a (100%)
1 mL (TCG)	0.66a (22%)	1.66ab (55.3%)	2.33ab (77.6%)
8 mL (TBA)	0.00a (0%)	0.00c (0%)	0.00c (0%)

En columna los valores con letras iguales no difieren significativamente (Tukey $P < 0.05$). Extracto Etanólico de Semilla de Higuierilla (EESH), Extracto Etanólico de Higuierilla (EEH), Polvo de Higuierilla (PH), Testigo Químico (TQ), Testigo Blanco Agua (TBA).

El extracto de la semilla de higuierilla es eficiente para el control de insectos plagas utilizando diferentes dosis (Mackliff y Ayala, 2015; Mendoza et al., 2016).

En el Cuadro 4.7, se muestra la comparación de medias de la mortalidad de larvas de *Phyllophaga* spp. de la interacción especie-dosis, en la que se observa que en la semana 1, semana 2 y la mortalidad total, no se encontraron diferencias significativas entre especies y dosis, lo que indica que juntas actúan en la mortalidad de la *Phyllophaga* spp.

Cuadro 4.7 Comparación de medias de la mortalidad de larvas de *Phyllophaga* spp. en la interacción especie-dosis de extractos vegetales.

Interacción	Especie	Dosis	Semana 1	Semana 2	Mortalidad Total
1	Higuerilla	4	0.66a (22%)	1.00ab (33.3%)	1.66ab (55.3%)
2	Higuerilla	6	1.00a (33.3%)	0.33ab (11%)	1.33ab (44.3)
3	Higuerilla	8	0.33a (11%)	0.66ab (22%)	1.00ab (33.3%)
7	Higuerilla	3	1.33a (44.3%)	0.33ab (11%)	1.66ab (55.3%)
8	Higuerilla	5	0.33a (11%)	0.33ab (11%)	0.66ab (22%)
4	Chicalote	4	0.66a (22%)	0.33ab (11%)	1.00ab (33.3%)
5	Chicalote	6	0.00a (0%)	1.00ab (33.3%)	1.00ab (33.3%)
6	Chicalote	8	1.00a (33.3%)	1.00ab (33.3%)	2.00ab (66.6%)
9	Chicalote	3	0.00a (0%)	1.00ab (33.3%)	1.00ab (33.3%)
10	Chicalote	5	1.00a (33.3%)	0.33ab (11%)	1.33ab (44.3%)
15	Neem	4	0.00a (0%)	0.66ab (22%)	0.66ab (22%)
16	Neem	6	0.66a (22%)	0.00b (0%)	0.66ab (22%)
17	Neem	8	0.00a (0%)	0.00b (0%)	0.00b (0%)
22	Neem	3	0.33a (11%)	0.66ab (22%)	1.00ab (33.3%)
23	Neem	5	0.33a (11%)	0.66ab (22%)	1.00ab (33.3%)

Continuación Cuadro 4.7...

18	Muérdago	4	0.00a (0%)	1.66ab (55.3%)	1.66ab (55.3%)
19	Muérdago	6	0.00a (0%)	1.33ab (44.3%)	1.33ab (44.3%)
20	Muérdago	8	0.00a (0%)	1.66ab (55.3%)	1.66ab (55.3%)
12	Muérdago	3	0.66a (22%)	0.33ab (11%)	1.00ab (33.3%)
11	Muérdago	5	1.66a (55.3%)	0.33ab (11%)	2.00ab (66.6%)
21	Extracto semilla de higuerilla		1.00a (33.3%)	1.00ab (33.3%)	2.00ab (66.6%)
13	combinado		1.33a (44.3%)	0.00b (0%)	1.33ab (44.3%)
25	Testigo químico (Allectus)		1.00a (33.3%)	2.00a (66.6%)	3.00a (100%)
24	Extracto comercial de Gobernadora		0.66a (22%)	1.66ab (55.3%)	2.33ab (77.6%)
14	Testigo blanco (agua)		0.00a (0%)	0.00b (0%)	0.00b (0%)

En columna los valores con letras iguales no difieren significativamente (Tukey $P < 0.05$).

En el Cuadro 4.8, se muestra que las especies, muérdago, higuerilla y chicalote, sobresalieron estadísticamente sobre el nim y fueron estadísticamente similares al extracto comercial de gobernadora versus testigo químico. Dentro de estas especies el muérdago sobresalió como extracto etanólico con dosis de 4 mL y 8 mL y mortalidades de 53.3%, aplicado como polvo en 5 g, tuvo una mortalidad de 66.6%. En el caso de la higuerilla, sobresalió el extracto etanólico con dosis de 4 mL con una mortalidad de 53.3%, el polvo de higuerilla con 3 g y una mortalidad de 53.3%, el extracto etanólico de semilla de higuerilla con una dosis de 1 mL obtuvo una mortalidad de 66.6%, el chicalote sobresalió como extracto

etanólico con la dosis de 8 mL, con una mortalidad de 66.6%. Estos 6 tratamientos fueron estadísticamente iguales al extracto comercial de gobernadora versus testigo químico.

Las especies que sobresalieron fueron el chicalote, muérdago e higuierilla, las cuales pueden competir con algunos insecticidas químicos, como es el caso del Mocap, que obtuvo 45.9% de mortalidad en larvas de gallina ciega *Phyllophaga* sp. (Márquez et al., 2019). Se han evaluado también distintos productos químicos (Rimon 10 EC, Villano 4.6 EC, Arpón 10 EC y Baytroid LX 12.5 SC) con una y dos aplicaciones, donde se mostró que dos aplicaciones provocaron una reducción significativa del 42.3% de mortalidad (Márquez et al., 2021).

Cuadro 4.8 Análisis de varianza y contrastes ortogonales de la comparación de extractos con mortalidad de *Phyllophaga* spp. superior a la DL50 versus testigo químico (TQ).

Tratamientos	Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	Mortalidad de extracto (%) †
	Error	50	0.083	
	Tratamientos	24	0.219**	
	Contrastes:			
24	Extracto comercial de Gobernadora vs TQ	1	0.069ns	77.6
6	Chicalote (8 mL L-1) vs TQ	1	0.145ns	66.6
21	Semilla higuierilla vs TQ	1	0.125ns	66.6
11	Muérdago en polvo (5 g) vs TQ	1	0.145ns	66.6
1	Higuierilla (4 mL L-1) vs TQ	1	0.278ns	55.3
7	Higuierilla en polvo (3 g) vs TQ	1	0.25ns	55.3

Continuación Cuadro 4.8...

18	Muérdago (4 mL L-1) vs TQ	1	0.25ns	55.3
20	Muérdago (8 mL L-1) vs TQ	1	0.25ns	55.3
2	Higuerilla (6 mL L-1) vs TQ	1	0.417*	44.3
10	Chicalote en polvo (5 g) vs TQ	1	0.417*	44.3
13	Combinación E. Etanólico H.+ polvo H. vs TQ	1	0.545*	44.3
19	Muérdago (6 mL L-1) vs TQ	1	0.417*	44.3
12	Muérdago en polvo (3 g) vs TQ	1	0.734**	33.3
3	Higuerilla (8 mL L-1) vs TQ	1	0.626**	33.3
4	Chicalote (4 mL L-1) vs TQ	1	0.626**	33.3
5	Chicalote (6 mL L-1) vs TQ	1	0.626**	33.3
9	Chicalote en polvo (3 g) vs TQ	1	0.734**	33.3
22	Neem en polvo (3 g) vs TQ	1	0.626**	33.3
23	Neem en polvo (5 g) vs TQ	1	0.734**	33.3
8	Higuerilla en polvo (5 g) vs TQ	1	1.005**	22
15	Neem (4 mL L-1) vs TQ	1	1.005**	22
16	Neem (6 mL L-1) vs TQ	1	1.141**	22
17	Neem (8 mL L-1) vs TQ	1	2.031**	0
14	Testigo blanco (Agua) vs TQ	1	2.031**	0

^{ns}No significativo a nivel $P \leq 0.05$; *Significativo a nivel $P \leq 0.05$; **Significativo a nivel $P \leq 0.01$;
[†]TQ (testigo químico) = 100% de mortalidad.

4.4 Conclusiones

De los extractos etanólicos de las diferentes especies evaluadas, sobresalieron el chicalote, higuerrilla y muérdago. De las especies aplicadas en forma de polvo sobresalieron el muérdago e higuerrilla.

Los extractos vegetales que tienen una mortalidad de larvas de *Phyllophaga* spp. superior al 50%, chicalote 8 mL (66.6% de mortalidad), semilla de higuerrilla 1 mL (66.6% de mortalidad), muérdago en polvo 5g (66.6% de mortalidad), higuerrilla 4mL (55.3% de mortalidad), higuerrilla en polvo 3 g (55.5% de mortalidad), muérdago 4 mL (55.3% de mortalidad), muérdago 8 mL (55.5% de mortalidad), con referencia al extracto comercial de gobernadora versus testigo químico.

No se encontraron diferencias significativas en la interacción especies-dosis, lo que indica que tanto la especie como la dosis son dependientes en la mortalidad de *Phyllophaga* spp.

4.5 Bibliografía

Arteaga, F., Hurtado, E., Mendoza, N. y Velásquez, J. (2015). Utilización del NIM para el control biológico de la garrapata en ganado vacuno. *Zootecnia Tropical*, 33(4), 375-383.

Arteaga, F., Hurtado, E., Mendoza, N., y Velásquez, J. (2015). Utilización del NIM para el control biológico de la garrapata en ganado vacuno. *Zootecnia Tropical*, 33(4), 375-383.

- Astudillo, E. A., Morales, C. J. M., Bran, R. A. A., López, M. S., Velázquez, J. M. C. y Castillo, C. E. A. (2024). Repelencia de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* West., (Heteroptera: Aleyrodidae) con extractos crudos de ruda (*Ruta graveolens* L.). *South Florida Journal of Development*, 5(2), 697–705. <https://doi.org/10.46932/sfjdv5n2-022>
- Celis, A., Mendoza, C. y Pachón, M. E. (2009). revisión: uso de extractos vegetales en el manejo integrado de plagas, enfermedades y arvenses. *Temas agrarios* 14(1).
- Cerna-Chávez, E., Malacara-Herrera, I. D. R., Ochoa-Fuentes, Y. M. y Hernández-Juárez, A. (2023). Evaluación in vitro de extractos vegetales adicionados con nanopartículas para el control de *Fusarium oxysporum*. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 10(2).
- Cuate-Mozo, V. A., Aragón-García, A., Lugo-García, G. A., Reyes Olivas, A., Aragón-Sánchez, M., Pérez-Torres, B. C. (2020) Descripción de los estados inmaduros de *Phyllophaga (Phytalus) totoreana* y *Phyllophaga (Phyllophaga) opaca* del norte de Sinaloa, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 36, 1-14. <https://doi.org/10.21829/azm.2020.3612244>
- De la Cruz – Leytón, C., Romero-Cabello, C. L., Lozano – Lévano, C. y Zavaleta – Rengifo, A. (2023). Efecto biocida del extracto de semillas de higuierilla (*Ricinus communis*) en *Ulomoides dermestoides* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Biotempo*, 20(2), 197-203. <https://doi.org/10.31381/biotempo.v20i2.5965>
- De Prato, S. S. S., Rodriguez, M., Luis, M. L. S., Peña, A. S. y Santana, I. A. R. (2016). Efectividad de *trichoderma harzianum* sobre la población de nemátodos fitopatógenos en café (*Coffea arabica* L.) en condiciones de vivero en el municipio Junín, estado Táchira. Venezuela. *Universidad y ciencia*, 5(2), 175-187.
- Delgado, H. E. V., Baque, C. G. V., Moreira, Í. P. B., Alcívar, J. C. T., García, G. E. M. y Chancay, M. D. C. A. (2016). Bioensayos para potenciar extractos vegetales y controlar insectos-plagas del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Avances en Investigación Agropecuaria*, 20(3), 17-32.
- Echavarria, A. M., Regnault, H. D. A., Lisbeth, N., Matute, L., Jaramillo, C., de Astudillo, L. R., Benitez, R. (2016). Evaluación de la capacidad antioxidante y metabolitos secundarios de extractos de dieciséis plantas medicinales/Evaluation of antioxidant capacity and secondary metabolites of sixteen medicinal plants extracts. *Revista Ciencia UNEMI*, 9(20), 29-35.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2016. Glosario de términos fitosanitarios NIMF 5. Roma. 34 p.

- FERRER, Francisco y SALAS, Jorge. (2024). De los insecticidas al control biológico de plagas en caña de azúcar: una experiencia de medio siglo en Venezuela. *Ciencias Ambientales*, 1(58), 2215-3896. <http://dx.doi.org/10.15359/rca.58-1.1>
- Figueroa Gualteros, A. M., Castro Triviño, E. A. y Castro Salazar, H. T. (2019). Efecto bioplaguicida de extractos vegetales para el control de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz (*Zea mays*). *Acta biológica colombiana*, 24(1), 58-66.
- Gahukar, R. T. (2014). Factores que afectan el contenido y la bioeficacia de los fitoquímicos de neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) utilizados en el control de plagas agrícolas: una revisión. *Protección de cultivos*, 62, 93-99.
- Guevara, L., Andrio, E., Cervantes, F., Rodríguez, D., Robles, R., Mondragón, W. y Pérez, D. (2015). Efecto bioinsecticida de extracto etanólico de higuera (*Ricinus communis* L.) y lantana (*Lantana camara* L.) sobre mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn) en tomate. *Rev. Cienc. Natur. Agropec*, 2(3), 428-434.
- Ileer, V., Peralta, J., Palacios, C. y Burgos, A. (2022). Bioinsecticidas elaborados con extractos botánicos utilizados contra *Spodoptera* spp. en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* T.) en Los Ríos-Ecuador. *Uniciencia*, 36(1), 659-669. <http://dx.doi.org/10.15359/ru.36-1.42>
- Jiménez-Martínez, E. y García, A. A. M. (2022). Manejo del pulgón amarillo (*Melanaphis sacchari*) en sorgo, con insecticidas biológicos y sintéticos en Masaya. Nicaragua. *Ciencia e Interculturalidad*, 30(01), 148-161. <https://doi.org/10.5377/rci.v30i01.14268>
- Lustre Sánchez, H. (2022). Los superpoderes de las plantas: los metabolitos secundarios en su adaptación y defensa. *Revista digital universitaria*, 23(2).
- Mackliff Jaramillo, C. G., y Ayala Armijos, J. H. (2015). Efecto insecticida del extracto acuoso de la semilla de la higuera (*ricinus communis*) en tres tipos de insectos (cucarachas, moscas y mosquitos). *Revista Silogismo*, 1(15). 106.
- Maldonado-Santoyo, M., & Morales-López, G. (2022). Análisis químico y nutricional en hojas de *Ricinus communis*. *Revista Cubana de Química*, 34(1), 3-18.

- Manosathiyadevan, M., Bhuvaneshwari, V., Latha, R. (2017). Impacto de insectos y plagas en la pérdida de producción agrícola: una revisión. En: Dhanarajan, A. *Agricultura sostenible hacia la seguridad alimentaria*, 57-67. https://doi.org/10.1007/978-981-10-6647-4_4
- Manzano, Patricia, García, Oscar Valmaña, Malusín, Jessica, Villamar, Jenny, Quijano, María, Viteri, Rafael, Barragán, Ana y Orellana-Manzano, Andrea. (2020). Actividad larvica del extracto etanólico de *Azadirachta indica* contra larvas de *Aedes aegypti*. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 73 (3), 9315-9320. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v73n3.80501>
- Márquez, J. M., Vásquez, R., Javier, A., Morales, C., López, E. R. y González, E. (2019). Eficiencia de control de las infestaciones larvales de gallina ciega (*Phyllophaga* spp.) con opciones aprobadas por epa/codex en la producción de caña de azúcar. *Memoria Presentación de resultados de investigación, zafra, 2020*, 201-211.
- Márquez, J. M., Vásquez, R., Velásquez, A., Aquino, N. y González, E. A. LA. (2020). Estrategia de dos aplicaciones es una opción más eficiente en el control larval de la gallina ciega (*Phyllophaga* spp.), en las áreas de alta infestación. *Memoria Presentación de resultados de investigación, zafra, 2020*, 246-258.
- Más Toro, D., Martínez Aguilar, Y., Rodríguez Bertot, R., Pupo Torres, G., Rosabal Nava, O., Olmo González, C. (2017). Análisis preliminar de los metabolitos secundarios de polvos mixtos de hojas de plantas medicinales. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 22(1), 0-0.
- Mendoza Elos, M., Rodríguez Perez, G., Guevara Acevedo, L. P., Andrio Enríquez, E., Rangel Lucio, J. A., Rivera Reyes, J. G. y Cervantes Ortiz, F. (2016). Bioinsecticidas para el control de plagas de almacén y su relación con la calidad fisiológica de la semilla. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(7), 1599-1611.
- Mendoza Elos, M., Rodríguez Perez, G., Guevara Acevedo, L. P., Andrio Enríquez, E., Rangel Lucio, J. A., Rivera Reyes, J. G., y Cervantes Ortiz, F. (2016). Bioinsecticidas para el control de plagas de almacén y su relación con la calidad fisiológica de la semilla. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(7), 1599-1611.
- Mesa, V. A. M., Marín, P., Ocampo, O., Calle, J. y Monsalve, Z. (2019). Fungicidas a partir de extractos vegetales: una alternativa en el manejo integrado de hongos fitopatógenos. *RIA. Revista de investigaciones agropecuarias*, 45(1), 23-30.

- Muñiz-Reyes, E., Ramos Barreto, C. A., Rodríguez-Hernández, C., y Ortega-Arenas, L. D. (2016). Actividad biológica de nim en adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Aleyrodidae) West. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(6), 1283-1295.
- Navarrete, B., Valarezo, O., Cañarte, E., y Solórzano, R. (2017). Efecto del nim (*azadirachta indica* juss.) sobre *bemisia tabaci gennadius* (hemiptera: aleyrodidae) y controladores biológicos en el cultivo del melón cucumis melo l. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 25(1), 33-44. <https://doi.org/10.17163/lgr.n25.2017.03>
- Pacheco Hernández, M., Reséndiz Martínez, J. y Arriola Padilla, V. J. (2019). Organismos entomopatógenos como control biológico en los sectores agropecuario y forestal de México: una revisión. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 10(56), 4-32.
- Pacheco, R. P., Hernández, C. R., Reyna, J. L., Belmont, R. M. y Valverde, G. R. (2004). Toxicidad de aceites, esencias y extractos vegetales en larvas de mosquito *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). *Acta zoológica mexicana*, 20(1), 141-152.
- Philogene, B.; Regnault-Roger, C. y Vincent C. 2004. Productos fitosanitarios insecticidas de origen vegetal: promesas de ayer y de hoy. (Ed). *Biopesticidas de Origen Vegetal*. Ediciones Mundi Prensa, Madrid, pl-18.
- Pinargote-Chóez, J. D. L. S., Lino-García, M. J. y Palma-Ponce, R. L. (2019). Efecto de tres dosis de extractos de *Petiveria alliacea* L. y *Azadirachta indica* A. Juss con tres frecuencias de aplicación para el control de la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari). *Dominio De Las Ciencias*, 5(3), 549–565. <https://doi.org/10.23857/dc.v5i3.952>
- Rivera-Gasperín, S. L., Morón, M. A. (2017) Phylogenetic relationships within *Phyllophaga* Harris (*sensu lato*) (Coleoptera: Melolonthidae, Melolonthinae) with emphasis on *Listrochelus* Blanchard. *Neotropical Entomology*, 46, 524-536. <http://dx.doi.org/10.1007/s13744-017-0482-6>
- Rodríguez-Castro, A., Torres-Herrera, S., Domínguez-Calleros, A., Romero-García, A. y Silva-Flores, M. (2020). Extractos vegetales para el control de *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* y *Rhizoctonia solani*, una alternativa sostenible para la agricultura. *Abanico Agroforestal*, 2.
- Rodríguez-Montero, L., Berrocal-Jiménez, A., Campos-Rodríguez, R. y Madriz-Martínez, M. (2020). Determinación de la actividad biocida de extractos vegetales para el combate de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Hemíptera: Aleyrodidae). *Revista Tecnología en Marcha*, 33(3), 117-129.

- Romero R., P. Morales, O. Pino, M. Cermeli. y E. González. (2015). Actividad insecticida de seis extractos etanólicos de plantas sobre mosca blanca. *Revista de Protección Vegetal*, 30,11-16.
- Romero, R., Morales, P., Pino, O., Cermeli, M. y González, E. (2015). Actividad insecticida de seis extractos etanólicos de plantas sobre mosca blanca. *Revista de Protección Vegetal*, 30, 23-28.
- Santana-Baños, Y., Hernández, A. A., Guamche, L. H., Regalado, Y. R. y del Busto Concepción, A. (2021). Respuesta de plántulas de tomate a la aplicación de *Trichoderma viride* y extracto acuoso de nim. *Manglar*, 18(4), 375-379.
- Santana-Baños, Y., Hernández, A. A., Guamche, L. H., Regalado, Y. R., y del Busto Concepción, A. (2021). Respuesta de plántulas de tomate a la aplicación de *Trichoderma viride* y extracto acuoso de nim. *Manglar*, 18(4), 375-379.
- Sawicka, B. y Egbuna, C. (2020). Plagas de cultivos agrícolas y medidas de control. En *Remedios naturales para el control de plagas, enfermedades y malezas*, 1 1-16. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819304-4.00001-4>
- Secretaría de la CIPF. (2023). Glosario de términos fitosanitarios. Norma internacional para medidas fitosanitarias n.º 5. Roma. FAO en nombre de la Secretaría de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria.
- Serratos-Tejeda, C., Huerta-de La Peña, A., Villanueva-Jiménez, J. A. y Aragón-García, A. (2023). Toxicity of *Argemone mexicana* (L.) extracts and imidacloprid on *Chrysoperla carnea* (Stephens). *Agrociencia*. <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v57i5.2494>
- Surco-Laos, F., García, J., Valle-Campos, M., Panay-Centeno, J. F., Bonifaz-Hernandez, M., Merino, E. J. M. y Alvarado, A. T. (2022). Compuestos bioactivos y actividad antioxidante in vitro del extracto etanólico e hidroalcohólico de *Ricinus communis* L. (Higuerilla). *Revista Cubana de Farmacia*, 55(4), e840.
- Vásquez, C., Velandia, P., Jiménez, M., Pazmiño, P., Velastegui, G. y Pérez-Salinas, C. (2018). Efectividad in vitro del extracto etanólico de crisantemo y de hongos acaropatógenos en el control del ácaro rojo de las palmeras. *Bioagro*, 30(2), 135-144.
- Vázquez Jorge, M. D. L. Á., Aragón García, A., Bibbins Martínez, M. D., Castillo Hernández, D., Nava Galicia, S. B., & Pérez Torres, B. C. (2016). Control de *Sphenarium purpurascens* con *Beauveria bassiana* y extractos vegetales en amaranto (*Amaranthus hypocondriacus* L.). *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(2), 235-247.

- Vélez-Ruiz, M. C., Meza-Vera, R. J., Abasolo-Pacheco, F. y Álvarez-Romero, P. I. (2022). Uso de extractos botánicos para el control de pulgón (*Myzus persicae*: Aphididae) y mosca blanca (*Bemisia tabaci*: Aleyrodidae) en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum*: Solanaceae), en Ecuador. *Terra Latinoamericana*, 40. <https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.1454>
- Violeth, J. L. B., Herrera, C. F. y Pérez, D. J. (2018). Extractos vegetales: alternativa de control de *Colaspis* sp. (Coleoptera: Chrysomelidae) en plátano cv. Harton. *Temas agrarios*, 1(23), 9-17.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES GENERALES

Las especies especies de gallina ciega (Phyllophaga spp encontradas en los municipios de Cuilapam de guerrero, Villa de Zaachila y Santa Inés del monte fueron: *Ph. antenalis* (Moser, 1921), *Ph. porodera* (Bates, 1888) y *Ph. cinnamomea* (Blanchard, 1850). Para el municipio Villa de Zaachila se encontraron: *Ph. antenalis* (Moser, 1921), *Ph. lenis* ((horn, 1887), *Ph. porodera* (Bates, 1888), *Ph. obsoleta* (Blanchard, 1850) y *Ph. Sp.* En el municipio de santa ines del monte se lograron identificar: *Ph. antenalis* (Moser, 1921), *Ph. lenis* ((horn, 1887), *Ph. porodera* (Bates, 1888) y *Ph. obsoleta* (Blanchard, 1850).

De los extractos etanólicos de las diferentes especies evaluadas, sobresalieron el chicalote, higuerrilla y muérdago. De las especies aplicadas en forma de polvo sobresalieron el muérdago e higuerrilla.

Los extractos vegetales que tienen una mortalidad de larvas de *phyllophaga* spp. superior al 50%, chicalote 8 mL (66.6% de mortalidad), semilla de higuera 1 mL (66.6% de mortalidad), muérdago en polvo 5g (66.6% de mortalidad), higuera 4mL (55.3% de mortalidad), higuera en polvo 3 g (55.5% de mortalidad), muérdago 4 mL (55.3% de mortalidad), muérdago 8 mL (55.5% de mortalidad), con referencia al extracto comercial de gobernadora versus testigo químico.

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

- Realizar muestreos por cada cultivo conocer la incidencia de las larvas.
- Establecer trampeos en diferentes sitios o cultivos para la captura de adultos de gallina ciega.
- Cambiar el alimento de las larvas cada tercer día para evitar la aparición de hongos.
- La cama donde se críen las larvas debe tener una profundidad de al menos 20 cm para evitar que se salgan.
- Evaluar más dosis de los extractos vegetales.
- Hacer más combinaciones de los extractos etanólicos y el polvo de las especies.

CAPÍTULO VII

BIBLIOGRAFÍA GENERAL

- Acuña-Segura, R., & Brenes-Madriz, J. (2020). Evaluación en casa malla del efecto de cuatro productos biológicos para el combate de jobotos (*Phyllophaga* sp.). *Revista Tecnología en Marcha*, 33(4), 140-154.
- Aguirre Yela, V. & Delgado, V. (2010). Pesticidas naturales y sintéticos. *Revista Ciencia*, 13 (1), 43-53
- Álvarez, H. A., Oi, F., Morente, M., Campos, M., & Ruano, F. (2018). LAS BARRERAS VIVAS Y LA VEGETACIÓN ADYACENTE NATIVA COMO RECURSO PARA AUMENTAR LOS ENEMIGOS NATURALES Y LA RESILIENCIA EN EL AGROECOSISTEMA DE OLIVO. In *Congreso Internacional de Agroecología* (7), 296-300.
- Aragón GA & MA Morón (2004). Un método de cría para “gallinas ciegas” rizófagas del género *Phyllophaga* (Coleoptera: Melolonthidae). En *Cría de Insectos plaga y organismos benéficos*. B. Figueroa S. Director. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 109:115.
- Badii, M., Landeros, J., & Cerda, E. (2015). Manejo Sustentable de Plagas o Manejo Integral de Plagas: Un apoyo al desarrollo sustentable. *Cultura Científica Y Tecnológica*, (23). Recuperado a partir de <https://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/423>
- Barba–Alvarado, A., Aguilera–Cogley, V., & Gordón–Mendoza, R. (2016). MANEJO INTEGRAL DE INSECTOS PICADORES Y CHUPADORES EN CULTIVOS DE SANDÍA. *Ciencia Agropecuaria*, (25), 56-72.
- Blanco, J. D. S., Piedra, E. C., & Fuentes, F. G. (2020). Monitoreo de *Spodoptera* spp. en caña de azúcar: uso de trampas con feromonas sexuales. *Agronomía Mesoamericana*, 31(2), 445-459. DOI: <https://10.15517/am.v31i2.39046>

- Brechelt A. (2004). Manejo ecológico de plagas y enfermedades. Editorial RAP-AL. Chile. pp. 11-13.
- Bustos, A. N., López, M. A., Cuesta, G. V., & Sosa, D. A. (2021). Eficiencia de trampas de feromonas para el monitoreo de la polilla del tomate (*Tuta absoluta*) en cultivos de tomate para industria en el Valle del Tulum, San Juan, Argentina. *Experticia*, 1(12).
- Carrillo-Rodríguez, J. C., C. Perales-Segovia y L. Chávez Servia (2011). Experiencias en el manejo de plagas agrícola con extractos vegetales. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes y CIIDIR-IPN, Unidad Oaxaca. Oaxaca, México.
- Carrillo-Rodríguez, J.C., J.L. Chávez-Servia, C. Perales-Segovia y E. Gahona González. (2013). Manejo agroecológico de jitomate nativo. Fundación Produce Oaxaca A.C., Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca y el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca. 60 p.
- Castillo, Y. V., & Calderón, J. J. (2017). Plantas usadas por aves en paisajes cafeteros de Nariño, Colombia. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 34(2), 3-18.
- Castresana, Jorge, Rosenbaum, Javier, & Gagliano, Elena. (2019). Transición del manejo de plagas convencional hacia el agroecológico mediante la transferencia de técnicas de control integrado de plagas en tomate bajocubierta en Concordia - Provincia de Entre Ríos, Argentina. *Idesia (Arica)*, 37(3), 17-27. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-3429201900030001>
- Cervantes Badillo, M. G. (2006). Escrutinio de compuestos bioactivos en especies americanas de muérdago (Master's thesis).
- Cibrián T., D. (2013). Manual para la identificación y manejo de plagas en plantaciones forestales comerciales. CONAFOR-Universidad Autónoma Chapingo. México. 229 p.
- CIMMYT. (2021) Gallina ciega, ¿plaga o aliado? Cultivando un México mejor, MasAgro Guanajuato.
- CIPF. (2017). Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias (NIMF) No. 8 Determinación de la situación de una plaga en un área. Convención Internacional de Protección Fitosanitaria.
- CIPF. (2020). Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias (NIMF) No. 5 Glosario de términos fitosanitarios. Convención Internacional de Protección Fitosanitaria.

- Cordeau, S., Triolet, M., Wayman, S., Steinberg, C., Guillemain, J. P. (2016). Bioherbicidas: Dead in the water? A review of the existing products for integrated weed management. *Crop Protection*, (87) 44-49. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.04.016>
- Cruz-Ortiz, Luis; Flores-Méndez, Mariana (2021). Avances en el desarrollo de nuevos herbicidas biológicos a partir de extractos vegetales fitotóxicos aplicados in vitro. *Informador Técnico*, 86(1), 34 - 45. DOI:<https://doi.org/10.23850/22565035.3648>
- Cuate-Mozo, V. A., A. Aragón-García, G. A. Lugo-García, M. Aragón-Sánchez, B. C. PérezTorres y D. Juárez R. (2019). Comparación morfológica de larvas de tercer estadio de *Phyllophaga* y *Listrochelus* (Coleoptera: Melolonthidae). *Entomología mexicana*, 6: 660- 666.
- Del Val, E., Arnés, E., Gaona, J. A. y Astier M. (2013). Incidencia de gallina ciega, sistemas de manejo campesinos y variabilidad climática en la comunidad de Napízaro, Michoacán (México). *Agroecología* 8: 53-62.
- DGSV-CNRF. (2020). Gallinas Ciegas *Phyllophaga* spp. (Coleoptera: Melolonthidae: Melolonthinae) y *Cyclocephala* spp. (Coleoptera: Melolonthidae: Dynastinae). SaderSenasica. Dirección General de Sanidad Vegetal-Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. Ficha técnica. Tecámac, Estado de México, 21 p.
- EPPO. (2023). *Phyllophaga* sp. (PHYGSP). En línea: <https://gd.eppo.int/taxon/PHYGSP>
- FAO, (2018). Los contaminantes agrícolas: una grave amenaza para el agua del planeta. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 5 pp.
- FAO, (2023). Manejo integrado de plagas y plaguicidas. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- González, Juan; Flies, Claudia; Navarrete, Aurora; López, Javier; Troncoso, Constanza (2019). Bioherbicida a partir de extracto fenólico obtenido de residuos de almazaras. *Scientia Agropecuaria*, 10(4), 497-503. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.04.06>
- Granados-Echegoyen, C., Ortega-Morales, B. O., Chan-Bacab, M. J., Reyes-Estébanez, M., & Camacho-Chab, J. C. (2016). Efecto del extracto etanólico de partes vegetales de *Argemone mexicana* (PAPAVERACEAE) sobre larvas y pupas del mosquito *Culex quinquefasciatus* (Say)(diptera: culicidae). *Entomología agrícola*, 3, 436-440.

- Guerrero, R., Risco, G., Cevallos, O., Villamar, R., & Peñaherrera, S. (2021). Extractos vegetales: una alternativa para el control de enfermedades en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*). *Ingeniería E Innovación*, 8(1). DOI:<https://doi.org/10.21897/23460466.2326>
- Guzmán-Vásquez H. M., J. A. Sánchez-García y J. Hernández-Cruz. (2017). El Género *Cyclocephala* Dejean (Coleoptera: Melolonthidae: Dynastinae: Cyclocephalini) en México. *Entomología mexicana*, 4: 808-812.
- Hernández, O. L., Cabrera, I. P., González, D. T., Tomás, A. V., & Pino, I. Y. (2014). Evaluación agroproductiva de *Moringa oleifera* Lam en cercas vivas en condiciones edafoclimáticas. *Revista de Producción Animal*, 26(2), NA-NA.
- Hernández-Alvarado, J., Zaragoza-Bastida, A., López-Rodríguez, G., Peláez-Acero, A., Olmedo-Juárez, A., & Rivero-Perez, N. (2018). Actividad antibacteriana y sobre nematodos gastrointestinales de metabolitos secundarios vegetales: enfoque en Medicina Veterinaria. *Abanico veterinario*, 8(1), 14-27.
- Hernández-Cruz, Julián, Morón, Miguel Ángel, Ruiz-Vega, Jaime, Sánchez-García, José Antonio, Martínez-Martínez, Laura, & Pérez-Pacheco, Rafael. (2014). Bionomía de las especies de Phyllophaga (Coleoptera: Melolonthidae) en Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México. *Acta zoológica mexicana*, 30(1), 144-160.
- Huelgas Marroquín, P., Astier Calderón, M., Larsen, J., Nájera Rincón, M., & del-Val, E. (2015). El complejo gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) y su relación con el suelo y el manejo agrícola. In V Congreso Latinoamericano de Agroecología-SOCLA (7 al 9 de octubre de 2015, La Plata).
- Jiménez EV, Mosquera OM. (2014); Actividad antifúngica In vitro de tres extractos de plantas frente a *Botrytis cinerea*.
- Jiménez M. E. (2016). Plagas de cultivo. Universidad Nacional Agraria. 1ra. Ed. Managua. 235p. ISBN 978-99924-1-038-7
- Jiménez-Martínez, E. (2009). Entomología. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 112p.
- Juárez Carrillo, F. (2022). Modificaciones del grupo carboxilo del ácido 2-hidroxi-peruico empleando ultrasonido.
- King, A. B. S. (1994). Biología, Identificación y Distribución de Especies Económicas de Phyllophaga en América Central. En Seminario-Taller Centroamericano sobre la Biología y Control de Phyllophaga spp. (Costa Rica).

- Law, R. H. & F. E. Regnier. (1971). Pheromones. *Annu. Rev. Biochem.* 40: 533-548.
- Lines-Hidalgo, J. I. (2019). Análisis de la síntesis de alcaloides en fruto y semilla de *Argemone mexicana* L (Doctoral dissertation, Tesis de maestría. Maestría en Ciencias Biológicas. Centro de Investigación Científica de Yucatán. Mérida, Yucatán, México).
- Maldonado-Santoyo, María, & Morales-López, Gladys. (2022). Análisis químico y nutricional en hojas de *Ricinus communis*-. *Revista Cubana de Química*, 34(1), 3-18.
- Marín J. A., Bujanos M. R. (2008). Especies del complejo "gallina ciega" del género *Phyllophaga* en Guanajuato, México. *Agricultura Técnica en México*, vol. 34, núm. 3, julio-septiembre, 2008, pp. 349- 355. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Texcoco, México.
- Márquez, JM, Vásquez, R., Javier, A., Morales, C., López, ER, & González, E. (2019). Eficiencia de control de las infestaciones larvales de gallina ciega (*phyllophaga* spp) con opciones aprobadas por epa/codex en la producción de caña de azúcar. Memoria de Presentación de Resultados de la Investigación Zafra, 2020, 206-217.
- Melo, E. L., Ortega, C. A., Gaigl, A., & Bellotti, A. (2010). Evaluación de nematodos entomopatógenos para el manejo de *Phyllophaga bicolor* (Coleoptera: Melolonthidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 36(2), 207-212.
- Mesa, V.A.M., Marín, P., Ocampo, O., Calle, J., & Monsalve, Z. (2019). Fungicidas a partir de extractos vegetales: una alternativa en el manejo integrado de hongos fitopatógenos. *RIA. Revista de investigaciones agropecuarias*, 45(1), 23-30.
- Morantes-Tolosa, J. L., & Renjifo, L. M. (2018). Cercas vivas en sistemas de producción tropicales: una revisión mundial de los usos y percepciones. *Revista de Biología Tropical*, 66(2), 739-753.
- Morón, M. A. (2010). Diversidad y distribución del complejo «gallina ciega» (Coleoptera: Scarabaeoidea). En L. A. Rodríguez del Bosque y M. A. Morón (Eds.), *Plagas del suelo* (pp. 41–64). Ciudad de México: Mundi-Prensa.
- Morón, M. A., C. V. Rojas-Gómez y R. ArcePérez. (2016). La función de la "Gallina Ciega" en los pastizales. Red de Biodiversidad y Sistemática, Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz. 15 p.

- Morón, M. A., G. A. Lugo-García y A. AragónGarcía. (2014). Description of the third instar larvae of five species of Cyclocephala (Coleoptera, Melolonthidae, Dynastinae) from Mexico. *Revista Brasileira de Entomología*. 58(3): 219-228.
- Morra, M., Popova, I., Boydston, R. (2018). Bioherbicide activity of *Sinapis alba* seed meal extracts. *Industrial Crops and Products*, (115) 174-181. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.02.027>
- Moschetti, R. (2003). Biological control using beneficial insects. *Biological Control Bulletin*. IPM of Alaska.
- Murillo, C. F. D., Cabrera, M. H., Adame, G. J., Fernández, V. J. A., Villegas, N. J., López, M. V., Vázquez, H. A y Meneses, M. I. (2020). Evaluación de insecticidas biorracionales en el control de mosca blanca (Hemiptera: Aleyrodidae) en la producción de hortalizas. *Biotecnia*, 22, 39-47.
- Pacheco Hernández, Ma. de Lourdes, Reséndiz Martínez, J. Francisco, & Arriola Padilla, Víctor J. (2019). Organismos entomopatógenos como control biológico en los sectores agropecuario y forestal de México: una revisión. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 10(56), 4-32. Epub 30 de abril de 2020. DOI:<https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i56.496>
- Paqui, N. E. M., Morales, M. M., & Ruiz, J. (2020). Presencia de *Phyllophaga* spp. (Coleoptera: Scarabaeidae) y hongos entomopatógenos potenciales para su control biológico en sistemas agrícolas de Saraguro (Loja, Ecuador). *CEDAMAZ*, 10(2), 51-56.
- Plantwise. (2020). White grubs *Phyllophaga*. CABI.
- Reina, F. D., Roche, L. A., Bianchi, M. A., Languasco, J. M., & Della Rocca, P. (2016). Análisis químico de las especies: Tomillo y salvia.
- Rodríguez-Currea, Héctor Jaime, Marulanda-López, Jhon Faber y Amaya, Cristian. (2017). METODOLOGÍA DE MANEJO DE *Rhynchophorus palmarum* L. 1758 (Coleoptera: Curculionidae) A BASE DE CAIROMONAS, FEROMONAS Y SEMIOQUÍMICOS EN PLANTACIONES DE CHONTADURO [*Bactris gasipaes* (Arecaceae)] EN RIOSUCIO, CALDAS. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 21 (1), 59-67. DOI:<https://doi.org/10.17151/bccm.2017.21.1.5>
- Romo-Asunción, D., Ávila-Calderón, M. A., Ramos-López, M. A., Barranco-Flrido, J. E., Rodríguez-Navarro, S., Romero-Gomez, S., ... & Rico-Rodríguez, M. A. (2016). Juvenomimetic and insecticidal activities of *Senecio salignus* (Asteraceae) and *Salvia microphylla* (Lamiaceae) on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Florida entomologist*, 345-351.

- Ruiz, V., Aquino, B., Silva, R y Girón, P (2012). Control Integrado de la Gallina Ciega *Phyllophaga vetula* Horn (Coleoptera: Melolonthidae) con Agentes Entomopatógenos en Oaxaca, México. *UDO Agrícola*, 12(3): 609-616.
- Saunders, J, L.; Coto, D. y King, A.B.S. (1998). Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América central. 2da. Ed. Turrialba, Costa Rica: CATIE. 305p.
- Silva-Martínez, C., Nava-Camberos, U., Cano-Ríos, P., Reyes-Carrillo, J. L., Ávila-Rodríguez, V., & García-Hernández, J. L. (2019). Programa de muestreo para el pulgón amarillo del sorgo, *Melanaphis sacchari* (Zehntner). *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 6(18), 565-571.
- Soto, I. H., Maldonado, A. J., Montiel, R. G. C., Álvarez, G. A., & Hernández-Fuentes, A. D. (2022). Argemone mexicana contiene metabolitos secundarios que controlan hongos fitopatógenos. *Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP*, 8(15), 6-10.
- Upsani, S.M.,H.M. Kotkar, P.s. Mendki and V.L. Maheshwari. (2003). Partial characterization and insecticidal properties of *Ricinus communis* L. foliage flavonoides. *Pest Management Science*. 59: 1349-1354.
- Valdes, Y. B. (2016). El rol de las arvenses como componente en la biodiversidad de los agroecosistemas. *Cultivos tropicales*, 37(4), 34-56.
- Valverde Rodriguez, Agustina, Ruiz, Rene Eugenio, Efrain David, Esteban Nolberto, & Campos Albornoz, Miltao Edelio. (2022). Integración de los componentes del Manejo Integrado de Plagas en el cultivo de *Pisum sativum* en la región Huánuco, Perú.. *Enfoque UTE*, 13(3), 58-68. DOI:<https://doi.org/10.29019/enfoqueute.863>
- Van Driesche, R. G. & T. S. Bellows Jr (1996). Biology of arthropod parasitoids and predators, *Biological Control*. Springer. pp. 309-336.
- Van Driesche, R. G.; Hoddle, M. S.; Center, T. D. (2007). Control de plagas y malezas por enemigos naturales. USDA. US. 751 p.
- Vázquez, L. L. (2018). El control biológico integrado al manejo territorial de plagas de insectos en Cuba. *Agroecología*, 12(1), 39-46.
- Vega, J. R., Bolaños, T. A., Rivera, M. E. S., & Pablo, S. G. (2012). Control integrado de la gallina ciega *Phyllophaga vetula* Horn (Coleoptera: Melolonthidae) con agentes entomopatógenos en Oaxaca, México. *Revista Científica UDO Agrícola*, 12(3), 609-616.
- Vivas-Carmona, L. E. (2017). El Manejo Integrado de Plagas (MIP): Perspectivas e importancia de su impacto en nuestra región. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 5(2), 67-69.

Zelaya-Molina, Lily Xochilt, Chávez-Díaz, Ismael Fernando, de los Santos-Villalobos, Sergio, Cruz-Cárdenas, Carlos Iván, Ruíz-Ramírez, Santiago, & Rojas-Anaya, Edith. (2022). Control biológico de plagas en la agricultura mexicana. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 13(spe27), 69-79. DOI:<https://doi.org/10.29312/remexca.v13i27.3251>