



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

INSTITUTO DE CIENCIAS
CENTRO DE AGROECOLOGÍA
MAESTRÍA EN MANEJO SOSTENIBLE DE AGROECOSISTEMAS

TESIS

PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS PARA EL MANEJO DEL COMPLEJO GALLINA CIEGA (COLEOPTERA: MELOLONTHIDAE) EN EL JARDÍN BOTÁNICO BUAP

PRESENTA

BIOL. JHOVANA PAMELA MÁRQUEZ MANZANO

COMITÉ TUTORAL

DIRECTOR DE TESIS

DR. VÍCTOR ALFONSO CUATE MOZO

CODIRECTOR DE TESIS

DRA. BETZABETH CECILIA PÉREZ TORRES

ASESORES

DR. AGUSTÍN ARAGÓN GARCÍA

DR. MIGUEL ARAGÓN SÁNCHEZ



Puebla, Pue., 09 de diciembre, 2025



BUAP

La presente tesis, titulada: **"PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS PARA EL MANEJO DEL COMPLEJO GALLINA CIEGA (COLEOPTERA: MELOLONTHIDAE) EN EL JARDÍN BOTÁNICO BUAP"**, realizada por la alumna **Biól. Jhovana Pamela Márquez Manzano**, bajo la dirección del Comité Tutorial indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS EN
MANEJO SOSTENIBLE DE AGROECOSISTEMAS

COMITÉ TUTORIAL:

DIRECTOR: _____

Dr. Víctor Alfonso Cuate Mozo

CO- DIRECTORA: _____

Dra. Betzabeth Cecilia Pérez Torres

ASESOR: _____

Dr. Agustín Aragón García

ASESOR EXTERNO: _____

Dr. Miguel Aragón Sánchez

REVISOR EXTERNO: _____

Dr. Carlos Serratos Tejeda

Puebla, Pue., diciembre de 2025.

Agradecimientos.

A la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación por el apoyo brindado a través de la beca número: 1304493 y fomentar la investigación en nuestro país.

A la Maestría en Manejo Sostenible de Agroecosistemas, perteneciente al Instituto de Ciencias de la Benemérita Autónoma de Puebla, por el apoyo económico brindado para la implementación de las trampas en el sitio de estudio, por permitir realizar parte de la investigación en sus instalaciones, a sus docentes y administrativos por ser un apoyo incondicional durante el proceso.

Al Dr. Agustín Aragón García por sembrar en nosotros la semilla de la investigación, por alentar nuestro crecimiento académico y estar presente en cada momento en la elaboración de este trabajo. Además de ser guía incondicional en mi proceso formativo y su interés por compartir su conocimiento en la identificación de especies.

Al Dr. Miguel Aragón Sánchez, por contagiar el espíritu de la docencia, por ser un gran maestro y mentor, por siempre estar disponible para resolver todo tipo de dudas, realizar las revisiones para mejorar el presente trabajo e inspirarnos a compartir nuestro conocimiento con nuestra comunidad.

Al Dr. Jesús Francisco López Olguín por mostrarnos la parte divertida de los modelos estadísticos, por compartir su pasión por demostrar los hechos mediante matemáticas y por construir en nosotros las ganas de superarnos día con día, además de facilitar el acceso al Jardín Botánico Universitario BUAP para la realización de la presente investigación.

Al Dr. Víctor Alfonso Cuate Mozo, por dirigir la siguiente investigación y por incrementar el interés en la descripción y la morfología de las larvas pertenecientes al complejo gallina ciega.

Al Dr. Carlos Serratos Tejeda y la Dra. Betzabeth Cecilia Pérez Torres por realizar las revisiones pertinentes para la mejora del presente estudio.

A la Dra. María Rosete por el apoyo y su guía durante la estancia de investigación realizada en el laboratorio de macromoléculas de la Facultad de Ciencias Biológicas de la BUAP. Gracias por su paciencia y esmero en colaborar en este tipo de trabajos.

A Dios, por nunca dejarme sola, por mostrarme las maravillas de su obra, crear cada momento para continuar con mis estudios y guardarme siempre.

A mi familia, mis tíos, primos, mis hermanos y mi cuñada por ser piedra angular en mi proceso de formación, por animarme a continuar con mis sueños, creer en mí y estar a mi lado por siempre. A mi mamá y mi papi Javier por siempre estar siempre presentes en cada etapa de este proceso y a mamá tete por todas sus bendiciones.

A mis compañeros de la maestría por compartir sus ideas y crear nuevas en conjunto, a mis mejores e increíbles amigas que la maestría me regaló: María y Scarlet, gracias por ser mis confidentes, por estar en los momentos en los que el proyecto tenía éxito y cuando no, gracias por los múltiples ensayos y revisiones. Gracias por estar no solo en los momentos académicos sino por estar presente en mi vida, las quiero con todo el corazón. También a Brandon y Toño por apoyarme en la realización de los muestreos.

A tati, proteo, bolita y chimuelo por acompañarme en mi escritorio por las noches, estar a mi lado mientras escribía estas líneas, por darme su cariño y quererme tanto.

A mi alma gemela, Juan, por estar a mi lado, manteniéndose cerca incluso en la distancia y demostrando que no importa cuántos kilómetros nos separen, seguimos presentes. Por motivarme constantemente y confiar en mi potencial académico, incluso cuando yo misma dudo de él. Gracias por estar y permanecer... te amo.

Dedicatoria:

A Victoria y L. Hiram, mis fuentes de curiosidad, amor y luz

Prácticas agroecológicas para el manejo del complejo gallina ciega (COLEOPTERA: MELOLONTHIDAE) en el jardín botánico BUAP

Resumen.

El complejo gallina ciega, conformado por larvas de diversas especies de Melolonthidae, representa un reto significativo para la conservación de las áreas verdes urbanas debido a sus diferentes hábitos alimenticios. Entre estos espacios, los jardines botánicos destacan como repositorios vivos de flora y fauna, ya que proveen servicios ecosistémicos esenciales: contribuyen a la regulación térmica de las ciudades y funcionan como corredores faunísticos que promueven la biodiversidad urbana.

La respuesta más común ante esta problemática ha sido el uso indiscriminado de agroquímicos, generando más daños que beneficios al no ser específicos, potencializando efectos nocivos en el medio ambiente y la salud humana. Ante ello, el presente trabajo propone alternativas agroecológicas para el manejo de la gallina ciega, con el objetivo de identificar las especies de gallina ciega asociadas a los suelos del jardín, determinar los huéspedes vegetales de los adultos pertenecientes al complejo gallina ciega y evaluar las prácticas agroecológicas implementadas en el Jardín Botánico Universitario de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (JBU-BUAP).

Para ello, se realizaron colectas de larvas del complejo gallina ciega durante octubre a diciembre del 2023 por medio de muestreos de suelo aleatorios. Las muestras fueron procesadas en el laboratorio de Sistemática y Diagnóstico de Plagas del Centro de Agroecología perteneciente al Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, en dónde se separaron por morfoespecie con ayuda de un estereoscopio. Se sacrificó al 10% de las larvas y el resto fue criado en una cámara de cría para poder establecer la relación larva adulto.

Posteriormente, durante los meses de abril a julio del 2024, se realizaron colectas nocturnas de los adultos pertenecientes a Coleoptera: Melolonthidae, por medio de trampas de luz, complementadas con colectas directas en los huéspedes

vegetales del sitio. Finalmente, durante el mes de octubre del 2024 se asperjaron las cepas de *Metharhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* y posteriormente durante noviembre y diciembre se efectuaron nuevos muestreos de suelo aleatorios para evaluar el efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de gallina ciega en los suelos del JBU-BUAP.

Se identificaron seis especies de larvas pertenecientes al complejo gallina ciega, entre las cuales se describió a la larva de la especie *Phyllophaga xanthe*. En cuanto a los adultos, se registraron 19 especies asociadas a 37 especies vegetales, siendo Fabaceae la familia más dominante. Las prácticas agroecológicas implementadas demostraron una eficiencia del 42.9%, en la reducción de larvas, con diferencias significativas entre el grupo control y los tratamientos aplicados.

Estos resultados permiten concluir que el conjunto de técnicas agroecológicas evaluadas puede ser eficaz para el manejo del complejo *gallina ciega* en áreas verdes urbanas como el sitio de estudio.

Palabras clave: Agroecosistemas urbanos, huéspedes vegetales, plagas del suelo, trampas de luz, control biológico.

Abstract

The *gallina ciega* complex, composed of larvae from various Melolonthidae species, represents a significant challenge for the conservation of urban green areas due to its rhizophagous habits.

Botanical gardens, as living repositories of flora and fauna, provide essential ecosystem services by contributing to urban thermal regulation and functioning as faunal corridors that promote biodiversity. The most common response to this problem has been the indiscriminate use of agrochemicals, which often cause more harm than benefit by lacking specificity and generating negative impacts on both the environment and human health.

This study proposes agroecological alternatives for the management of gallina ciega, aiming to identify the species associated with garden soils, determine the host plants of adult beetles, and evaluate agroecological practices implemented in the Botanical Garden of the Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (JBU-BUAP). Larval stages were collected between October and December 2023 through random soil sampling and processed in the Laboratory of Sistemática y Diagnóstico de Plagas, belonging to Instituto de Ciencias of Benemérita Universidad Autónoma de Puebla where specimens were separated by morphospecies. Ten percent of larvae were sacrificed, while the remainder were reared to establish larva–adult associations. From April to July 2024, nocturnal collections using light traps and direct sampling from host plants were conducted. In October 2024, strains of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* were applied, followed by soil sampling in November and December to assess treatment effects.

Six larval species were identified, including *Phyllophaga xanthe*, whose larval stage was described based on distinctive morphological traits such as raster, palidium, cranial capsule, ephipharynx and spiracles. In total, nineteen adult species were associated with thirty-seven plant species, with Fabaceae being the most dominant family. Agroecological practices achieved a 42.9% reduction in larval populations, with significant differences between the control and treated groups.

These findings suggest that the evaluated agroecological techniques can be effective for managing the gallina ciega complex in urban green areas such as the study site.

Key words: Urban agroecosystems; plant hosts; soil pest; Melolonthidae; light trap; biological control.

Índice

Resumen.....	vi
Abstract.....	viii
Índice de Cuadros.....	xii
Índice de Figuras.....	xiii
I. Introducción.....	1
II. Antecedentes.....	3
III. Marco Teórico.....	7
3.1 Áreas verdes urbanas.....	7
3.1.1 Jardines botánicos.....	8
3.2 Composición de la fauna edáfica.....	9
3.2.1 Complejo gallina ciega.....	10
3.2.1.1 Taxonomía.....	11
3.2.1.2 Morfología.....	12
3.2.1.3 Ciclo de vida.....	13
3.3 Interacción planta-insecto.....	14
3.4 Manejo Integrado de Plagas.....	15
3.5 Manejo Agroecológico de Plagas.....	16
3.5.1. Colecta directa.....	17
3.5.2. Uso de trampas de luz.....	18
3.5.3. Control biológico.....	19
IV. Justificación.....	21
V. Objetivos.....	22
5.1 Objetivo general.....	22
5.2 Objetivos particulares.....	22
VI. Hipótesis general.....	23
VII. Material y Métodos.....	24
7.1 Sitio de estudio.....	24
7.2 Abundancia y riqueza específica de las larvas del complejo gallina ciega.....	26
7.3. Descripción morfológica del tercer instar de la larva <i>Phyllophaga xanthe</i> (Bates:1888).....	27
7.4 Abundancia y riqueza de los adultos pertenecientes al complejo gallina ciega.....	28

7.5 Adultos de Coleoptera: Melolothidae asociados a la vegetación del jardín botánico BUAP	28
7.6 Prácticas agroecológicas para el manejo del complejo gallina ciega	29
7.6.1 Control biológico.....	29
7.6.2 Análisis de datos	30
VIII. Resultados y Discusión.....	31
8.1. Abundancia y riqueza de las larvas del complejo gallina ciega.	31
8.2 Descripción del tercer instar de la larva <i>Phyllophaga xanthe</i> (Bates, 1888) .	32
8.3 Fenología, abundancia, hábitos y distribución de los organismos identificados.....	38
8.4 Adultos de Coleoptera: Melolothidae asociados a la vegetación del jardín botánico BUAP	54
8.5 Prácticas agroecológicas para el manejo del complejo gallina ciega	59
8.5.1 Colecta de adultos Coleoptera: Melolonthidae con trampas de luz.....	59
8.5.2 Evaluación de las prácticas agroecológicas aplicadas en el jardín botánico BUAP.....	62
IX. Conclusiones.	65
X. Recomendaciones.	66
XI. Literatura Citada	67

Índice de Cuadros.

Cuadro 1. Diversidad de especies colectadas en el jardín botánico universitario BUAP, y su abundancia relativa (Morón, 2010)	40
Cuadro 2. Comparación de índices de diversidad y equidad entre los sitios de muestreo.....	43
Cuadro 3. Especies de Coleoptera: Melolonthidae asociados a huéspedes vegetales, proporción macho:hembra y abundancia relativa capturados en el jardín botánico de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.....	56
Cuadro 4. Diversidad de Coleoptera: Melolonthidae, colectados por medio de trampas de luz y su abundancia relativa.....	59
Cuadro 5. Proporción macho/hembra de las especies colectadas a través de trampa de luz.....	60
Cuadro 6. Proporción hembra/macho de las especies colectadas a través de trampa de luz.....	61
Cuadro 7. Larvas pertenecientes al complejo gallina ciega colectadas en dos temporadas y el porcentaje de disminución de acuerdo con el efecto del tratamiento en el jardín botánico universitario BUAP.....	62
Cuadro 8. Medias del número de larvas pertenecientes al complejo gallina ciega, recolectadas en los tratamientos empleados en el jardín botánico universitario BUAP.....	64

Índice de Figuras.

Figura 1. Ubicación geográfica del Jardín Botánico BUAP.....	24
Figura 2. Croquis de los bloques realizados para el diagnóstico y el manejo agroecológico de Coleoptera: Melolonthidae.....	25
Figura 3. Croquis de los tratamientos empleados durante el manejo agroecológico de Coleoptera: Melolonthidae.....	26
Figura 4. Especies de larvas Coleoptera: Melolonthidae, colectados en el jardín botánico, BUAP.....	31
Figura 5-17. <i>Phyllophaga xanthe</i> , larva tercer estadio. 5. Cabeza; 6. Epifaringe; 7. Mandíbulas vista dorsal a) derecha, b) izquierda; 8. Mandíbulas vista ventral a) derecha, b) izquierda; 9 y 10. maxilas; 11. hipofaringe; 12. antenas a) vista dorsal, b) vista ventral; 13. estigma torácico; 14. uña; 15. estigma abdominal; 16. ráster; 17. Cuerpo.....	37
Figura 18. Precipitación y temperatura media durante el periodo de recolecta (abril 2024 a junio 2024), registro por la Comisión Nacional de Agua, para el municipio de Puebla. Datos obtenidos del sitio web.....	38
Figura 19. Fenología de las especies de coleópteros nocturnos colectados durante la temporada 2023.....	39
Figura 20. Rango-abundancia de los sitios de estudio. Las especies están representadas por letras: <i>Diplotaxis</i> spp (D), <i>Phyllophaga vetula</i> (Phv), <i>Ph. misteca</i> (Phm), <i>Ph. ravidia</i> (Phr), <i>Ph. macrocera</i> (Phma), <i>Ph. Ilhuicaminai</i> (Phi), <i>Ph. xanthe</i> (Phx), <i>Ph. bolacoides</i> (Phb), <i>Ph. gravidula</i> (Phg), <i>Cyclocephala barerrai</i> (Cb), <i>C. lunulata</i> (Cl), <i>Paranomala forreri</i> (Pf), <i>P. atomograma</i> (Pa), <i>P. inconstans</i> (Pi), <i>P. semicinta</i> (Ps), <i>P. gemella</i> (Pg), <i>P. hoepfneri</i> (Ph), <i>Lygirus sallei</i> (L), <i>Macroductylus mexicanus</i> (M)y <i>Xyloryctes telephus</i> (X).....	42

I. Introducción.

El aumento demográfico ha intensificado el uso de cambio de suelo a nivel global, disminuyendo las áreas verdes naturales y generando desequilibrios ecosistémicos importantes. Una de las alternativas para contrarrestar estos problemas es la implementación de áreas verdes urbanas tales como jardines, parques, bosques urbanos, glorietas, calles arboladas y jardines botánicos; que además de proveer servicios ecosistémicos importantes como la captura de CO₂, la liberación de O₂ y la disminución de la temperatura proveen servicios sociales entre el público que los visita regresando la conexión del hombre con la naturaleza.

Los jardines botánicos toman importancia no solo por funcionar como pulmones dentro de la ciudad, sino que además son corredores faunísticos salvaguardando especies que han sido desplazadas por el afromador aumento de la población, guardan una gran cantidad de especies de plantas *in situ* y *ex situ* siendo un sitio de preservación, por ello, tienen un lugar privilegiado como centros de conservación. No obstante, los jardines botánicos, se encuentran en constante cambio por las diferentes temporadas, que afectan dinámica poblacional de los insectos provocando el establecimiento de insectos plaga amenazando la flora debido a sus hábitos fitófagos y rizófagos. Por lo cual, se recurren a prácticas empleadas en el sector agrícola, tales como el uso indiscriminado de pesticidas e insecticidas ocasionando contaminación del suelo, agua y atmósfera provocando intoxicación de animales domésticos y la población.

Dado que los agroquímicos no son específicos, nos enfrentamos a desarrollar alternativas que disminuyan el impacto ecológico; una de las opciones es el manejo agroecológico de plagas (MAP), que constituye una serie de técnicas y prácticas que permiten el control de los organismos de interés, donde se puede utilizar el control biológico, la aplicación de extractos naturales, colectas directas, el uso de trampas y algunas técnicas culturales, entre otros.

El complejo gallina ciega es un conjunto de larvas parecidas morfológicamente que comparten sitios en común, erróneamente se les ha asociado

a una única identidad lo que dificulta su estudio, debido a la diversidad en sus hábitos alimenticios, se ha reportado como el posible causante de pérdidas económicas en diversos cultivos agrícolas, ya que algunas especies presentan hábitos alimenticios rizófagos, dañando la raíz de los organismos vegetales dentro de las áreas verdes, provocando un mal desarrollo o favoreciendo el establecimiento de virus o bacterias que afecten la salud de cultivos como el maíz, frijol, calabaza, jamaica, camote, entre otros; debido a ello, se han implementado labores que permiten disminuir la densidad de algunas especies que son consideradas plaga; a su vez, algunos de los adultos pertenecientes a la familia Melolonthidae poseen hábitos defoliadores, afectando tanto hojas, flores y frutos de la vegetación que componen las áreas verdes.

Sin embargo, la mayoría de los estudios que ahondan en el manejo del complejo gallina ciega se han centrado en ambientes agrícolas, dejando de lado las áreas verdes urbanas, dónde también se presentan daños significativos en la vegetación ornamental y nativa. Ocasionando una pérdida acelerada de los espacios verdes disponibles, en un contexto donde las ciudades enfrentan una crisis ecológica marcada por la disminución de la biodiversidad, provocado por el crecimiento acelerado de las ciudades. Por ello, este trabajo propone una alternativa para su control, enfocándose en evaluar la diversidad, abundancia y el comportamiento de melolóntidos presentes en el jardín botánico universitario perteneciente a la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), así como analizar el efecto de distintas técnicas agroecológicas sobre la población del complejo gallina ciega.

De esta forma, se busca generar conocimiento aplicable al manejo agroecológico del complejo gallina ciega dentro de las áreas verdes urbanas, promoviendo la diversidad del sitio.

II. Antecedentes.

Se puede definir a un agroecosistema como un espacio modificado por el hombre el cual puede otorgar bienes y servicios que favorezcan a la humanidad (Odum, 1985). Estos sistemas presentan disponibilidad y flujo de nutrientes, contribuyen a la conservación del suelo y la diversidad de las especies existentes (Altieri, 1987); a su vez, son el resultado de las interacciones que suceden entre el suelo, las plantas cultivadas, los organismos de distintos niveles tróficos y sus ciclos de nutrientes en espacios geográficos delimitados por el hombre (León, 2009).

La funcionalidad de los agroecosistemas está definida con base en la biodiversidad y sustentabilidad que emerge en sus interacciones (Sarandón, 2020). Sin embargo, el crecimiento demográfico acelerado ha promovido la disminución de las áreas naturales, repercutiendo en el calentamiento global, la extinción de flora y fauna nativa, además de la posible aparición de organismos plaga. Ante esta situación se ha incentivado generar una mayor distribución de áreas verdes dentro de las ciudades, esta estrategia propicia beneficios a los espacios urbanos, como la disminución de la temperatura generada por la refracción del asfalto, la captura de emisiones de CO₂ y liberar O₂ al ambiente (Arellano y Roca, 2018).

Desde esta perspectiva, las áreas verdes urbanas pueden ser entendidas como agroecosistemas dentro de las ciudades, ya que cumplen con funciones ecológicas similares: albergan biodiversidad, generan microclimas, favorecen el flujo de nutrientes en los suelos y mitigan los efectos ambientales negativos generados por el cambio climático (sequías e inundaciones). Estas características las convierten en espacios estratégicos para la sostenibilidad urbana (Castillo, 2023).

Además de ello, la implementación de áreas verdes dentro de las zonas urbanas aumenta la calidad de vida en la población, genera plusvalía al sitio y reconecta a los habitantes con el medio natural (Flores-Xolocotzi, 2012).

Los jardines botánicos; son agroecosistemas que ejemplifican una solución a lo expuesto anteriormente ya que proveen de servicios ecosistémicos y culturales,

aportan información sobre la conservación de recursos naturales, promueven corredores faunísticos y en esencia son reservorios naturales tanto de especies endémicas, amenazadas o en peligro de extinción (Wyse y Sutherland, 2000; Vovides *et al.*, 2013). El Jardín Botánico Universitario BUAP, cuenta con todas estas características (Cepeda-Cornejo y Cuautle-García, 2022)., sin embargo, presenta retos en el mantenimiento adecuado debido a diversos factores: el cambio climático, la escasez de recursos económicos y de personal, y el desequilibrio ecosistémico que favorece la presencia de plagas y enfermedades.

La gallina ciega es el nombre común para el estadio larvario de escarabajos pertenecientes a la familia Melolonthidae, se le ha reportado como una de las principales plagas en áreas verdes y jardines urbanos, sin embargo, es importante reconocer que no todas las especies implicadas tienen efectos negativos (Espinosa-Islas *et al.*, 2005; Aragón *et al.*, 2008a y Márquez-Manzano, 2023). Debido a sus similitudes morfológicas, estas larvas suelen agruparse en una sola identidad, lo que puede ocultar su diversidad funcional. Algunas de estas especies desempeñan funciones ecológicas clave, como la aireación del suelo y la descomposición de materia orgánica, contribuyendo así a la formación y regeneración del suelo. Por ello, resulta importante conocer la composición de especies que interactúan en los sitios de interés y brindar soluciones adaptadas a sus características ecológicas particulares (Romero-López *et al.*, 2010; Morón *et al.*, 2018).

Existen pocos estudios que abordan esta problemática en áreas verdes urbanas; Márquez-Manzano *et al.* (2024), identificaron las especies asociadas a los pastos ornamentales de dos jardines del municipio de Puebla, dónde reportaron que la mayor parte de la población de gallinas ciegas estaba compuesta por larvas de hábitos rizófagos (80%) y facultativos (20%), destacando la presencia de especies como *Phyllophaga vetula*, *Phyllophaga macrocera*, *Phyllophaga brevidens*, *Paranomala cincta*, y *Cyclocephala barrerae*. Por otra parte, Aragón *et al.*, 2008a, reportaron para el club de golf “La vista” la presencia de larvas rizófagas pertenecientes al complejo gallina ciega, destacando la presencia de *Phyllophaga ilhuicaminai*, *Phyllophaga misteca*, *Phyllophaga ravida* y *C. barrerae*. Para la

disminución de las poblaciones, los autores utilizaron 17 trampas de luz flúor negra, las cuales fueron colocadas a partir del mes de abril hasta agosto, que corresponde a la época de vuelo; además se realizaron aspersiones de un insecticida de baja toxicidad (deltametrina), lo que disminuyó en un 80% la densidad de larvas comparadas con la del año previo.

No obstante, el uso de agroquímicos puede llegar a generar resistencia en los insectos, problemas de salud para quienes los aplican, contaminar el suelo y los mantos freáticos, ante ello han surgido alternativas que buscan disminuir el uso de sustancias tóxicas para controlar las poblaciones consideradas plaga (Mundial, 2008). Una de las alternativas al uso de agroquímicos es el manejo agroecológico de plagas que es el resultado de un conjunto de prácticas que en conjunto busca devolver el equilibrio del agroecosistema (Hernández, 1994; Devine *et al.*, 2008; Molpeceres, 2020).

Dentro de las técnicas se encuentra el control biológico, donde se han utilizado hongos entomopatógenos del género *Beauveria* y *Metharhizium*. Nájera-Rincón *et al.* (2005), probaron las cepas de dos especies nativas de México como agentes de control biológico en especies del género *Phyllophaga* demostrando que son capaces de causar epizootia en las larvas, por lo que se sugieren como agentes de control biológico.

El uso de las trampas de luz ha sido considerado como una herramienta eficaz en el manejo de melolóntidos, esta herramienta se implementa durante la emergencia de los adultos (Aragón *et al.*, 2008a; Cuate-Mozo *et al.*, 2016; Aragón *et al.*, 2018). Destacan las trampas de tipo pantalla, trampas tipo embudo, entre otras. Aragón y López-Olguín (2001), recomiendan conocer los horarios de vuelo de los organismos de interés, esto concentra los esfuerzos de colecta en ciertas especies, disminuyendo el número de adultos y por consecuencia el número de larvas durante la siguiente temporada.

En la zona agavera de Jalisco (Lugo-García *et al.*, 2011a), implementaron trampas de luz de tipo embudo como parte de la identificación de posibles plagas

de rizófagas pertenecientes a la familia Melolonthidae en tres sitios diferentes. Durante este estudio se colectaron 57 263 ejemplares representados en 3 subfamilias, 9 tribus, 10 géneros y 20 especies; reportando un promedio de 5 726 ejemplares por noche de trapeo, demostrando la efectividad en el uso de trampas de luz para la colecta de organismos de interés.

La implementación de trampas tipo embudo provistas de luz fluorescente negra, resultó eficaz en la reducción de *Ph. ravida* en la zona de Santa Cruz Alpuyecá, Cuatinchan, Puebla, esta especie ha sido descrita con hábitos rizófagos estrictos por lo que la captura de estos adultos disminuyó las poblaciones de gallina ciega, ofreciendo una alternativa al uso de agrotóxicos puesto que resultó ser un método eficaz, económico y seguro para la salud humana y el medio ambiente (Aragón *et al.*, 2008b).

Otro estudio fue el realizado por Cuate-Mozo *et al.* (2016), en la localidad de San Jerónimo Coyula, Atlixco, Puebla, donde se combinaron dos tipos de técnicas agroecológicas para disminuir la población de gallina ciega en el cultivo de amaranto. Por un lado, se establecieron trampas de luz de tipo pantalla provistas con luz mercurial, durante los meses de abril a junio en un horario de 20:00-22:00 horas, esto corresponde a la temporada de vuelo de los Melolontidos, obteniendo 2591 ejemplares, agrupados en 32 especies, donde la más representativa fue *Ph. ilhuicaminai* (41%). Además, se realizaron barbechos profundos de 30 cm, para exponer a las larvas al efecto de depredadores y la solarización. La combinación de ambas estrategias derivó en un método alternativo eficaz para la disminución de la población de gallina ciega, incrementando la producción de amaranto un 33% con respecto al grupo control.

III. Marco Teórico.

3.1 Áreas verdes urbanas

México cuenta con tres de las Ciudades más pobladas en América Latina, de acuerdo con lo reportado por ONU (2024), la Ciudad de México alcanzó en el 2023 un total de 22.2 millones de habitantes (INEGI, 2023). Esto sugiere el desplazamiento de los habitantes de un entorno rural a lo urbano; incrementando considerablemente el área urbana y disminuyendo los entornos naturales.

Las ciudades consumen el 75% de energía total y generan más del 80% de los gases de efecto invernadero, lo que ha derivado en problemas ambientales significativos, como la contaminación de suelo, aire y agua. Frente a este escenario, la conservación e implementación de áreas verdes urbanas se plantean como una estrategia clave para atenuar estos impactos, ya que mejoran la calidad del aire y agua, protegen la biodiversidad, disminuyen la erosión del suelo y los riesgos de inundación (Arellano y Roca, 2018).

Un área verde urbana es definida como un área delimitada en el que hay vegetación dentro de una aglomeración urbana; estas pueden tener un origen natural o ser creadas artificialmente mediante el diseño humano (Sorensen *et al.*, 1998); proveen servicios ambientales de vital importancia, tales como la captura del carbono, la obtención de oxígeno y refugio de vida silvestre; brindan servicios sociales, son espacios que favorecen el intercambio de saberes, enriquecen la salud física y mental de los grupos sociales, fortalecen la convivencia y pueden aumentar económicamente el valor de la ciudad (Flores-Xolocotzi, 2012; Hernández-Rodríguez *et al.*, 2022).

Las áreas verdes urbanas representan el 24% de la superficie territorial en el municipio de Puebla (de Gante-Cabrera *et al.*, 2024), la mayor parte del municipio se encuentra cubierto de asfalto generando un problema importante de diseño urbano provocando el fenómeno isla calor urbano (ICU), caracterizado por el aumento significativo de la temperatura debido a la refracción de la luz a diferencia de áreas periurbanas y zonas colindantes rurales (Arellano y Roca, 2018).

3.1.1 Jardines botánicos

Dentro de las áreas verdes urbanas podemos encontrar a los jardines botánicos; lo cuales se definen como una Institución que mantiene colecciones documentadas de plantas vivas con el propósito de realizar investigación científica, conservación, exhibición y educación (Wyse y Sutherland, 2000), puede albergar plantas *ex situ* e *in situ* favoreciendo la conservación de especies, propiciando corredores faunísticos y mejorando la calidad ecosistémica de las ciudades (Cepeda-Cornejo y Cuautle-García, 2022).

Anteriormente, los jardines botánicos se representaban únicamente por especies de plantas con importancia económica, sin embargo, a partir del siglo XX, los jardines botánicos modificaron sus objetivos debido a la disminución de áreas verdes naturales y el impacto negativo que esto genera al ecosistema; a su vez, incluyeron como objetivos primordiales la conservación vegetal y animal, y recientemente la restauración ecológica (Vovides *et al.*, 2013).

Los principales jardines botánicos en México se localizan en el centro del país y se encuentran adscritos a universidades o centros de investigación lo que les permite acceder a recursos económicos y por ende se mantienen funcionales. Un ejemplo de la conservación y mantenimiento de especies vegetales es el Jardín Botánico Universitario perteneciente a la BUAP que alberga 928 especies, subespecies y variedades de plantas, agrupadas en 130 familias. A su vez, presenta la colección viva más grande de *Quercus in situ* y *ex situ* con 58 especies y 6 variedades; esto representa el 10.6% de las especies de *Quercus* en el mundo (RHNM, 2025).

Los jardines botánicos son un enlace entre el público y la academia puesto que reúnen a científicos que buscan la conservación de los organismos y establecer sus interacciones en un entorno de fácil acceso a la educación de la conservación de la biodiversidad (Álvarez-Claire *et al.*, 2020).

3.2 Composición de la fauna edáfica

La fauna edáfica está compuesta por organismos que pasan al menos una parte de su ciclo de vida en la superficie del suelo o dentro de él. Se compone por la microfauna que incluye animales microscópicos de menos de 0.2 mm (protozoarios y nemátodos) los cuáles tienen la capacidad de digerir pocas cantidades de sustrato y sobrevivir a condiciones extremas en pequeños poros del suelo, presentan un movimiento muy limitado y forman parte de los microagregados del suelo; la mesofauna es caracterizada por microartrópodos de respiración aérea (0.3-0.9 mm); la macrofauna (mayor a 1 cm), presenta una movilidad mayor, generando galerías, túneles y madrigueras favoreciendo el transporte de nutrientes a través de la ingestión y la mezcla del suelo dentro de su intestino, entre ellos se encuentran lombrices, termitas, hormigas, algunas larvas de escarabajos y roedores (Lavelle, *et al.*, 1992).

A su vez, la macrofauna es la responsable de descomponer la materia orgánica e incorporarla a través de tres procesos de degradación (fragmentación, catabolismo y lixiviación), formando un ecosistema equilibrado y complejo. La macrofauna está compuesta aproximadamente por 15 000 especies pertenecientes a 18 grupos (Fragoso *et al.*, 2001).

La presencia y abundancia de especies edáficas está determinada por factores como el tipo de suelo, el manejo agrícola, la precipitación y la altitud. Dentro de los ensambles más relevantes se encuentran el ácaro de bulbo (*Rhizophagus* spp.), el gusano saltarín (Lepidoptera: Pyralidae), el escarabajo de la semilla (Coleoptera: Carabidae), el gusano de la semilla (Diptera: Anthomyiidae), el gusano trozador (Lepidoptera: Noctuidae), el gusano de alambre (Coleoptera: Elateridae), el arrocillo o colapsis (Coleoptera: Chrysomelidae), las diabroticas (Coleoptera: Chrysomelidae) y la gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) (García-Leaños y Marín-Jaramillo, 2010).

Esta composición también puede ser modificada debido a factores abióticos como la humedad y la precipitación provocando el reemplazo natural de las

especies y por ende el equilibrio en la fauna edáfica. Sin embargo, la introducción de especies invasoras, el cambio de uso de suelo (fragmentación de bosques y áreas naturales) y la aplicación de químicos ocasionan cambios en el entorno de forma drástica disminuyendo la riqueza y abundancia de los organismos generando desequilibrio en la fauna edáfica; esto se refleja en la disminución de poblaciones benéficas como lombrices y termes; y aumentando la población de organismos dañinos, tales como larvas de coleópteros rizófagos, larvas de lepidópteros herbívoros, gusanos de alambre y caracoles fitófagos. Lo que se traduce en erosión y pérdida de la cobertura vegetal (Brown *et al.*, 2001).

3.2.1 Complejo gallina ciega

Las gallinas ciegas, gusanos blancos o nixticuiles, son larvas de tipo escarabeiforme de color blanquecino cremoso que forman parte de la fauna edáfica, desarrollándose en el suelo, troncos podridos, humus, hojarasca y material orgánico. Erróneamente se ha llegado a inferir que la gallina ciega es una única identidad o que contiene una diversidad reducida dentro del ensamble, debido a que presentan una similitud morfológica y que coinciden en tiempo y espacio, se han relacionado a un único gremio alimenticio etiquetándolas como “insecto plaga” debido a sus hábitos rizófagos (Morón y Aragón, 2004). Sin embargo, se ha descrito que el termino gallina ciega, puede agrupar aproximadamente 1179 especies predominando en los géneros *Phyllophaga*, *Cyclocephala* y *Paranomala*, (Morón *et al.*, 2018).

Presentan una gran diversidad de hábitos alimenticios por lo que cumplen distintas funciones dentro del suelo, éstas pueden consumir materia orgánica (saprófagas), raíces (rizófagas), material en descomposición (necrófagas) y heces (coprófagas) el consumo puede ser clasificado en distintos niveles, rizófagas graduales, rizófagas estrictas, saprófagas estrictas, copro-necrofagas, saproxilofagas graduales y facultativas (consumen material humificado, cuando este escasea consumen raíces o tallos), la variedad de hábitos alimenticios refuerza la importancia de realizar diagnósticos previos sobre la identidad de organismos relacionados al sitio de interés (Tapia-Rojas *et al.*, 2013).

La distribución de algunas especies edáficas se encuentra relacionadas por el tipo de suelo y cultivo que se encuentren; de ahí se tienen algunos ejemplos donde el tipo de suelo junto con la vegetación determinan los grupos del complejo gallina ciega que en ellos habitan; se ha reportado que muchas especies plaga pueden emerger y ocasionar daños únicamente después de realizarse cambios en las condiciones del suelo, esto favorece la dominancia en especies “raras” cambiando la función que realizan dentro del sistema y fungir como plagas potenciales (Brown *et al.*, 2001; Vasconcellos *et al.*, 2013; Huelgas-Marroquín *et al.*, 2015).

Aunado al cambio del uso del suelo las poblaciones de gallina ciega responden a factores abióticos como los cambios climáticos extremos (aumento/disminución de temperatura), la falta de humedad y de materia orgánica, causando una modificación extrema en su dinámica poblacional ya que las especies benéficas se ven desplazadas por las especies dañinas quienes tienden a ser más resistentes a estos cambios (Nájera-Rincón y Trevor, 2010).

3.2.1.1Taxonomía

De acuerdo con Smith (2006) la clasificación taxonómica de la familia Melolonthidae se presenta a continuación:

REINO: Animalia

FILO: Arthropoda

SUBFILO: Euarthropoda

SUPERCLASE: Mandibulata

CLASE: Hexapoda

SUBCLASE: Pterygota

DIVISIÓN: Neoptera

SUBDIVISIÓN: Endopterigota

ORDEN: Coleoptera

SUBORDEN: Polyphaga

SUPERFAMILIA: Scarabaeoidea

FAMILIA: Melolonthidae

En el presente estudio, se sigue la clasificación de los Scarabaeoidea o Lamellicornia, definida por Morón (2010), la cual agrupa las propuestas realizadas por Endrödi (1966), Scholtz (1984, 2003 y 2004), Morón (1997) y Micó *et al.* (2008). Esta clasificación expresa las relaciones entre clados (*Geotrupidae*, *Trogidae*, *Scarabaeidae* y *Melolonthidae*), los cuáles fueron realizados con base en la secuenciación de rDNA en 28S y 18S del tejido muscular pertenecientes a la superfamilia Scarabaeoidea.

En América, la superfamilia Scarabaeoidea está conformada por 12 familias dentro de las que se encuentra Melolonthidae representada en México con cinco subfamilias, las cuáles son: Melolonthinae (Leach, 1819); Hopliinae (Latreille, 1829); Rutelinae (MacLeay, 1829); Dynastinae (MacLeay, 1829) y Orphninae (Erichson, 1847) (Morón, 2013b). De estas se han registradas 1 179 especies agrupadas en 127 géneros (Morón, 2014a).

3.2.1.2 Morfología

Las larvas pertenecientes a la familia Melolonthidae, son de tipo escarabeiforme, con el cuerpo en forma de “C”, generalmente robustas y presentan tres regiones bien delimitadas: cabeza, tórax y abdomen. De color blanco-cremoso, tres pares de patas en la región torácica, cabeza tipo hipognata, mandíbulas bien desarrolladas y la hendidura anal de forma transversal o en “Y”.

Es posible separar a las especies del complejo gallina ciega, mediante caracteres morfológicos especializados. Entre ellos se incluyen el número de sedas en las diferentes regiones de la cabeza, la forma y el número de halos en el último artejo antenal. También es considerada la hipofaringe, la presencia o ausencia de *zygum*, *epizygum* o *proplegmatium*. Asimismo, la forma y tamaño de los espiráculos junto con las características del ráster con o sin septula, el número y forma de palis que lo conforman (Böving, 1936; Cuate-Mozo *et al.*, 2020; Cuate-Mozo *et al.*, 2025).

Los adultos de esta familia se caracterizan por presentar el escapo antenal mucho más corto que el flagelo, y la maza antenal constituida por tres a siete artejos alargados y aplanados, cuya superficie tiene un aspecto brillante y sedas dispersas. La cabeza es proporcionalmente pequeña, el cuerpo tiene forma ovalada y robusta, rara vez aplanada o esbelta. Los estigmas respiratorios de los últimos tres segmentos abdominales están colocados sobre la porción lateral de los esternitos, condición denominada pleurosticti, y en la mayor parte de las especies estos estigmas son visibles cuando los élitros están en posición de reposo. Los tres pares de patas tienen cinco artejos tarsales, condición pentámera y las uñas tarsales se observan bien desarrolladas. Exhiben una gama amplia de colores y su longitud varía entre 3 y 170 mm (Morón *et al.*, 1997).

Es frecuente un acentuado dimorfismo sexual, que es aparente sobre todo en la presencia de proyecciones cefálicas o protorácicas en forma de cuernos, en la hipertrofia de las patas protorácicas o metatorácicas, presentan diferencias notables en la coloración, la textura y vestidura setífera de las partes dorsales. En algunas especies es notable la variación en coloración, existiendo formas metálicas rojas, o de colores muy diferentes a las formas típicas (Morón *et al.*, 1997).

3.2.1.3 Ciclo de vida

El estudio de los ciclos de vida de los organismos que se relacionan con los cultivos y pastos es de vital importancia, ya que recaba información de la biología de los insectos lo que permite realizar estrategias más efectivas en el manejo (Aragón *et al.*, 2005).

El ciclo de vida de las especies de la familia Melolonthidae, en la mayoría de los casos tiene un año de duración. Los adultos emergen de mayo a junio pocos días después de finalizar el periodo de lluvias. Después del apareamiento las hembras depositan los huevos bajo la tierra aproximadamente de 10 a 20 cm. La eclosión sucederá en un periodo aproximado de 6 a 15 días; de donde emergerá una larva. El primer estadio larval tiene una duración en promedio de 26 días; el segundo estadio larval tiene una duración promedio de 36 días; el tercer estadio

larval tiene un promedio de 104 días. El estado de pupa tiene una duración promedio de 44 días para completar un ciclo que va desde la eclosión del huevo hasta el desarrollo de un imago en un tiempo promedio de 226 días dependiendo de la especie, por lo que es considerado un ciclo anual (Aragón *et al.*, 2005).

3.3 Interacción planta-insecto

El Reino de las plantas y la Clase de los insectos son de los grupos más diversificados en el mundo y esto puede ser explicado debido a que se encuentran ligados mediante un proceso de coevolución, proceso en el cual dos organismos se desarrollan de forma paralela, coordinada y armónica, generando una estrecha relación entre ellos, esto es observado en la adaptación de estructuras morfológicas especializadas que se han modificado a través del tiempo evolutivo (Fontúrbel y Mondaca, 2000).

Las plantas poseen una serie de características que pueden influir en el papel que desarrollan los insectos sobre ellas, generando sustancias químicas que pueden atraer o repeler a diferentes grupos de insectos (Camarena, 2009). Dentro de las principales interacciones se han descrito la herbivoría, polinización, ser sitios de refugio o sitios de reproducción, incluso, algunos órdenes de insectos pasan alguno de los estadios de su ciclo de vida en las plantas por lo que intrínsecamente la especialización hacia un organismo hospedero puede estar relacionada con la evolución animal derivando en distintos hábitos alimenticios (nectarívoros, folívoros, frugívoros, rizófagos o florívoros) (Janz *et al.*, 2001).

En cuanto a los coleópteros diurnos se han descrito las interacciones de algunos géneros pertenecientes a la familia Melolonthidae particularmente, el género *Macrodactylus* se ha relacionado a 66 especies de plantas en las que destacan las familias: Rosaceae, Asteraceae, Laureaceae y Pinaceae (Morales-Blancas y Romero-López, 2019), las cuales fungen como sitios de reproducción, alimentación o segregación; y en las plantas pueden favorecer a la polinización.

Los coleópteros nocturnos, tienen comportamientos parecidos ya que algunos solo utilizan a las plantas como sitios de segregación y apareamiento. Sin

embargo, algunos autores reportan que estos insectos solo realizan actividades de apareamiento sobre los organismos vegetales sin presentar ningún tipo de implicación a la planta (Lugo-García *et al.*, 2011a; Hernández-Camargo *et al.*, 2017).

3.4 Manejo Integrado de Plagas

El manejo integrado de plagas (MIP), fue descrito por primera vez a finales de los años 70's (Pérez-Moreno, 2000), como consecuencia de la preocupación mundial por la pérdida de la fertilidad del suelo, la disminución de insectos benéficos, la contaminación del agua y del suelo, así como las repercusiones sanitarias debido al uso indiscriminado de agroquímicos. Esto ha provocado alteraciones importantes en el ecosistema, afectando servicios ecosistémicos esenciales como la polinización, la estructura vegetal, la composición del suelo y la diversidad.

Contrariamente al manejo realizado por el uso exclusivo de agroquímicos, el MIP busca lograr una combinación de diferentes métodos de control con el objetivo de reducir y mantener las poblaciones de plagas por debajo del umbral económico. Para evitar llegar a este umbral se han sugerido distintas técnicas que coadyuvan a la disminución de la población del organismo de interés en un sentido más sustentable y disminuyendo el riesgo en la salud de quienes lo implementan y consumen (Martínez, 2010).

El MIP también se sustenta en la generación de conocimiento y en la colaboración activa entre especialistas de diversas disciplinas vinculadas al aprovechamiento y manejo de los recursos naturales. Esta sinergia promueve un desarrollo armonioso, factible y sustentable, especialmente en entornos que se caracterizan por su multidimensionalidad, su enfoque integral y su dinamismo (Mohammad *et al.*, 2007).

Para su implementación, es importante realizar una serie de pasos que permitan determinar donde se encuentra el desequilibrio, cuál es el agente que está realizando el daño, y cuál será la técnica adecuada tomada para implementar un manejo en el agroecosistema. Es importante mencionar que este manejo no es una receta que puede implementarse a todos y cada uno de los agroecosistemas, por lo

que se resalta que el diagnóstico es el pilar de cualquier decisión sobre la técnica agroecológica a implementar. Las técnicas más utilizadas dentro de este manejo es el uso cuidadoso de agroquímicos, técnicas culturales y físicas, el uso de entomopatógenos, entre otras (Villalobos *et al.*, 2003).

En este sentido, el MIP representa una estrategia dinámica que prioriza el equilibrio ecológico y la sostenibilidad del agroecosistema. Su enfoque no se basa en la erradicación total de los organismos considerados plaga, sino en mantener sus poblaciones dentro de límites tolerables, minimizando el impacto ambiental y sanitario. La correcta implementación del MIP exige un diagnóstico profundo, adaptado a las condiciones específicas de cada sistema productivo, y una selección cuidadosa de técnicas que integren conocimiento biológico, prácticas culturales y de control biológico. Así, el MIP se consolida como una alternativa viable frente al manejo convencional, promoviendo la conservación de los servicios ecosistémicos y la salud de quienes interactúan con el entorno agrícola y urbano (Mohammad *et al.*, 2007; Aragón *et al.*, 2008a; Martínez, 2010).

3.5 Manejo Agroecológico de Plagas.

A diferencia del MIP, el Manejo Agroecológico de Plagas (MAP), se distingue por un cambio en la conceptualización del manejo dentro del ecosistema, aquí no solo se busca disminuir o erradicar al organismo problema, si no que, parte de la transformación del agroecosistema en sí, creando ecosistemas más saludables que sean más resistentes al aumento en la población de ciertos organismos. Esto sugiere no solo un cambio inmediato, sino la sostenibilidad ecológica del agroecosistema a largo plazo (Bahena, 2003).

Altieri (1994), establece que por cada plaga que se encuentra en el agroecosistema, se puede presentar un complejo de organismos benéficos que actúan sobre ella. Este principio sustenta parte de la agroecología, al promover que los ecosistemas modificados por el hombre mantengan una mayor diversidad. De esta manera, es posible manejar los agroecosistemas de forma más equilibrada,

favoreciendo la conservación de la biodiversidad, garantizando prácticas socialmente responsables y económicamente viables.

Al igual que el MIP, el MAP comienza con un diagnóstico que permita determinar la densidad poblacional del insecto de interés sobre el agroecosistema, esto justifica la implementación de cualquiera de las técnicas, recordando que el MAP contempla la aparición de distintos tipos de organismos incluyendo los considerados plaga. Una vez diagnosticado el problema dentro del sitio de interés es importante conocer su biología, esto determinará qué técnicas implementar. Por lo que requiere la combinación de un conjunto de controles que incluyen el cultural, legal, físico, biológico (natural y aplicado), genético y mecánico; buscando que en principio se actúe preventivamente y de este modo se minimice el riesgo de la presencia de organismos denominados plaga (Bahena *et al.*, 2012).

Cuando se emplea el MAP, dentro del agroecosistema el uso de agroquímicos es nulo, debido a que se contrapone con los organismos benéficos, causando un desequilibrio mayor (Vázquez-Moreno, 2010).

3.5.1. Colecta directa

La colecta directa forma parte de las prácticas mecánico-físicas para el manejo del complejo gallina ciega (Nájera-Rincón *et al.*, 2010) es una práctica viable, puesto que es económica, no genera ningún contaminante hacia el medio ambiente y es eficiente, ya que solo se colectan los organismos de interés dejando en el ecosistema insectos, benéficos y no generan ningún tipo de contaminante hacia el medio ambiente.

El uso de la colecta directa requiere una previa capacitación al personal que realizará la recolecta, de esta forma se garantiza que se colecten los insectos de interés, tal como se realizó en Amanetango, Chiapas; dónde se capacitaron a niños de la primaria de la localidad para que conocieran la biología de los adultos pertenecientes al complejo gallina ciega mediante ilustraciones y ejemplares entomológicos, esto permitió que diferenciaron entre especies dañinas, benéficas o inocuas. Como resultado de ello, se obtuvieron 40 995 ejemplares adultos de los

géneros *Phyllophaga* y *Paranomala*, esto constituye a una alternativa para prevenir la incidencia de las larvas en el maíz de la localidad, el éxito de la captura de los organismos se relaciona a la capacitación previa, el trabajo organizado, sistemático y colectivo de la comunidad. La eficiencia de esta práctica no ha sido reportada debido a que no se cuenta con datos posteriores a la recolecta de adultos que demuestren que la incidencia de gallina ciega es menor después de realizada esta práctica (Cruz-López *et al.*, 2001).

3.5.2. Uso de trampas de luz

Además de la colecta directa, el uso de trampas de luz es un tipo de colecta mecánico-física en la cual se aprovecha el fototactismo positivo de algunos insectos. Para colocar las trampas de luz, es imprescindible conocer la biología de los insectos de interés, el horario de vuelo y su estacionalidad (Aragón y Olguín, 2001). Por ello en el caso de los melolóntidos las trampas de luz son colocadas a partir del mes de abril hasta julio, en un horario de las 18:00 hrs hasta las 21:30 hrs. (Aragón *et al.*, 2008b; Márquez-Manzano *et al.*, 2024). Existen diferentes tipos de trampas de luz, sin embargo, para la captura de melolóntidos, destaca la trampa tipo embudo.

La trampa de luz tipo embudo tiene una altura de aproximadamente 1.5 m, en la parte superior posee una cubierta tipo cónica, que protege el sistema de iluminación, en el eje central se coloca un foco que provee luz fluorescente, la cual atrae a los insectos. En la sección inferior, un embudo conduce a los insectos al recipiente colector, el cual está provisto de agua y jabón. Esta mezcla rompe la tensión superficial, evitando que los melolóntidos escapen (Aragón *et al.*, 2018).

Algunos de los melolóntidos que muchas de las veces sus larvas se convierten en problema para las plantas presentan corto periodo de vuelo, por lo tanto, la implementación debe ser rápida y precisa para lograr los mejores resultados (Aragón *et al.*, 2005; Lugo-García *et al.*, 2011a; Aragón *et al.*, 2018).

De acuerdo con Aragón *et al.* (2018), el uso de trampas de luz para la colecta de escarabajos favorece la disminución de las larvas de las especies colectadas del

complejo gallina ciega, sin utilizar químicos y a un bajo costo, por lo que resulta un método eficaz para el manejo del complejo gallina ciega.

No obstante, la implementación de las trampas de luz debe ser usado junto con otras prácticas agroecológicas, ya que se ha demostrado que el fototactismo depende de la especie y en ocasiones esto limita la captura de las especies dañinas (Castro-Ramírez *et al.*, 2003; Cuate-Mozo *et al.*, 2016).

La eficiencia de esta práctica fue demostrada en un cultivo de maíz, donde se disminuyó la población de *Ph. ravidia*, especie descrita como rizófaga en su estadio larvario, esta técnica además de ser eficiente no es dañina para la salud humana y el medio ambiente (Aragón *et al.*, 2008).

3.5.3. Control biológico

El control biológico inicialmente fue definido como la acción de parásitos, depredadores y patógenos que mantienen las poblaciones de otros organismos a un nivel más bajo de lo que pudiera ocurrir en su ausencia (DeBach, 1977), por lo que es una práctica que aprovecha a los enemigos naturales de las plagas con el objetivo de reducir la densidad de la población sin afectar la biodiversidad de los ecosistemas, utilizando insectos depredadores, avispas parasitoides, ácaros depredadores, nemátodos, bacterias y hongos entomopatógenos.

Una de las vías de acción dentro del control biológico es el uso de hongos entomopatógenos, dentro de cuales se reconocen aproximadamente 100 géneros y 700 especies, siendo *Beauveria bassiana* (Bals.) y *Metharhizium anisopliae* (Metschnikoff) las más utilizadas, debido a su eficiencia y facilidad de multiplicación (Rodríguez *et al.*, 2006); estos usualmente causan la muerte del huésped por deficiencia nutricional, invasión o digestión de tejidos y la liberación de micotoxinas. La infección por estos hongos es iniciada por los conidios desarrollándose en tres fases: adhesión y penetración del conidio sobre la cutícula del insecto; penetración de la hifa en el hemocele; y el desarrollo del hongo, lo que resultará en la muerte del insecto (Hernández-Velázquez *et al.*, 2010).

Un organismo infectado por hongos presenta manchas necróticas de color pardo-oscuro o negro, que son asociados al sitio donde penetró el hongo, posteriormente las larvas presentan rigidez y se tornan de color blanco o verde según el hongo por el que fue infectado (Cortés *et al.*, 2011).

Hernández-Velázquez *et al.* (2010) determinaron, que los hongos predominantes asociados a los suelos de México son *B. bassiana*, *M. anisopliae* y *Paecilomyces* spp. Estos entomopatógenos cumplen un papel fundamental en la regulación de poblaciones, al infectar y provocar la muerte de sus hospederos sin afectar de manera significativa a otros organismos del ecosistema. Su presencia en los suelos agrícolas refleja una adaptación a las condiciones locales y una interacción estable con la biota edáfica (Russo; 2016). Es por ello, que la implementación de dichos hongos a distintos agroecosistemas puede favorecer la diversidad funcional del suelo. En este sentido, su aplicación representa una estrategia agroecológica que armoniza con la conservación de la biota del suelo.

IV. Justificación.

Los jardines botánicos son depositarios vivos de especies vegetales de importancia ecológica a su vez forman parte esencial por los diversos beneficios ambientales y sociales que prestan. Cumplen un rol importante como reguladores de temperatura, filtrando la radiación solar, minimizan la erosión del suelo, constituyen reservorios de agua y aseguran el asentamiento de ecosistemas urbanos. Su composición está conformada en gran parte por áreas bien delimitadas, con diferentes tipos de vegetación que favorecen la regulación de la temperatura, creando microrregiones. Sin embargo, esta vegetación se encuentra en peligro por los cambios de fluctuación del ambiente, provocando que algunas especies de insectos de interés económico aumenten su densidad poblacional y puedan ocasionar daños a la vegetación, como algunas especies pertenecientes a la Familia Melolonthidae que provocan daños en su estadio larvario como en el estado adulto.

Ante esta situación, se aplican agroquímicos para disminuir las poblaciones pertenecientes al complejo gallina ciega, que lamentablemente no son específicos por lo que dañan toda la fauna edáfica, incluyendo a los organismos benéficos, contaminando el suelo y el agua. Su uso indiscriminado dentro de las ciudades ha ocasionado el desequilibrio ecológico, resistencia de algunos insectos, y afecta negativamente a la salud de personas y animales de compañía. El manejo agroecológico consta de un conjunto de técnicas que permite la sustitución de los agroquímicos, con un mínimo riesgo a los ecosistemas y sin afecciones hacia la salud humana.

Es por ello, que el presente trabajo propone realizar el manejo agroecológico sobre la gallina ciega asociada al Jardín Botánico BUAP, de forma que, pueda ser sencilla de realizar, de fácil acceso y con un menor daño a los ecosistemas urbanos.

V. Objetivos

5.1 Objetivo general.

Determinar el conjunto de especies relacionados al complejo gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae), obtener la relación adulto-plantas y evaluar las prácticas agroecológicas a implementar en el jardín botánico BUAP.

5.2 Objetivos particulares.

- 5.2.1 Obtener la abundancia y riqueza específica de las larvas del complejo gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) asociado a la vegetación del sitio de estudio.
- 5.2.2 Realizar la descripción morfológica de la larva de la especie de *Phyllophaga* que se encuentre y que no se haya descrito.
- 5.2.3 Obtener la abundancia y riqueza específica de los adultos pertenecientes al complejo gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) asociados al JBU-BUAP.
- 5.2.4 Obtener la relación de adultos Coleoptera: Melolonthidae con la vegetación hospedera de la zona de estudio.
- 5.2.5 Evaluar el efecto de la aplicación del control biológico *Metharhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin, 1883 y *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin, 1912, así como, la captura directa de melolontidos con trampas de luz, durante la época de vuelo en el jardín botánico BUAP.

VI. Hipótesis general

El manejo agroecológico del complejo gallina ciega por medio de la aplicación de *Metharhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*, en conjunto con la recolección de adultos a través de trampas de luz durante la época de vuelo, reducirá la población de gallina ciega del Jardín botánico BUAP.

VII. Material y Métodos

7.1 Sitio de estudio.

La presente investigación se realizó en el jardín botánico BUAP, ubicado dentro de Ciudad Universitaria, Av. San Claudio s/n, Colonia San Manuel, 72570, Heroica Puebla de Zaragoza, Puebla; que corresponde a las coordenadas geográficas 19°00'01" N y 98°11'54" W (figura 1). Presenta una superficie de 10.8 hectáreas, dividida en diez secciones que presentan diferencias geográficas, ecológicas, taxonómicas y de usos culturales (JBU, 2025).

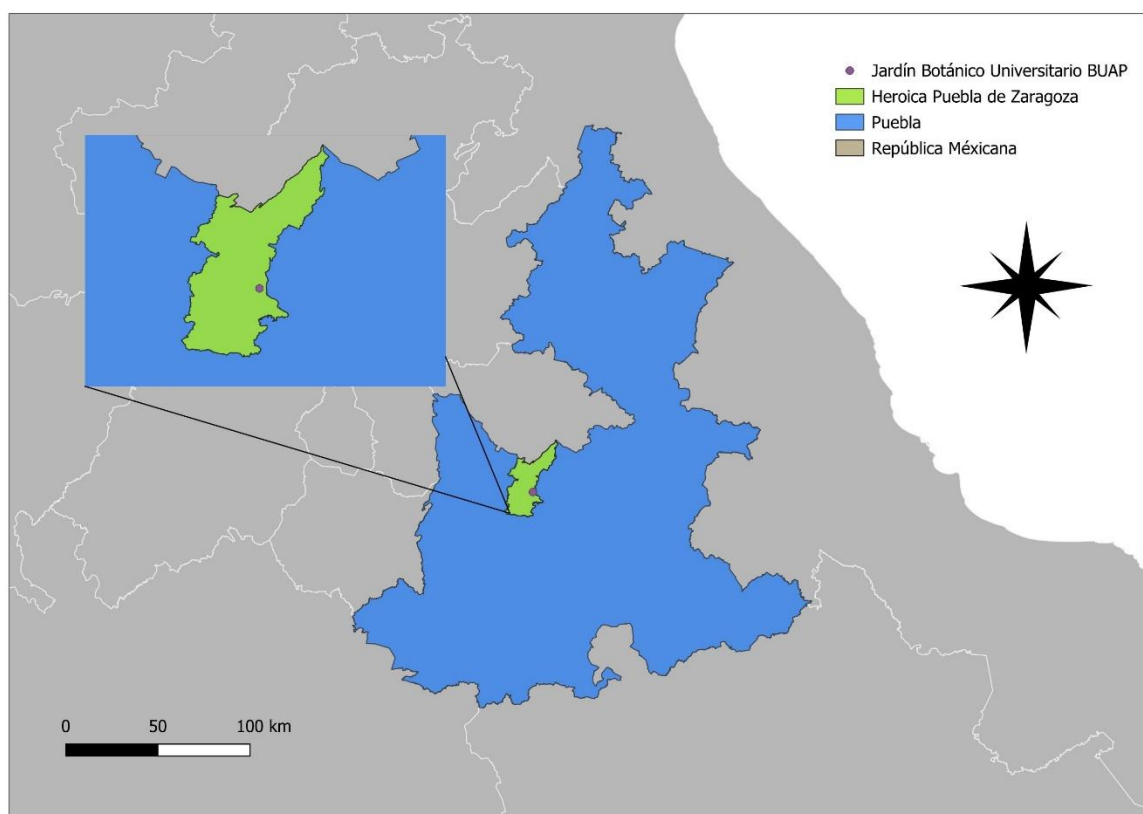


Figura 1. Ubicación geográfica del Jardín Botánico BUAP.

El jardín botánico es una de las colecciones más grandes de conservación viva en Latinoamérica, ya que posee aproximadamente tres mil plantas, las cuales representan 480 géneros, 122 familias, 280 especies nativas y 140 accesos de *Quercus*. Se incluyen especies de los géneros *Bursera* y *Jatropha*; así como cactáceas, plantas de importancia económica, ornamentales y flora nativa de las

que incluyen cinco especies de orquídeas; la principal cobertura del suelo está formada por pastos y hojarasca (RHNM, 2025).

Se realizó un diseño experimental por bloques, debido a la variedad de la vegetación en el sitio; cada bloque fue asignado por la vegetación específica que la compone, conjuntando tres bloques (**Sitio 1:** Zona Quercus; **Sitio 2:** Humedal-Palmetum; y **Sitio 3:** Zona Norte-Sur y vegetación de importancia económica); cada bloque fue aplicado durante el diagnóstico y la implementación de las prácticas agroecológicas propuestas por este trabajo; los tratamientos se establecieron de acuerdo a las necesidades de cada una de las zonas. Los bloques se conformaron como se muestran en la figura 2.

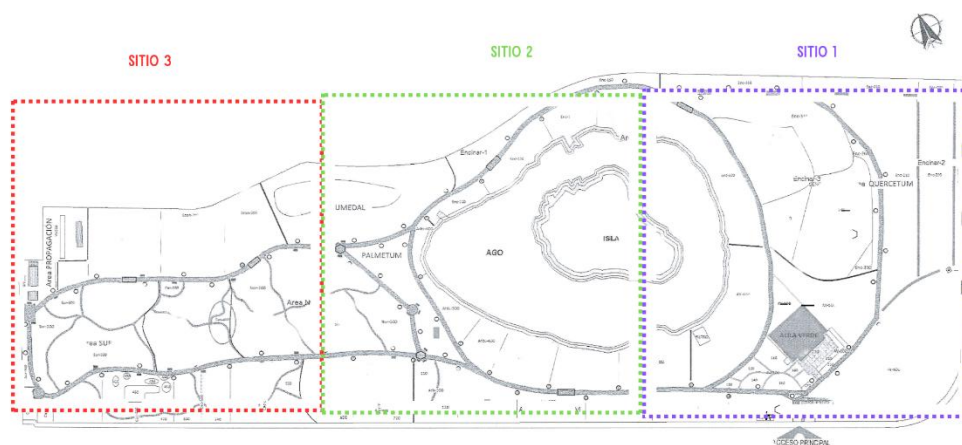


Figura 2. Croquis de los bloques realizados para el diagnóstico y el manejo agroecológico de Coleoptera: Melolonthidae

Para evitar un error metodológico en la colocación de las trampas de luz, éstas fueron colocadas a una distancia mínima de 100 metros una de la otra; la implementación de los hongos se realizó donde se percibió la mayor cantidad de larvas por muestra de suelo. Donde se implementó el tratamiento de colecta directa no se aplicó ninguna espora y en el último cuadrante no se realizó ningún tipo de técnica por lo que corresponde al grupo control. Esto se ejemplifica en la figura 3.

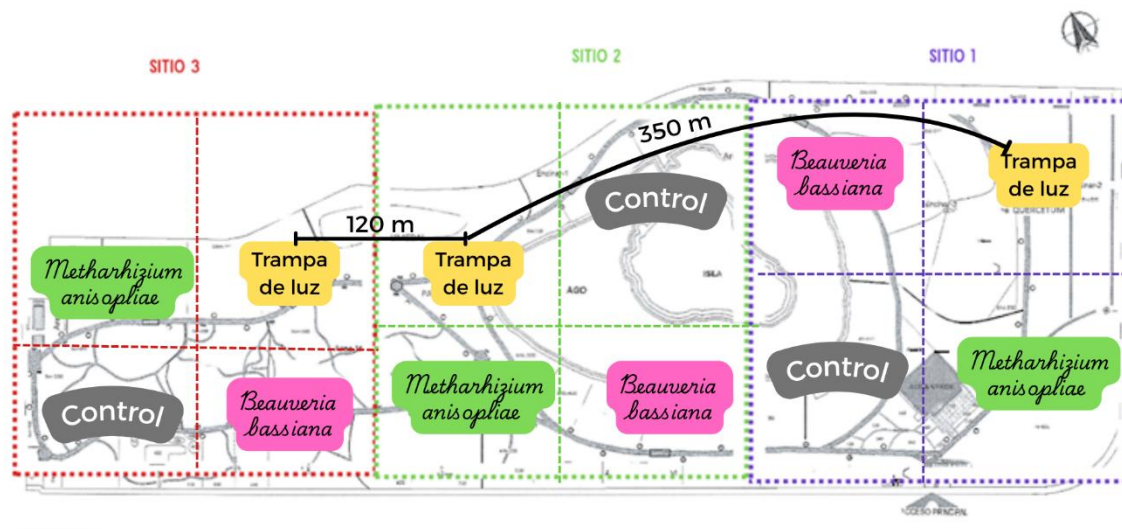


Figura 3. Croquis de los tratamientos empleados durante el manejo agroecológico de Coleoptera: Melolonthidae

7.2 Abundancia y riqueza específica de las larvas del complejo gallina ciega.

Para poder realizar el diagnóstico del complejo gallina ciega, se procedió a realizar en cada uno de los sitios previamente delimitados muestreos del suelo de 30x30x30 cm (Lavelle *et al.*, 1997); durante los meses de octubre a diciembre de 2023. En cada uno de los sitios se realizaron cuatro muestreos de suelo, con ayuda de una pala plana de 15 cm. Las muestras se colocaron sobre un plástico negro, posteriormente se localizaron todas las larvas manualmente y se depositaron en botes de 500 ml provistas de suelo del lugar de colecta con su respectiva etiqueta. Se transportaron al laboratorio de Sistemática y Diagnóstico de plagas del Centro de Agroecología perteneciente al Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (CENAGRO-ICUAP), dónde fueron separadas mediante el uso de un estereoscopio Olympus SZ-ILST observando al microscopio la forma del ráster y palidia caracteres morfológicos propuestos por Böving (1936).

Una vez separadas por morfoespecie, se sacrificó el 10% de las larvas sumergiéndolas en líquido Pampel durante cuatro días, de acuerdo con la metodología propuesta por Morón y Terron, 1988 posteriormente se colocaron en alcohol al 70% para su conservación. Las larvas restantes se colocaron en botes de

500 ml de capacidad, provistos por suelo del sitio previamente esterilizado y humedecido; separados de acuerdo con las morfoespecies previamente identificadas y se etiquetaron.

El 90% de las larvas colectadas se colocaron en un cuarto de cría donde se mantuvieron en condiciones controladas, con temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, humedad relativa del $70\% \pm 5\%$ y un fotoperiodo de 18:6 (luz: oscuridad). Para continuar su desarrollo, los ejemplares fueron alimentados con rodajas de zanahoria, que se cambiaron cada tercer día, hasta alcanzar el estado de pupa, de esta forma se logró obtener la relación larva- adulto, de acuerdo con la metodología propuesta por Aragón y Morón (2004) y de este modo verificar su identidad. Los adultos obtenidos se fijaron con alfileres entomológicos y se determinaron a nivel especie mediante las claves dicotómicas para adultos Coleoptera: Melolonthidae propuestas por Aragón *et al.* (2001), Morón *et al.* (1997) y Morón (2013a); Aragón *et al.* (2001) y Morón *et al.* (1997). El material estudiado se encuentra depositado en la colección entomológica “Miguel Ángel Morón Ríos perteneciente al Centro de Agroecología de BUAP.

7.3. Descripción morfológica del tercer instar de la larva *Phyllophaga xanthe* (Bates:1888)

Como se describió en el punto 7.2, se obtuvo la relación larva-adulto de la especie *Ph. xanthe*. Las descripciones y observaciones fueron realizadas con base en los caracteres propuestos por Böving (1936), con la ayuda de un estereoscopio Carl Zeiss stemi 305®.

Para realizar la toma de fotografías se siguió la metodología propuesta por Vázquez-Franco y Morrone (2022); así como por Vázquez-Franco *et al.* (2024), incorporando condiciones estandarizadas de iluminación y posicionamiento. Las fotografías fueron tomadas con una cámara digital Canon® 1300D, para el habitus de la larva se utilizó un lente 18-55 mm Canon® EF-S18-55mm f/3.5-5.6 IS STM, para las estructuras tales como los espiráculos, antenas y epifaringe, se utilizó un objetivo Nikon® BD plan 10x, montado sobre un fuelle pentacon; en ambos casos

todos los sets up fueron montados sobre un riel micrómetro lineal. Los softwares utilizados fueron Zerene Stacker y GIMP 2.10.38.

7.4 Abundancia y riqueza de los adultos pertenecientes al complejo gallina ciega

La colecta de los adultos se realizó del 22 de abril al 16 de junio de 2024 en un horario de 18:00 a 22:30 hrs, este horario se estableció según lo propuesto por Aragón *et al.* (2005).

Para ello, se tomaron en cuenta los adultos capturados mediante las trampas de luz y los colectados en la vegetación hospedera. La colecta indirecta, se realizó a través de una trampa de luz flúor negra de 22 watts de tipo embudo, alimentada por baterías de 16 voltios, se colocaron un total de 3 trampas dentro del jardín botánico en cada uno de los bloques previamente establecidos conforme al diseño de experimentación (Figura 3). Cada trampa fue provista por una cubeta de 20L de capacidad con solución de agua y jabón (9:1) (Aragón *et al.*, 2018). Los organismos colectados fueron sacrificados en alcohol al 70% y posteriormente se separaron, etiquetaron y determinaron. El material fue depositado en la colección entomológica “Miguel A. Morón Ríos”, perteneciente a CENAGRO-ICUAP. En cuanto a colecta directa se realizó a través del “lampareo”, técnica que permite obtener información acerca de los hospederos vegetales de melolóntidos e información sobre la presencia de organismos que no son atraídos a la luz (Méndez- Aguilar *et al.*, 2005; Pacheco y Castro-Ramírez, 2005).

7.5 Adultos de Coleoptera: Melolothidae asociados a la vegetación del jardín botánico BUAP

La colecta de los adultos asociados a la vegetación se realizó en la temporada indicada en el apartado 7.4. Para la colecta se revisó la vegetación presente en los tres bloques establecidos, en el tratamiento correspondiente a la trampa de luz, esto se muestra en la figura 3, cada planta fue revisada con ayuda de lámparas de mano, particularmente en tallos, peciolos, ramas, hojas, flores y frutos, buscando la presencia de melolóntidos y su interacción (alimentación/lugar

de cópula). Los insectos colectados fueron colocados en botes etiquetados con la fecha de colecta, hora, sitio y el nombre de la planta hospedera. Posteriormente, fueron llevados al laboratorio de Sistemática y Diagnóstico de plagas del CENAGRO-ICUAP dónde se sacrificó al 80% de la muestra conservados en alcohol al 70% y el material restante fue fijado en alfileres entomológicos para su posterior determinación con ayuda de claves taxonómicas (Morón *et al.*, 1988; Morón y Deloya, 1991; Deloya *et al.*, 1995; Morón *et al.*, 2014a). Una vez preservados, el material fue corroborado con los ejemplares de referencias de la colección, por el Dr. Agustín Aragón García.

Una vez preservados y etiquetados el material colectado fue depositado en la colección entomológica “Miguel Ángel Morón Ríos”, perteneciente a CENAGRO-ICUAP.

7.6 Prácticas agroecológicas para el manejo del complejo gallina ciega

Las prácticas agroecológicas fueron establecidas con base a los bloques delimitados anteriormente, en cada bloque se establecieron cuatro tratamientos (Tratamiento 1: Control; Tratamiento 2: Colecta directa e indirecta de adultos (Trampa de luz); Tratamiento 3: Control biológico con *B. bassiana* y Tratamiento 4: Control biológico con *M. anisopliae* (Figura 3)).

7.6.1 Control biológico

El control biológico fue implementado durante el mes de octubre del 2024, coincidiendo con el segundo y tercer estadio larvario de los melolóntidos. El material biológico se obtuvo a través de la marca comercial Agrobionsa® con las cepas de *B. bassiana* (BEA-SIN (ABNBb101)) y *M. anisopliae* (META-SIN (ANBMa201)), las aplicaciones se realizaron conforme a las instrucciones del fabricante, durante las mañanas con una bomba de aspersión de 16L de capacidad, de esta forma se evitó la evaporación y se pudiera absorber con mayor facilidad. Las áreas de los tratamientos tuvieron un área media de 7200 m, por lo que se realizó la aplicación correspondiente a 0.7 hectáreas.

La proporción utilizada de hongos entomopatógenos fue de aproximadamente 1×10^7 a 1×10^8 conidios/ml, diluidos en agua. Se realizaron 2 aplicaciones en total, en un lapso de 15 días, con el fin de asegurar una cobertura efectiva de las zonas donde se aplicaron los tratamientos.

7.6.2 Análisis de datos

Para obtener el porcentaje de eficacia en los tratamientos aplicados se siguió la metodología propuesta por (Argimón, 2022), la cual establece al grupo control como referencia para evaluar el efecto entre tratamientos. De esta manera, es posible considerar la disminución de las poblaciones debido a factores no relacionadas a la aplicación de los tratamientos en el sitio de estudio.

Una vez considerado esto, se procedió a evaluar el efecto de los tratamientos sobre la población de gallina ciega dentro del jardín botánico universitario, se aplicó una prueba de muestras pareadas, lo que permitió visualizar con un nivel de confianza del 95% si existían diferencias significativas con respecto a la aplicación de los tratamientos.

Posteriormente, se analizó la distribución de los datos y la homogeneidad de las varianzas, mediante la prueba de Shapiro-Wilk obteniendo evidencia de normalidad en la distribución de los datos y homogeneidad en las varianzas, con un $\alpha=0.05$.

Dado que se cumplían los supuestos de normalidad y homogeneidad, se procedió a realizar un análisis de varianzas (ANOVA), considerando el número de tratamientos aplicados. Este análisis permitió establecer si existían diferencias significativas entre tratamientos, también con un nivel de confianza del 95%.

Finalmente, se aplicó una prueba post hoc de Tukey para identificar específicamente entre qué tratamientos se presentaban las diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

El análisis estadístico se realizó utilizando el paquete Statgraphics Centurion® XVI.

VIII. Resultados y Discusión

8.1. Abundancia y riqueza de las larvas del complejo gallina ciega.

Se colectaron 338 larvas pertenecientes al complejo gallina ciega, agrupadas en los géneros: *Phyllophaga*, *Paranomala*, *Cyclocephala* y *Xylorites*; de las cuales se identificaron a nivel de especie: *Ph. misteca*, *Ph. xanthe*, *Ph. vetula*, *P. forreri*, *X. telephus* y *C. barrerae* (figura 4). De las larvas colectadas, presenta dominancia la especie *Ph. misteca*, con un 42 %, caracterizada por poseer hábitos rizófagos, lo cual puede estar asociado a los daños presentes en la cobertura vegetal del jardín botánico BUAP, coincidiendo con lo reportado por Aragón *et al.* (2008a), quienes mencionan que las especies del género *Phyllophaga* son las que ocasionan daños a la cobertura del suelo, provocando la pérdida o amarillamiento de los pastos en La Vista Country y Club de Golf de Puebla.

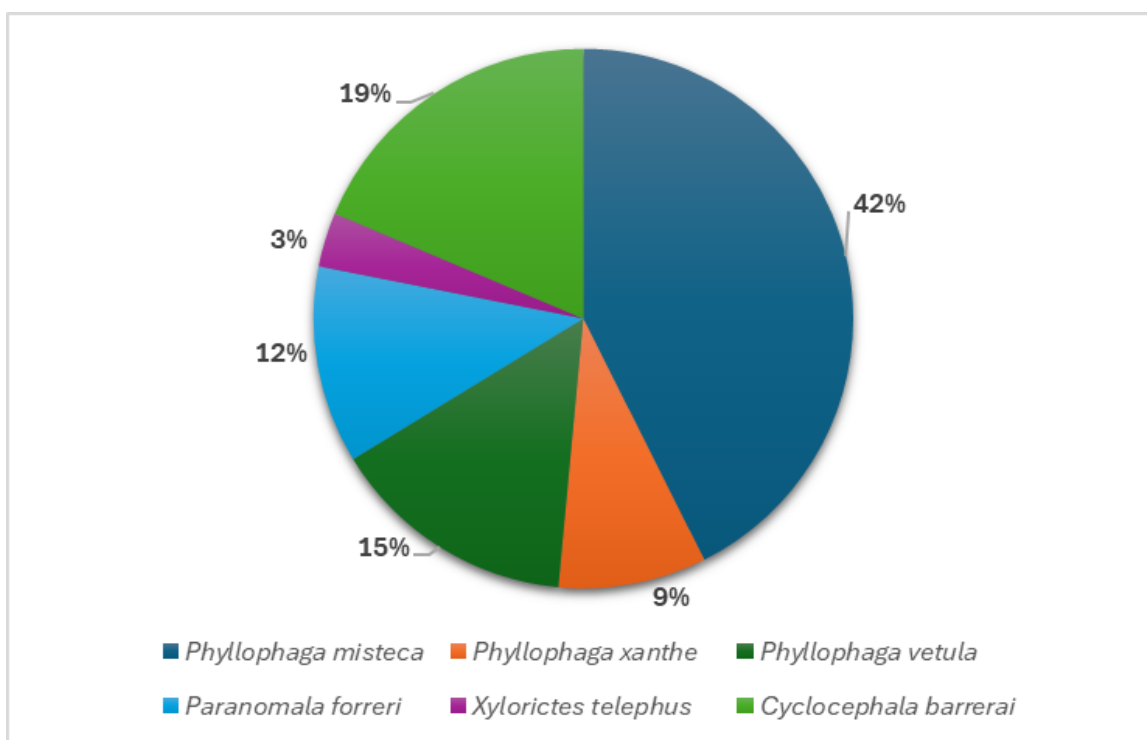


Figura 4. Especies de larvas Coleoptera: Melolonthidae, colectados en el jardín botánico, BUAP.

Las especies *Ph. misteca*, *Ph. vetula* y *C. barrerae* concuerdan con lo previamente reportado por Aragón *et al.* (2008a) y Márquez-Manzano *et al.* (2024), donde las presentan como las especies dominantes en jardines privados de la ciudad de Puebla, sin embargo, en este estudio se identificaron tres especies más, entre las que se distinguen *X. telephus* y *P. forreri*, quienes a su vez, son nuevos registros al municipio de Puebla, esto puede estar asociado a la mayor diversidad en la vegetación dentro del jardín botánico en comparación a los estudios previamente realizados dentro de la ciudad de Puebla.

De acuerdo con Morón *et al.* (1997), el cambio de la cobertura de suelo entre sitios, los asentamientos humanos y la fragmentación entre las redes de comunicación de los insectos generan diferencias entre las poblaciones de insectos aun dentro de la misma localidad, debido a ello, es posible que algunas de las especies previamente reportadas por Aragón *et al.* (2008a) y Márquez-Manzano (2023) se encuentren nuevamente en el jardín botánico BUAP.

En este estudio, no solo se determinaron organismos de hábitos rizófagos (*Ph. vetula*, *Ph. misteca* y *Ph. xanthe*), se destaca la presencia de larvas de hábitos saprófagos (*X. telephus*) y de hábitos facultativos (*P. forreri* y *C. barrerae*). Esta diversidad funcional representa un factor clave a considerar en el diseño de estrategias de manejo agroecológico de la plaga, ya que implica distintas interacciones con el suelo y los cultivos.

8.2 Descripción del tercer instar de la larva *Phyllophaga xanthe* (Bates, 1888)

Cabeza. (Figura 5) Anchura máxima de la cápsula cefálica 3.9 mm. Superficie del *cranium* ligeramente rugosa parda amarillenta. Frente, con una seda en la región frontal y una seda exterior a cada lado. Con 13 sedas en la región frontal anterior; con una seda en cada ángulo anterior de la frente; el resto de la superficie craneal con 4 sedas dorso-epicraneales, y 10-12 sedas paraocelares a cada lado, sin ocelos. Clípeo ligeramente rugoso con 2 sedas centrales y 8 sedas a cada lado. Labro simétrico, con los márgenes laterales redondeados con 11 sedas posteriores, 2 sedas centrales; 2 sedas laterales a cada lado; y 6 sedas frontales. Epifaringe

(Figura 6) con 1.5-1.6 mm de anchura y 1.3-1.4 mm de longitud, con *zygum* y *epizygum* presente; *haptomerum* prominente con 7 helis dispuestos en dos hileras transversales; cada *plegmatium* formado 9-10 *plegmata* anchos. Cada *acanthoparia* 12 sedas espiniformes recurvadas. *Proplegmatium* formado por 9-11 *plegmata*. *Dexiophoba* presente, irregular discontinúa por la placa esclerosada dirigida hacia *Chaetoparia* derecha. *Laeophoba* corta, reducida y discontinua desde el extremo de la *laeotorma* hacia la *chaetoparia* izquierda. *Dexiotorma* recta y larga con el extremo mesial apical y agudo; *laeotorma* corta y ancha; *epitorma* presente, *apotorma* ausente; *pternotorma* ancha, larga con el ápice redondeado. *Haptolachus* con *crepis* estrecho y diferenciado con 2 sensilas. *Chaetoparia* izquierda 31-33 sedas. *Chaetoparia* derecha con 33-35 sedas. Mandíbula derecha con una lámina cortante distal separada por un diente incisivo proximal por una escotadura incisiva. Márgenes internos sin dientes, área molar con tres lóbulos desarrollados (M_{1-2-3}) el lóbulo M_1 poco desarrollado; sin área estriduladora en vista ventral, proceso ventral bien desarrollado, 9 sedas en la región basolateral (Figura 7a); vista dorsal *calx* prominente y *brustia* levemente setosa (Figura 8a). Mandíbula izquierda con un área sensorial, área molar con un solo diente bien desarrollado; sin área estriduladora en vista ventral, proceso ventral reducido, región basolateral con 7 sedas (Figura 7b); vista dorsal *acia* prominente; *brustia* setosa (Figura 8b). Maxilas (Figuras 9-10) con un *uncus* terminal en la galea y cinco *unci* alineados en la *lacinia*. Palpos maxilares con cuatro palpómeros, el último palpómero el doble de largo que el primero. Área estriduladora maxilar con 11-14 dientecillos. Escleroma hipofaríngeo (Figura 11) asimétrico con el lado derecho reducido y el izquierdo prominente con el extremo apical redondeado, el lóbulo izquierdo con 10 sedas; el lóbulo derecho con 2 sedas y con una fila de sedas delgadas, glosa con 25-27 sedas espiniformes. Último artejo antenal con un área sensorial ovalada en vista dorsal (Figura 12a) y dos áreas sensoriales en vista ventral (Figura 12b).

Tórax. Los estigmas respiratorios (Figura 13) miden 0.41-0.42 mm de largo por 0.28-0.29 mm de ancho; placa respiratoria pardo-amarillenta, uniformemente recurvados en forma de “C”, la distancia entre los lóbulos de la placa respiratoria es casi del mismo tamaño que el diámetro dorso ventral de la *bulla* redondeada,

presenta 13 poros microscópicos en una línea transversal de la placa respiratoria. Pronoto amarillo cremoso, con escleroma triangular alargado lateral, con 25 sedas en la periferia. Proprescudo con 21 sedas largas y medianas de forma irregular; proescudo con 11 sedas largas y medianas situadas irregularmente; mesoprescudo con 13 sedas largas y medianas dispuestas irregularmente; mesoescudo con 8 sedas largas y medianas; mesoescutelo con 8 sedas largas; metaprescudo con 28 sedas largas y medianas de forma irregular; metaescudo con 10 sedas largas situadas irregularmente; metaescutelo con 10 sedas largas. Uñas pro y mesotarsales (Figura 14) similares alargadas, agudas con dos sedas prebasales, uñas metatarsales reducidas con dos sedas prebasales.

Abdomen. Placa respiratoria pardo amarillenta, recurvada en forma de “C”, con 11 poros microscópicos transversales formando líneas paralelas (Figura 15), estigma del segmento I con un diámetro de 0.39 mm de largo por 0.24 mm de ancho; estigmas de los segmentos II al IV similares, con un diámetro de 0.36 mm de largo por 0.20 mm de ancho; estigmas de los segmentos V al VII similares, con un diámetro de 0.27 mm de largo por 0.19 mm de ancho; estigma del segmento VIII reducido en tamaño de los estigmas mencionados previamente con un diámetro de 0.23 mm de largo por 0.15 mm de ancho. Segmento I, prescudo con 7 sedas irregulares; escudo con 10 sedas largas esparcidas en hileras transversales irregulares; escutelo con 30 sedas largas y medianas y 5 sedas espiniformes esparcidas en hileras transversales irregulares. Segmento II, prescudo con 8 sedas largas, 14 sedas espiniformes esparcidas en hileras transversales irregulares; escudo con 7 sedas largas, 13 sedas espiniformes esparcidas en hileras transversales irregulares; escutelo con 25 sedas medianas y largas, 55 sedas espiniformes esparcidas en hileras transversales irregulares. Segmento III, proescudo con 9 sedas, 24 sedas espiniformes esparcidas en hileras transversales irregulares; escudo con 5 sedas largas, 18 sedas espiniformes esparcidas en hileras transversales irregulares; escutelo con 23 sedas, 58 sedas espiniformes esparcidas en hileras transversales irregulares. Segmento IV, prescudo con 6 sedas, 26 sedas espiniformes esparcidas en hileras transversales irregulares; escudo con 3 sedas, 22 sedas espiniformes esparcidas en hileras transversales irregulares; escutelo con

14 sedas, 35 sedas espiniformes esparcidas en hileras transversales irregulares. Segmento V, prescudo con 8 sedas, 35 sedas espiniformes esparcidas en hileras transversales irregulares; escudo con 5 sedas, 25 sedas espiniformes esparcidas en hileras transversales irregulares; escutelo con 15 sedas, 41 sedas espiniformes esparcidas en hileras transversales irregulares. Segmento VI, prescudo con 3 sedas, 35 sedas espiniformes esparcidas en hileras transversales irregulares; escudo con 7 sedas, 35 sedas espiniformes esparcidas en hileras transversales irregulares; escutelo con 13 sedas y 28 sedas espiniformes esparcidas en hileras transversales irregulares. Segmento VII, prescudo con 4 sedas, 31 sedas espiniformes esparcidas en hileras transversales; escudo con 6 sedas, 22 sedas espiniformes; el escutelo con 8 sedas largas. Segmento VIII, con 18 sedas largas esparcidas en forma irregulares, sin sedas espiniformes. Segmento IX, con una combinación de 21 sedas cortas, medianas y largas esparcidas en forma irregulares. Segmento X con moderadas sedas medianas y largas, algunas sedas cortas dispersas, más abundantes hacia la hendidura anal. *Venter* de los segmentos de I a VIII con 8 sedas largas distribuidas transversalmente. Segmento IX con 6 sedas largas. *Raster* (Figura 16) con un par de *palidia* longitudinales que divergen hacia el borde anal inferior y hacia el *campus*, alcanza una longitud de 1.8-1.9 mm y se encuentran separadas de 0.80-0.83 mm en su parte final, y los ápices de los *palis* dirigidos hacia la *Tegilla*, cada *palidium* está formado por 13-15 *pali*. *Tegilla* con 16 a 19 sedas espiniformes. *Campus* con 9 sedas largas y finas. *Barbula* moderadamente setosa. Labio anal dorsal con 30 sedas espiniformes largas *hamate*, 28 sedas espiniformes cortas *hamate* y 35 sedas largas delgadas. Labio anal ventral con 8 sedas gruesas espiniformes, 26 sedas largas y 2 sedas cortas espiniformes. Abertura anal en forma de “Y”. Longitud total dorsal aproximada del cuerpo 35-37 mm. (Figura 17)

Comentarios taxonómicos

La larva de *Ph. xanthe* presenta 13 sedas en la región frontal anterior, cada *palidium* formado de 13 a 15 *pali* y un ancho de la cabeza de 3.9 mm a diferencia de *Phyllophaga leonina* (Bates 1888) que presenta solo 4 sedas en la región frontal

anterior, el *palidium* está formado por 10–13 *pali* y un ancho de la cabeza 4.0-4.1 mm. (Morón *et al.*, 2016); en el caso de *Phyllophaga pubicauda* (Bates 1888) se diferencia de *Ph. xanthe* por presentar en cada *palidium* de 14–20 *pali* y un ancho de la cabeza de 4.4 mm. (Aragón y Morón 2004).

Observaciones de su distribución y sus hábitos

Ph. xanthe es una especie común, distribuida en la zonas montañosas y altiplanos de Chihuahua, Durango, Estado de México, Guanajuato, Jalisco e Hidalgo, en terrenos abiertos o con bosques abiertos, situados entre los 1,600 y los 2,500 m de altitud, se encuentra relacionada con los altiplanos (Morón 1986, 1994, 2003). De las gallinas ciegas colectadas en el Jardín Botánico Universitario BUAP, *Ph. xanthe*, representa solo el 3.2% observando un rango de 0 a 1 larva por muestra. Los adultos de *Ph. xanthe* vuelan durante las primeras semanas del mes de junio a partir de las 19:00 hrs. Los machos presentan fototactismo positivo a diferencia de las hembras que no son atraídas a la luz mercurial, se asocian a plantas de la familia Araceae y han sido reportadas con hábitos rizófagos en su estadio larvario.

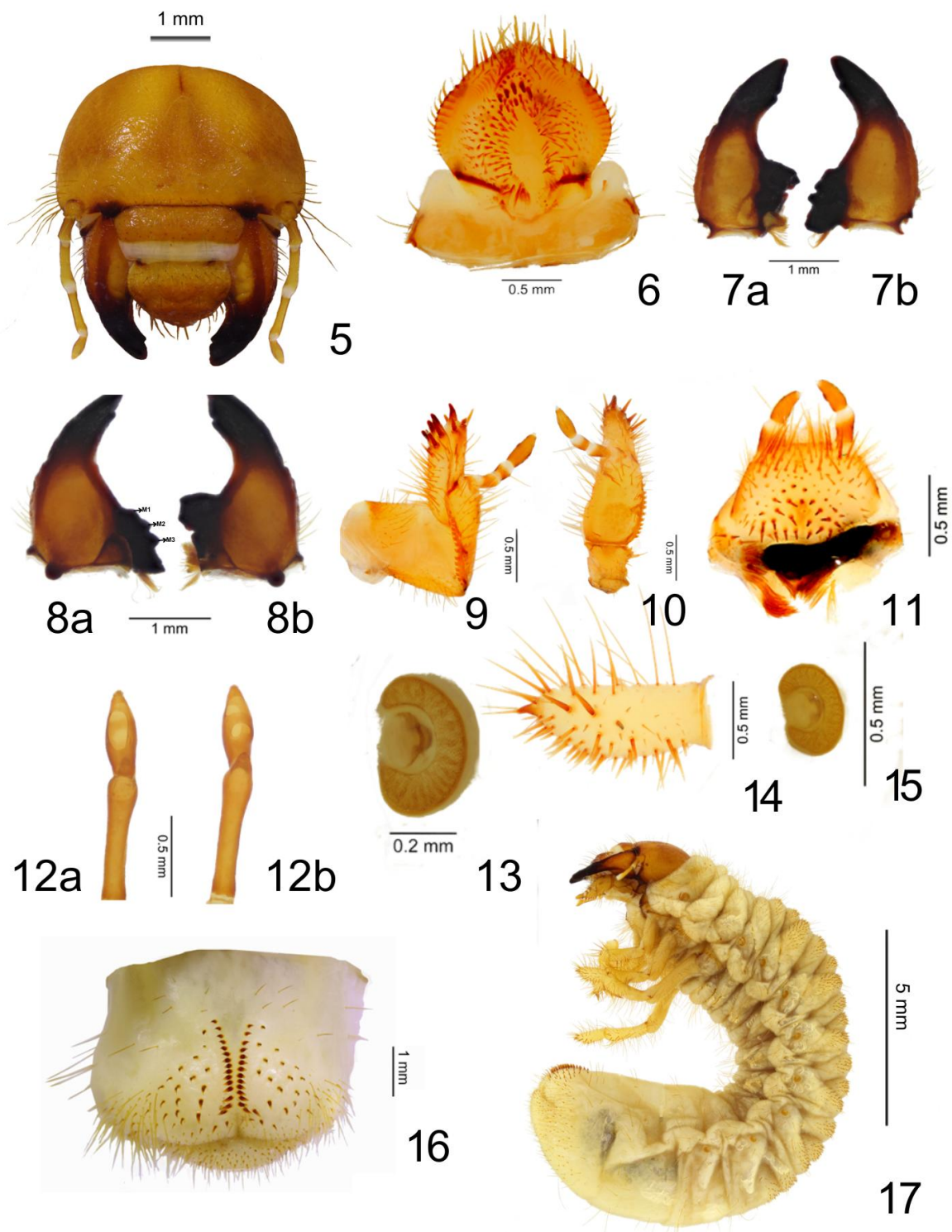


Figura 5-17. *Phyllophaga xanthe*, larva tercer estadio. 5. Cabeza; 6. Epifaringe; 7. Mandíbulas vista dorsal a) derecha, b) izquierda; 8. Mandíbulas vista ventral a) derecha, b) izquierda; 9 y 10. maxilas; 11. hipofaringe; 12. antenas a) vista dorsal, b) vista ventral; 13. estigma torácico; 14. uña; 15. estigma abdominal; 16. ráster; 17. Cuerpo

8.3 Fenología, abundancia, hábitos y distribución de los organismos identificados.

La actividad de vuelo de los melolóntidos en el jardín botánico se acentúa durante los meses de mayo y junio, periodo en los que la diversidad y abundancia es mayor. Como se muestra en las figuras 18 y 19, la emergencia de los adultos coincide con el inicio de la temporada de lluvias. El periodo de colecta 2024, comenzó en el mes de abril con una precipitación total de 15.5 mm y una temperatura media de 20.7°C, durante este mes se obtuvo una abundancia de 436 individuos y una riqueza de cinco especies. El mes de mayo presentó una precipitación total de 60 mm y una temperatura media de 23.3°C, durante este periodo se obtuvo una abundancia de 3 734 individuos y una riqueza de 15 especies.

Para el mes de junio la precipitación disminuyó a 51 mm total al igual que la temperatura con 21.9°C, obteniendo durante este mes en abundancia 1 353 individuos agrupados en 8 especies; esto indica que los factores abióticos de temperatura y precipitación juegan un rol importante para la biología de estas especies, influyen en momentos óptimos para la reproducción, ovoposición y la facilidad en la obtención de alimento para el desarrollo larvario.

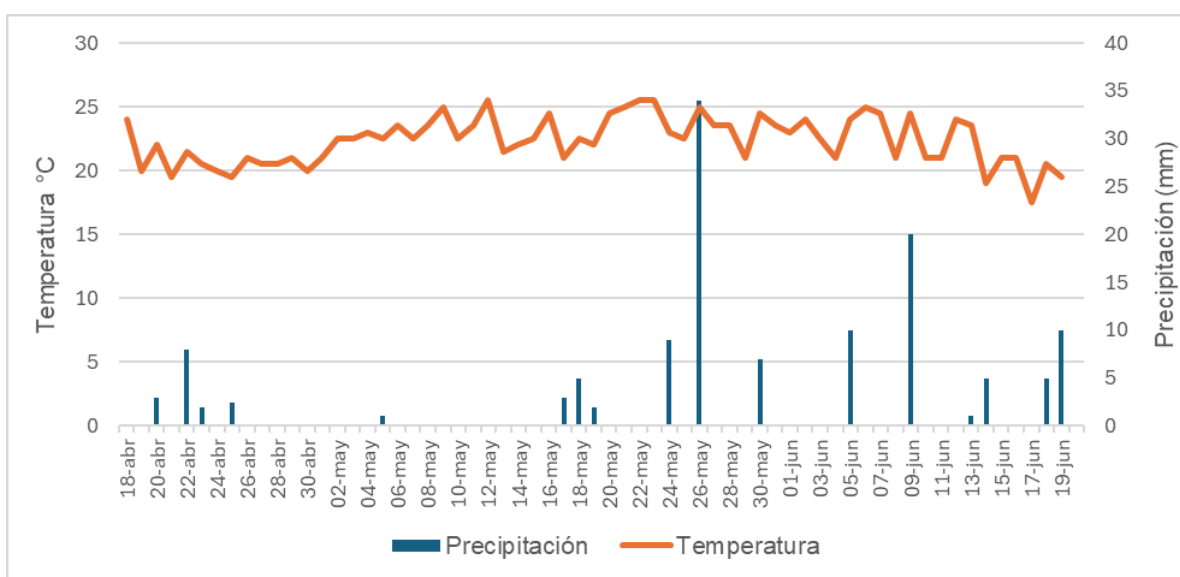


Figura 18. Precipitación y temperatura media durante el periodo de recolecta (abril 2024 a junio 2024), registro por la Comisión Nacional de Agua, para el municipio de Puebla. Datos obtenidos del sitio web.

La estacionalidad de las lluvias dentro de la ciudad de Puebla genera condiciones óptimas para el vuelo de los melolóntidos, esto coincide con el rebrote de hojas y la posterior floración en la vegetación. Debido a ello, la herbivoría generada por melolóntidos, puede asemejarse a una poda natural, esto beneficia el desarrollo y renovación de las plantas. Así la interacción entre lluvias, melolóntidos y la vegetación del jardín botánico representa un ejemplo de sincronía que potencia el desarrollo de los agroecosistemas urbanos (Casierra-Posada y Lüdders, 2000; Moctezuma-Vega y Romero-López, 2020).

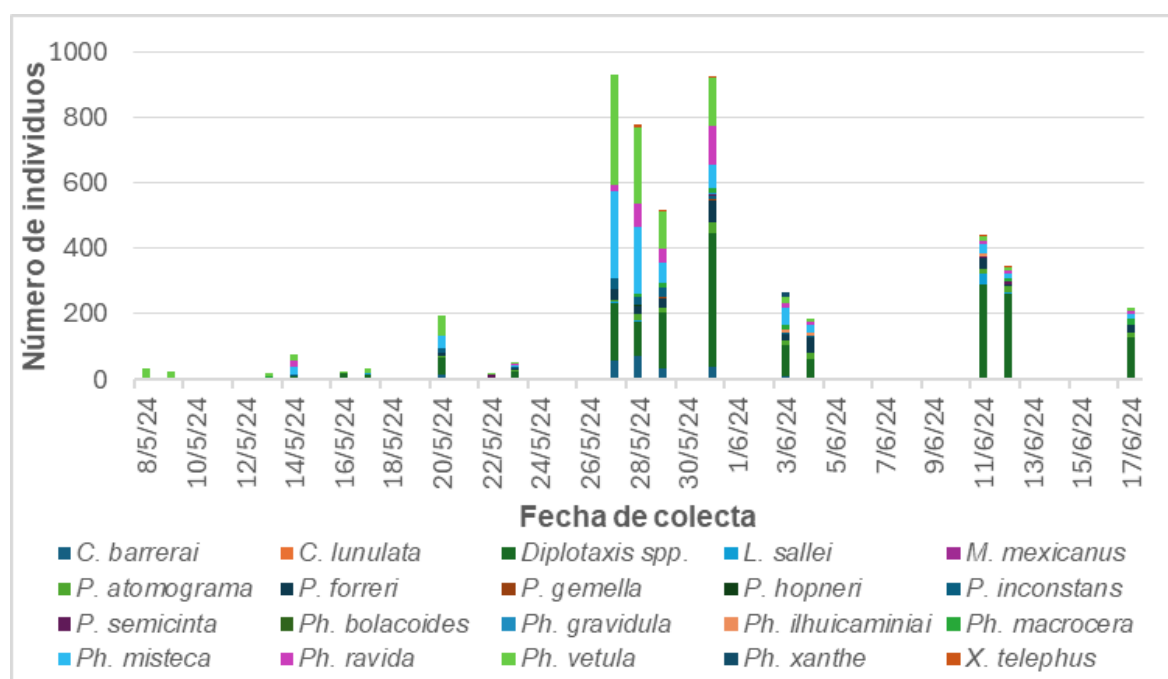


Figura 19. Fenología de las especies de coleópteros nocturnos colectados durante la temporada 2023

Tal como muestra la figura 19, se observa un aumento en el número de individuos colectados entre finales de mayo y junio, esto corresponde al incremento de las lluvias. Especies como *C. barrerai*, *Ph. xanthe* y *X. telephus* tienen picos marcados durante la temporada, esto indica que algunas especies presentan una temporada corta de vuelo, mientras que otras como *Diplotaxis* spp., *Ph. vetula* y *Ph. misteca* se mantienen durante toda la temporada. Esto está relacionado con su ciclo biológico y corresponde a lo reportado previamente por Aragón y López-Olguín, (2001). Sugiriendo fechas específicas para los organismos de interés.

El vuelo nocturno de los adultos se registró en un horario de 18:30 hasta las 21:30 horas. En cada uno de los sitios las poblaciones fluctúan de distinta forma, de modo que se pueden apreciar diferencias entre cada uno de los sitios previamente delimitados.

Se colectaron 5 523 adultos mediante el uso de trampas de luz y colectas directas en la vegetación de los tres sitios muestreados y agrupadas en a las familias Melolonthidae y Scarabaeidae, pertenecientes a las subfamilias: Melolonthinae (*Phyllophaga*, *Diploaxis* y *Macroductylus*), Dynastinae (*Cyclocephala*, *Xyloryctes* y *Lygirus*) y Rutelinae (*Paranomala*), obteniéndose 7 géneros, que incluyen a 19 especies (Cuadro 1).

Cuadro1. Diversidad de especies colectadas en el jardín botánico universitario BUAP, y su abundancia relativa (Morón, 2010).

Familia	Subfamilia	Especie	Porcentaje
Melolonthidae	Melolonthinae	<i>Diploaxis</i> spp.	38.2%
		<i>Phyllophaga vetula</i>	23.1%
		<i>Phyllophaga misteca</i>	15.6%
		<i>Phyllophaga raveda</i>	5.4%
		<i>Phyllophaga macrocera</i>	2.8%
		<i>Phyllophaga gravidula</i>	0.4%
		<i>Phyllophaga ilhuicaminiai</i>	0.4%
		<i>Phyllophaga xanthe</i>	0.2%
		<i>Macroductylus mexicanus</i>	0.1%
		<i>Phyllophaga bolacoides</i>	0.04%
	Rutelinae	<i>Paranomala forreri</i>	6.0%
		<i>Paranomala atomograma</i>	3.2%
		<i>Paranomala inconstans</i>	2.9%
		<i>Paranomala semicinta</i>	0.6%
		<i>Paranomala gemella</i>	0.1%
		<i>Paranomala hoepfneri</i>	0.1%
	Dynastinae	<i>Cyclocephala barrerai</i>	4.4%
		<i>Lygirus sallaei</i>	0.8%
		<i>Xyloryctes telephus</i>	0.7%
		<i>Cyclocephala lunulata</i>	0.02%

El género más diverso resultó ser *Phyllophaga* con 8 especies seguido del género *Paranomala* con 6 especies; *Cyclocephala* con 2 especies y *Lygirus*; *Xyloryctes* y *Macroductylus* con una especie.

Dentro de las diferencias entre cada sitio destaca la diversidad y dominancia de algunas especies sobre las otras, como se puede observar en la figura 20, los tres sitios presentan una riqueza de especies similar entre ellos, el sitio 1 presenta una riqueza de 17 especies, mientras que el sitio 2 y 3 presentan una riqueza de 18 especies.

Como se puede observar en la figura 20, las especies dominantes en los tres sitios son: *Diplotaxis* spp, *Ph. vetula* y *Ph. misteca*. No obstante, el mismo gráfico muestra similitudes en las dominancias entre el sitio 1 y 3, esto difiere con el sitio 2, quién su especie dominante resulta ser *Ph. vetula*. Esto esta relacionado con la estructura vegetal de las zonas ya que en estos sitios predominan varias especies de *Quercus*.

Las líneas en la figura 20, muestran equitatividad entre el número de especies, las curvas menos pronunciadas muestran un mayor equilibrio entre la distribución de las especies. Esto coincide con el índice de Shannon para cada sitio (Cuadro 2), dónde el Sitio 1 resulta ser el más diverso; el Sitio 2 tiene una diversidad moderada 2.00 y finalmente el Sitio 3 presenta un valor de 1.94. Aunque la riqueza de especies es similar, la distribución es más equitativa en el Sitio 1.

Se puede observar un recambio moderado de especies entre los sitios ya que, aunque comparten muchas especies dominantes como: *Diplotaxis* spp, *Ph. vetula*, *Ph. misteca*, *P. forreri* y *Ph. ravida*, también tienen especies exclusivas en cada sitio. El sitio 1 tiene a la especie *C. lunulata*, mientras que el sitio 2, presenta a *Ph. bolacoides* y el sitio 3 presenta una mayor distribución de *Ph. gravidula* y *Paranomala gemella*. Al igual que la dominancia este recambio es generado por la estructura vegetal entre cada uno de los sitios (Figura 20).

El cuadro 2, nos muestra que la diversidad no solo depende del número de especies colectados en el sitio, sino cómo están distribuidas, para visualizar esto utilizamos el índice de Pielou, quien toma como punto de partida la riqueza que hay en los sitios, analizando que tan equitativamente se encuentran distribuidos los individuos entre las especies de la comunidad. Valores cercanos a 1 muestran una

alta equidad, mientras que valores cercanos a 0 caracterizan a una comunidad con baja equidad. Debido a ello, el sitio 1 aunque tiene una menor riqueza de especies en comparación con los otros dos sitios, es la comunidad más equilibrada y diversa.

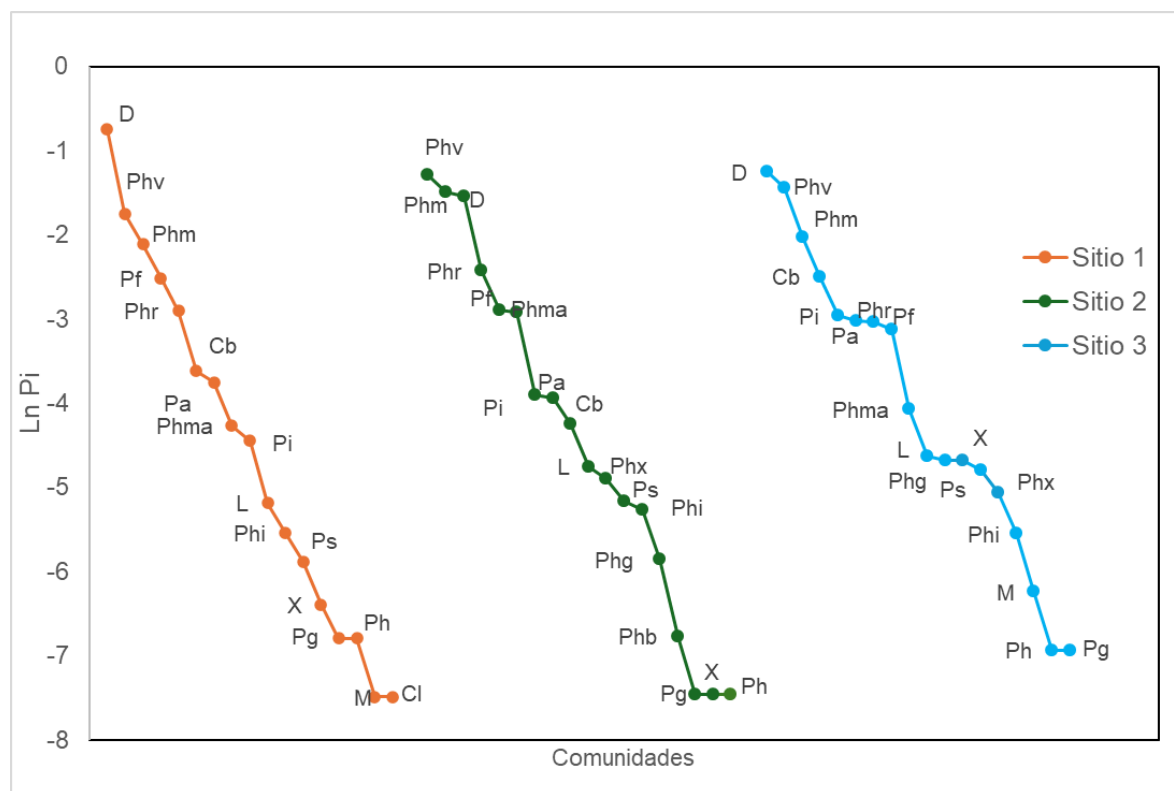


Figura 20. Rango-abundancia de los sitios de estudio. Las especies están representadas por letras: *Diplotaxis* spp (D), *Phyllophaga vetula* (Phv), *Ph. misteca* (Phm), *Ph. ravidia* (Phr), *Ph. macrocera* (Phma), *Ph. Ilhuicaminai* (Phi), *Ph. xanthe* (Phx), *Ph. bolacoides* (Phb), *Ph. gravidula* (Phg), *Cyclocephala barerrai* (Cb), *C. lunulata* (Cl), *Paranomala forreri* (Pf), *P. atomograma* (Pa), *P. inconstans* (Pi), *P. semicinta* (Ps), *P. gemella* (Pg), *P. hoepfneri* (Ph), *Lygirus sallei* (L), *Macroductylus mexicanus* (M) y *Xyloryctes telephus* (X).

Diplotaxis spp., *Ph. misteca* y *Ph. vetula* están presentes en los tres sitios, lo que sugiere son especies generalistas, ya que se encuentran en proporciones similares.

Cuadro 2. Comparación de índices de diversidad y equidad entre los sitios de muestreo

	Índice de Shannon	Riqueza	Índice de Pielou
Sitio 1	2.67	17	0.94
Sitio 2	2.00	18	0.69
Sitio 3	1.94	18	0.67

La estructura vegetal del Sitio 1 está compuesta en su mayoría por plantas pertenecientes a la familia Fagaceae, diversos autores han reportado preferencia alimentaria de los melolóntidos hacia esta familia (Bitar y Morón, 2014; Nieves-Silva y Romero-López, 2016; Moctezuma-Vega y Romero-López, 2020), esto es un factor importante para favorecer la permanencia, reproducción y distribución equitativa, reflejados en el índice de diversidad de Shannon (2.67) y equidad (0.94).

A continuación, se presentan datos sobre la distribución y biología de las especies recolectadas en el jardín botánico BUAP.

***Phyllophaga vetula* (Horn, 1887)**

Phyllophaga vetula se distribuye ampliamente en México en los estados de Ciudad de México, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Sinaloa, Sonora y Veracruz (Morón *et al.*, 1997; Marín-Jarillo y Bujanos-Muñiz, 2008). Estos organismos se presentaron a partir de la última semana de abril (Figura 19) realizando el vuelo en un horario de 19:30 hasta 20:30 hrs. La mayoría de los organismos adultos colectados se obtuvieron por medio de trampas de luz. Los adultos de esta especie se han asociado a plantas de la familia Anaceae, Betulaceae, Compositae, Fagaceae y Rosaceae (Morón y Zaragoza, 1976; Ruiz-Rodas, 2016), sin embargo, se observó que *Ph. vetula*, posee una gran afinidad con árboles de la familia Fagaceae, Poaceae y Fabaceae. El mayor porcentaje de adultos de esta especie fueron colectados en *Quercus grahamii* x *Quercus mexicana* con un 29% de los organismos colectados (Cuadro 3). Cabe mencionar que se colectaron más hembras asociadas a la vegetación en comparación con los machos colectados, en una proporción macho hembra 2:1 (Cuadro 5).

Las larvas de esta especie se desarrollan en el suelo, son rizófagas estrictas y tienen una preferencia por las gramíneas, como maíz, pastos ornamentales, entre otros (Morón *et al.*, 1997; Aragón *et al.*, 2008a; Márquez-Manzano *et al.*, 2024), también se han relacionado en cultivo de camote y papa (Ruiz-Flores, 2020).

***Phyllophaga misteca* (Bates, 1888)**

Presenta una amplia distribución en México, reportándose en los estados de Ciudad de México, Durango, Guanajuato, Jalisco, México, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Tlaxcala y Zacatecas, (Morón *et al.*, 1997; Marín-Jarillo y Bujanos-Muñiz, 2008; Lugo-García *et al.*, 2011a). Estos organismos se presentaron a partir de la última semana de abril hasta la primera quincena de junio (Figura 19), con actividad de vuelo registrada en un horario de 18:30 hasta 19:30 hrs. Los adultos de esta especie se han asociado sobrevolando a los pastos (Aragón *et al.*, 2008a), en esta investigación se encontraron también asociados a especies pertenecientes a la familia Fagaceae y Lamiaceae. Aún falta establecer la interacción específica de la especie con estas plantas.

El mayor porcentaje de adultos de esta especie fueron colectados en el pasto representando un 67% de los organismos colectados (Cuadro 3). Se colectaron más machos que hembras con una proporción 8:1 (Cuadro 5), ya que estas presentan un comportamiento particular: exponen la cámara genital desde el ras del pasto, realizando el llamado sexual, logrando la cópula con el macho. Una vez finalizada, cavan hacia el suelo para realizar la ovoposición, esto corresponde a lo previamente reportado por Aragón *et al.* (2008a).

Al igual que *Ph. vetula* las larvas son rizófagas estrictas y tienen una preferencia por las gramíneas como el maíz, pastos ornamentales, entre otros (Morón *et al.*, 1997; Márquez-Manzano *et al.*, 2024; Aragón *et al.*, 2008a).

***Phyllophaga ravidia* (Blanchard, 1850)**

Esta especie se distribuye ampliamente en México, reportándose en los estados de Chiapas, Chihuahua, Ciudad de México, Colima, Durango, Estado de México,

Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Puebla, Oaxaca, Sinaloa, Sonora y Veracruz (Morón *et al.*, 1997; Marín-Jarillo y Bujanos-Muñiz, 2008; Lugo-García *et al.*, 2011a; Ramírez-Salinas y Castro-Ramírez, 2000). Estos organismos se presentaron a partir de la segunda semana de mayo, alcanzando una mayor abundancia a finales de este mes (Figura 19), la actividad de vuelo se registró 20:10 hasta 22:40 hrs, esto concuerda con Aragón *et al.* (2005). Los adultos de esta especie tienen una preferencia alimentaria por la familia Fagaceae (Morón *et al.*, 1996; Aragón *et al.*, 2005), lo cual concuerda con este trabajo, ya que los organismos colectados se encontraron en las siguientes especies de encinos: *Quercus greggii*, *Q. laceyi* y *Q. liebmanni* x *Q. microphylla* (Cuadro 3).

El mayor porcentaje de adultos de esta especie fueron colectados por medio de trampas de luz, esto coincide con el fototactismo positivo previamente reportado (Aragón *et al.*, 2005; Lugo-García *et al.*, 2011a; Cuate-Mozo *et al.*, 2016). En este estudio presentaron una proporción macho-hembra 1:1 (Cuadro 6).

Su estadio larvario tiene una duración promedio de 8 meses, el cual se desarrolla en el suelo, esta especie ha sido reportada como altamente voraz, es rizófaga estricta y consumen la raíz del maíz, caña de azúcar, pastos y al agave tequilero (Morón *et al.*, 1997; Ramírez-Salinas y Castro-Ramírez, 2000; Aragón *et al.*, 2008a; Lugo-García *et al.*, 2009).

***Phyllophaga gravidula* (Moser, 1912)**

Phyllophaga gravidula solo ha sido registrada en el Estado de México (Morón y Zaragoza, 1976; UNAM, 2025;), por lo que representa un nuevo registro para el estado de Puebla. Los ejemplares se observaron a finales de mayo y principios de junio, lo cual coincide con el periodo de actividad reportado por Morón y Zaragoza (1976). A su vez, reportaron que la especie sobrevuelan los pastos y se asocian a la vegetación de *Pinus* y *Quercus*.

En este estudio, los ejemplares se encontraron asociados a plantas de la familia Geraniaceae y Piparaceae. En los geranios (*Pelargonium graveolens*) se registra como un sitio de reproducción ya que se observaron parejas copulando

mientras las hembras se alimentaban. Por otra parte, en la hoja santa (*Piper auritum*), se hallaron más hembras que machos, esto sugiere que esta planta podría funcionar como sitio de segregación o alimentación. Estos hallazgos sugieren una posible preferencia de los melolóntidos por realizar actividades específicas en distintos huéspedes vegetales.

***Phyllophaga macrocera* (Bates, 1888)**

Se distribuye en los estados de Ciudad de México, Estado de México, Guerrero, Morelos, Oaxaca, Puebla, Tlaxcala y Veracruz (Morón, 1985; Aragón *et al.*, 2001). Estos organismos se presentaron a finales de mayo, alcanzando su mayor abundancia durante la primera semana de junio (Figura 19), la actividad de vuelo se registró 20:20 hasta 20:40 hrs, esto concuerda con Aragón *et al.*, 2005. Los adultos de esta especie solo se han encontrado sobrevolando los pastos, sin consumirlos (Morón 1985; Aragón *et al.*, 2005; Márquez-Manzano *et al.*, 2024), lo cual concuerda con este trabajo (Cuadro 3).

El mayor porcentaje de adultos colectados por medio de trampas de luz, fueron machos esto coincide con las diferencias entre sexos del fototactismo positivo previamente reportado (Castro-Ramírez *et al.*, 2003; Cuate-Mozo *et al.*, 2016). En este estudio presentaron una proporción macho-hembra 17:1 (Cuadro 5).

Su estadio larvario tiene una duración promedio de 7.5 meses, el cual se desarrolla en el suelo, esta especie ha sido reportada como facultativa, ya que Aragón *et al.* (2005) analizaron que el contenido intestinal de algunas larvas de esta especie y observaron que solo estaba constituido por agua, sin embargo, Márquez-Manzano *et al.* (2024) reportan el consumo de tiras de zanahoria durante la cría en cautiverio.

***Phyllophaga xanthe* (Bates, 1888)**

Esta especie se ha reportado en los estados de Chihuahua, Ciudad de México, Durango, Estado de México, Guanajuato, Jalisco, Puebla (Espinosa-Islas *et al.*, 2005; Márquez-Manzano *et al.*, 2024; Soto-Hernández y Cruz-López, 2025). Estos

organismos se presentaron durante la primera semana de junio (Figura 19). No existe información previa acerca de asociación en organismos vegetales, en esta investigación se encontraron asociados a especies pertenecientes a las familias Rosaceae, Pinaceae, Araceae, Poaceae y Fabaceae (Cuadro 3). Aún falta establecer la interacción específica de la especie con estas plantas.

Los machos presentan fototactismo positivo, por lo que son atraídas a la luz de las lámparas. Se presentaron en una proporción macho- hembra 12:1 (Cuadro 5).

***Phyllophaga ilhuicaminai* (Morón, 1998)**

Se encuentra registrada en ambientes cálidos y semicálidos poco húmedos de los estados de Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Morelos y Puebla, para este último se ha reportado para el municipio de Atlixco, en las localidades de San Jerónimo Coyula y el Rancho la Joya (Aragón *et al.*, 2001; Cuate-Mozo *et al.*, 2016).

Estos organismos se presentaron a partir de la primera semana de junio (Figura 19), la actividad de vuelo se registró de 20:30 a 21:30 hrs. Los adultos de esta especie se han asociado alimentándose de hojas de eucalipto, trueno y encinos (Aragón *et al.*, 2005; Pérez-Torres *et al.*, 2015), en esta investigación no se encontraron asociados a la vegetación del jardín botánico.

El mayor porcentaje de adultos de esta especie fueron colectados por medio de las trampas de luz, lo que demuestra el fototactismo positivo previamente reportado (Aragón *et al.*, 2005; Cuate-Mozo *et al.*, 2016). Se colectaron más hembras que machos con una proporción 11:1 (Cuadro 6).

Las larvas han sido asociadas a cultivos de amaranto, frijol, maíz, rábano, tomate, pastos ornamentales y flores (estatis y cempasúchil) (Pérez-Torres *et al.*, 2011).

***Phyllophaga bolacoides* (Bates, 1888)**

Phyllophaga bolacoides ha sido registrada únicamente en el estado de Guerrero (Bates, 1887), no se cuenta con información detallada acerca de su biología. Se representa un nuevo registro para el estado de Puebla, los organismos fueron colectados mediante trampas de luz durante la segunda semana de junio (Figura 19), sin asociación a ninguna planta hospedera. La colecta se realizó exclusivamente en el sitio 2, caracterizado por poseer vegetación de tipo pastizal-humedal de temporada.

***Paranomala atomograma* (Bates, 1888)**

Esta especie se ha reportado en el municipio de Atlixco, en la localidad de San Jerónimo Coyula y en el municipio de Huehuetlán el grande en la localidad del Aguacate (Pérez-Torres *et al.*, 2013; Cuate-Mozo *et al.*, 2016). Estos organismos se presentaron a partir de la última semana de mayo hasta la segunda semana de junio (Figura 19). Esta especie no tiene reportes previos sobre su planta hospedera, en el presente estudio mostró afinidad por plantas pertenecientes a la familia Fabaceae, particularmente en los brotes y flores.

El mayor porcentaje de adultos de esta especie fueron colectados en *Painteria elachistophylla* dónde se encontraban copulando sobre sus flores, los organismos colectados en *Pa. elachistophylla* representan el 61% de los organismos colectados en la vegetación del jardín botánico universitario (Cuadro 3). Por medio de las trampas de luz, fueron colectadas más hembras en comparación con los machos, obteniendo una proporción de 2:1 (Cuadro 6).

Las larvas han sido reportadas con hábitos facultativos, ya que se alimentan de raíces y material en descomposición (Flores-Hernández *et al.*, 2019).

***Paranomala forreri* (Bates, 1888)**

Paranomala forreri ha sido reportada estados de Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Sinaloa, Tlaxcala y Veracruz (Aragón *et al.*, 2001; García *et al.*, 2013; Cortez-Isiordia *et al.*, 2016). Estos organismos se presentaron

a partir de la última semana de abril hasta la primera quincena de junio (Figura 19), con actividad de vuelo registrada a partir de las 19:30 hrs. No se cuenta con registros previos de esta especie asociadas plantas en específico, en el presente estudio *P. forreri* fue colectada en plantas pertenecientes a las familias Rosaceae, Fagaceae, Poaceae y Fabaceae.

El mayor porcentaje de adultos de esta especie fueron colectados en *Randia capitata* representando un 61% de los organismos colectados (Cuadro 3). *P. forreri* fueron localizados en las flores, encontrando hasta 5 ejemplares por cada flor. Se ha reportado que los organismos pertenecientes al género *Paranomala* presentan hábitos antófilo-saprófagos, por lo que en estado adulto pueden consumir secreciones, tejidos florales y polen (Morón, 2013b).

La proporción entre machos y hembras fue similar obteniendo 1:1. Presentan fototactismo positivo ya que la mayoría de los ejemplares capturados fue a través de las trampas de luz (Cuadro 5).

No se cuenta con información específica acerca de sus hábitos larvarios, sin embargo, Morón, 2013b agrupa a este género como facultativo.

***Paranomala gemella* (Say, 1835)**

Esta especie se ha registrado en el estado de Puebla (Pérez-Torres *et al.*, 2013), en el presente estudio se presentaron en la última semana de mayo y la primera semana de junio (Figura 19). Se colectó un ejemplar hembra en *Quercus grahamii* (Cuadro 3).

Paranomala gemella presentó fototactismo positivo ya que la mayoría de los organismos colectados fueron a través de trampas de luz, la proporción hembras y machos colectada fue de 4:1 (Cuadro 6).

Se conoce poco acerca de su estadio larvario, pero al pertenecer al género *Paranomala* puede presentar hábitos facultativos (Morón, 2010; Morón, 2013b).

***Paranomala inconstans* (Burmeister, 1844)**

Paranomala inconstans se distribuye ampliamente en México, reportándose en los estados de Chiapas, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla y Veracruz (Aragón *et al.*, 2001; García *et al.*, 2011a; Pérez-Torres *et al.*, 2013; Lugo-Rivera-Gasparín *et al.*, 2013). Estos organismos se presentaron durante la segunda mitad de mayo (Figura 19).

Los adultos de esta especie tienen una preferencia alimentaria por los *Quercus* (Aragón *et al.*, 2001; Castro-Ramírez *et al.*, 2003), lo cual se confirma en este estudio, ya que se colectó un organismo en *Q. laeta*. No obstante, también fueron colectados en plantas pertenecientes a la familia Fabaceae y Rosaceae, destacando la presencia en *Lysiloma acapulcense* (Fabaceae) (Cuadro 3).

El mayor porcentaje de adultos de esta especie fueron colectados por medio de trampas de luz, esto coincide con el fototactismo positivo previamente reportado (Rivera-Gasparín *et al.*, 2013). En este estudio presentaron una proporción macho-hembra 1:1 (Cuadro 5).

Durante su estadio larvario, se ha relacionado al gremio filo-rizófago y se encuentra relacionado con cultivos de maíz, frijol, alfalfa, flores de ornato y hortalizas (Ramírez-Ponce, 2009).

***Paranomala semicincta* (Bates, 1888)**

Esta especie es endémica de México y se distribuye en Hidalgo, Puebla y Veracruz quienes presentan un clima templado (Delgado y Márquez, 2006). Estos organismos fueron colectados a partir de la segunda mitad de mayo y la primera semana de junio (Figura 19).

No se confirmó la asociación de esta especie a ninguna planta. El mayor porcentaje de adultos de esta especie fueron colectados a través de trampas de luz, esto coincide con el fototactismo positivo previamente reportado (Rivera-Gasparín *et al.*, 2013; Bravo-Cuautle *et al.*, 2019). En este estudio presentaron una proporción macho-hembra 1:2 (Cuadro 6).

***Paranomala hoepfneri* (Bates, 1888)**

Paranomala hoepfneri se distribuye en diversas comunidades vegetales del estado de Chiapas, Estado de México, Guerrero, Jalisco, Nayarit, Oaxaca, Puebla y Veracruz entre los 800 y 1200 m de altitud (Delgado y Márquez, 2006). Estos organismos se presentaron durante la última semana de mayo (Figura 19). En la Sierra del Tenzo, Puebla es una de las especies más abundantes durante este mes (Morón *et al.*, 2000).

Todos los adultos fueron colectados por medio de trampas de luz concordando con Lugo-García *et al.* (2011a). En este estudio presentaron una proporción macho-hembra 4:1 (Cuadro 5).

Aún se desconocen datos sobre su estado larvario, sin embargo, el género *Paranomala* es considerado facultativo (Morón 2010; Morón, 2013b).

***Cyclocephala barrerae* (Martínez, 1969)**

Tiene una amplia distribución en México, reportándose en los estados de Aguascalientes, Chihuahua, Ciudad de México, Durango, Jalisco, Morelos y Puebla (Morón *et al.*, 2014b). Estos organismos se presentaron a partir de la segunda semana de mayo hasta la primera quincena de junio (Figura 19), con actividad de vuelo registrada de 20:00 hasta 20:45 hrs; esto coincide con lo reportado por Aragón *et al.* (2001) y Aragón *et al.* (2008a). No se habían reportado huéspedes vegetales en esta especie (Morón *et al.*, 2014a), sin embargo, se capturó a esta especie en *Lysiloma acapulcense* (Fabaceae), *Painteria elachistophylla* (Fabaceae) y *Pyrus* (Rosaceae) (Cuadro 3). En cuanto a la proporción colectada entre machos y hembras resultó ser 1:1 (Cuadro 5).

Se ha reportado, que esta especie sobrevuela los pastos para realizar el cortejo (Márquez-Manzano, 2023; Sánchez-Cruz *et al.*, 2025). El mayor porcentaje de adultos de esta especie fueron colectados mediante trampas de luz, esto coincide con Morón *et al.* (2014a). No obstante, se observó que en el Sitio 3, caracterizado por presentar menor iluminación se recolectó un mayor número de

individuos en comparación con los otros dos sitios. Este patrón sugiere que los adultos de *C. barrerae* podrían mostrar preferencias diferenciadas según el tipo o intensidad de luz disponible (Castro-Ramírez *et al.*, 2003; Aragón *et al.*, 2008a; Sánchez-Cruz *et al.*, 2025).

Las larvas de *C. barrerae* tienen una preferencia por las gramíneas como el maíz, pastos ornamentales, entre otros (Aragón *et al.*, 2008a; Márquez-Manzano *et al.*, 2024).

***Cyclocephala lunulata* (Burmeiste, 1847)**

Cyclocephala lunulata se distribuye ampliamente en México, con excepción de los estados de Baja California, Chihuahua, Coahuila y Durango (Morón *et al.*, 2014a; Guzmán-Vásquez *et al.*, 2020). Esta especie se colectó durante la segunda semana de mayo (Figura 19). Los adultos se han relacionado a huéspedes vegetales de frutos con cascara suave como la guayaba y el zapote (Aragón *et al.*, 2001; Carrillo-Ruiz y Morón, 2003). En el presente estudio no se asoció a ninguna especie vegetal en el jardín botánico.

Se ha reportado que las larvas de *C. lunulata* se asocian a las raíces de chile, maíz y caña de azúcar, aunque la rizofagia en estas plantas no fue confirmada. Por otro lado, Aragón *et al.* (2001) observaron que las larvas asociadas a las raíces de estatís no eran consumidas por lo que se asociaron a hábitos saprófagos. Esta interpretación coincide con Stechauner-Rohringer, y Pardo-Locarno (2010), quienes confirmaron los hábitos saprófagos de las larvas al registrar el consumo de humus y bagazo de caña, incluso cuando se les ofrecieron trozos de zanahoria y raíces de gramíneas.

***Lygirus sallei* (Bates, 1888)**

Esta especie se distribuye ampliamente en México en los estados de Aguascalientes, Chiapas, Chihuahua, Colima, Durango, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Veracruz (Morón *et al.*, 1997; Lugo-

García *et al.*, 2011b; Lugo *et al.*, 2013). Estos organismos se presentaron a partir de la última semana de mayo hasta la segunda semana de junio (Figura 19). Los ejemplares colectados se obtuvieron por medio de trampas de luz; en una proporción macho- hembra de 0:40, lo cual indica que solo las hembras poseen fototactismo positivo.

Las larvas de esta especie se desarrollan en el suelo, son saprófagas ya que se les asocia con el consumo de materia orgánica, estiércol humificado y desechos agrícolas, también se ha mencionado que estas especies se encontrarán en suelos ricos en materia orgánica (Aragón *et al.*, 2001; Ramírez-Salinas *et al.*, 2004; Lugo-García *et al.*, 2011b).

***Macrodactylus mexicanus* (Burmeister, 1845)**

Macrodactylus mexicanus tiene una alta distribución en México, reportándose en los estados de Aguascalientes, Baja California, Chihuahua, Ciudad de México, Coahuila, Durango, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas (Arce-Pérez y Morón, 2000; Aragón-Sánchez *et al.*, 2022 y Márquez *et al.*, 2022). Estos organismos se presentaron durante la última semana de mayo (Figura 19) presentan una actividad diurna (Arce-Pérez y Morón, 2000), fueron localizados posados en brotes u hojas de plantas, principalmente pertenecientes a la familia Rosaceae, esto podría indicar que estas plantas funcionan como sitios de refugio. *M. mexicanus* fue localizada en *Cydonia oblonga*, *Randia capitata* y *Quercus greggii*.

Esta especie ha sido estudiada debido a las interacciones negativas que presentan debido a la defoliación en diferentes árboles y arbustos, sin embargo, se ha registrado que pueden realizar un efecto poda favoreciendo su desarrollo (Moctezuma-Vega y Romero-López, 2020). Así mismo, se ha reportado como plaga importante en *Zea mays*, *Phaseolus vulgaris* y *Vicia faba* (Aragón-Sánchez *et al.*, 2022). Esta especie ha sido fuertemente estudiada en cuanto a sus hábitos y la comunicación química que existe entre ellos, un ejemplo de ello es el trabajo

realizado por Morales-Blancas y Romero-López, 2019 en donde describen el comportamiento de esta especie asociada a *Eysenhardtia polystachya* perteneciente a la familia Fabaceae.

Las larvas de esta especie han sido asociadas al cultivo de maíz (Tapia-Rojas *et al.*, 2013).

***Xyloryctes telephus* (Burmeister, 1847)**

Esta especie tiene una alta distribución en México, reportándose en los estados de Ciudad de México, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla y Veracruz (Guzmán-Vásquez *et al.*, 2020). Se colectaron a partir de la última semana de abril hasta la segunda semana de junio (Figura 6); la mayoría de estos organismos fueron colectados a través de las trampas de luz, en una proporción macho- hembra 1: 7 (Cuadro 6). Esto indica, que las hembras son altamente atraídas a la luz a diferencia de los machos.

En el presente estudio *X. telephus* se encontró asociado en *Prunus cortapico* (Rosaceae) (Cuadro 3), anteriormente los adultos de *X. telephus* han sido asociados a distintos tipos de *Quercus* (Bitar y Morón, 2014)

Las larvas de esta especie pertenecen al gremio sapro-rizo-xilófagos, quienes se caracterizan por alimentarse de raíces, humus, hojarasca o madera en descomposición (Morón, 2013b), forman parte importante en la remoción de la materia orgánica (Ramírez-Ponce *et al.*, 2009).

8.4 Adultos de Coleoptera: Melolothidae asociados a la vegetación del jardín botánico BUAP

Se colectaron 485 ejemplares de 13 especies, distribuidos en los géneros *Phyllophaga*, *Paranomala*, *Cyclocephala*, *Macroductylus* y *Xyloryctes*; asociadas a 37 especies de plantas incluidas en nueve familias vegetales, donde la más representativa fue Fagaceae con múltiples especies de *Quercus*, seguida por Fabaceae y Poaceae (Cuadro 3). Se colectaron más hembras en la vegetación, esto

sugiere que buscan sitios elevados que garanticen la respuesta al llamado sexual o bien, se alimenten para realizar la ovoposición.

En contraste, las hembras de *C. barrerae*, permanecen semienterradas durante el llamado sexual, esto explica su baja representación en la vegetación.

Las plantas que presentaron una mayor diversidad de organismos asociados a ellas son *Lysiloma acapulcense* (4 especies; *C. barrerae*, *P. atomograma*, *P. inconstans* y *Ph. vetula*), pasto (4 especies; *C. barrerae*, *P. forreri*, *Ph. macrocera* y *Ph. misteca*) y *Q. liebmanii* x *Q. microphylla* (*Ph. misteca*, *Ph. raveda* y *Ph. vetula*). Esta diversidad sugiere que ciertos hospedantes vegetales cumplen funciones clave en los melolóntidos, ya sea como sitios de alimentación, reproducción o refugio.

Se observó que *Ph. gravidula* fue más abundante en la vegetación en comparación con las trampas de luz, esto indica que no todas las especies presentan fototactismo positivo, o que difiere entre machos y hembras, lo cual coincide con lo reportado por Casto-Ramírez *et al.* (2003).

Por otro lado, *M. mexicanus*, fue colectado exclusivamente en organismos vegetales, esto refuerza que estas plantas funcionan como refugio nocturno, en concordancia con sus hábitos diurnos (Arce y Morón, 2000; Morales-Blancas y Romero-López, 2019; Moctezuma-Vega y Romero-López, 2020; Márquez *et al.*, 2022; Aragón-Sánchez *et al.*, 2022).

Se destaca, que las especies asociadas al pasto también pueden estar vinculadas al consumo de raíces durante su estadio larvario, lo que refuerza la importancia de considerar ambas fases (adulto, larva) en el manejo de melolóntidos.

Cuadro 3: Especies de Coleoptera: Melolonthidae asociados a huéspedes vegetales, proporción macho:hembra y abundancia relativa capturados en el jardín botánico de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Especies de Melolonthidae	Número de individuos		Abundancia relativa	Especies vegetales	Familia	Nombre común
	♂	♀				
<i>Phyllophaga vetula</i>	3	4	0.03	<i>Quercus</i> spp.	Fagaceae	Encino
	1	2	0.01	<i>Quercus crassipes</i>	Fagaceae	Tesmolillo
	5	6	0.05	<i>Quercus glaucoides</i> x <i>Quercus microphylla</i>	Fagaceae	Encino
	4	14	0.08	<i>Quercus liebmannii</i> x <i>Quercus microphylla</i>	Fagaceae	Encino
	8	16	0.11	<i>Quercus autopista</i>	Fagaceae	Encino
	0	2	0.01	<i>Quercus obtusa</i>	Fagaceae	Encino blanco
	0	2	0.01	<i>Quercus pinnativenulosa</i>	Fagaceae	Encino
	6	8	0.06	<i>Quercus mexicana</i>	Fagaceae	Encino amarillo
	2	0	0.01	<i>Quercus acutifolia</i>	Fagaceae	Encino enano
	0	1	0.00	<i>Quercus laeta</i>	Fagaceae	Encino algodonillo
	0	2	0.01	<i>Quercus laceyi</i>	Fagaceae	Encino azul
	0	1	0.00	<i>Quercus germana</i>	Fagaceae	Encino roble
	34	29	0.29	<i>Quercus grahamii</i> x <i>Quercus mexicana</i>	Fagaceae	Encino
	1	6	0.03	<i>Quercus rysophilla</i>	Fagaceae	Encino colorado
	8	9	0.08	<i>Quercus liebmannii</i>	Fagaceae	Encino amarillo
	1	1	0.01	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Fagaceae	Tepehuaje
	29	16	0.20	Pasto	Poaceae	Pasto
<i>Phyllophaga misteca</i>	0	5	0.06	<i>Quercus laceyi</i>	Fagaceae	Encino azul
	0	2	0.02	<i>Quercus liebmannii</i> x <i>Quercus microphylla</i>	Fagaceae	Encino
	0	2	0.02	<i>Quercus pinnativenulosa</i>	Fagaceae	Encino
	3	12	0.17	<i>Quercus grahamii</i> x <i>Quercus mexicana</i>	Fagaceae	Encino
	2	0	0.02	<i>Quercus liebmannii</i>	Fagaceae	Encino amarillo

	1	0	0.01	<i>Quercus sebifera</i>	Fagaceae	Encinillo
	0	1	0.01	<i>Quercus microphylla</i>	Fagaceae	Encino enano
	1	0	0.01	<i>Salvia fulgens</i>	Lamiaceae	Salvia cardenal
	38	21	0.67	Pasto	Poaceae	Pasto
<i>Phyllophaga ravida</i>	0	1	0.13	<i>Quercus greggii</i>	Fagaceae	Encino blanco
	1	1	0.25	<i>Quercus laceyi</i>	Fagaceae	Encino azul
	3	2	0.63	<i>Quercus liebmannii</i> x <i>Quercus microphylla</i>	Fagaceae	Encino
<i>Phyllophaga gravidula</i>	4	5	0.45	<i>Pelargonium graveolens</i>	Geraniaceae	Citronela
	2	9	0.55	<i>Piper auritum</i>	Piparaceae	Hoja santa
<i>Phyllophaga macrocera</i>	49	13	1	Pasto	Poaceae	Pasto
<i>Phyllophaga xanthe</i>	2	1	0.21	<i>Crategus mexicana</i>	Rosaceae	Tejocote
	2	0	0.14	<i>Pinus orizabensis</i>	Pinaceae	Piñon de Orizaba
	1	2	0.21	<i>Pinus maximartinezzi</i>	Pinaceae	Pino azul
	0	2	0.14	<i>Monstera</i> sp.	Araceae	Costilla de Adán
	0	2	0.14	Pasto	Poaceae	Pasto
	0	2	0.14	<i>Quercus toxicodendrifolia</i>	Fabaceae	Roble venenosa
<i>Paranomala atomograma</i>	0	3	0.13	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Fabaceae	Tepehuaje
	1	0	0.04	<i>Mimosa polyantha</i>	Fabaceae	Espino de abuelita
	6	8	0.61	<i>Painteria elachistophylla</i>	Fabaceae	Frijolillo pequeño
	2	0	0.09	<i>Quercus</i> sp.	Fagaceae	Encino
	2	1	0.13	<i>Vachellia schaffneri</i>	Fabaceae	Huizache chino
<i>Paranomala forreri</i>	0	1	0.03	<i>Quercus glaucoides</i> x <i>Quercus microphylla</i>	Fagaceae	Encino
	2	4	0.19	<i>Malus domestica</i>	Rosaceae	Manzano
	2	1	0.10	<i>Painteria elachistophylla</i>	Fabaceae	Frijolillo pequeño
	9	10	0.61	<i>Randia capitata</i>	Rosaceae	Flor de San Juan
	0	2	0.06	Pasto	Poaceae	Pasto

<i>Paranomala gemella</i>	0	1	1	<i>Quercus grahamii</i>	Fagaceae	Encinillo chilillo
<i>Paranomala inconstans</i>	0	1	0.2	<i>Quercus laeta</i>	Fagaceae	Encinillo algodónillo
	0	1	0.2	<i>Cercocarpus macrophyllus</i>	Rosaceae	Palo bendito
	1	2	0.6	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Fabaceae	Tepehuaje
<i>Cyclocephala barrerae</i>	1	0	0.1	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Fabaceae	Tepehuaje
	1	0	0.1	<i>Painteria elachistophylla</i>	Fabaceae	Frijolillo pequeño
	2	0	0.2	<i>Pyrus communis</i>	Rosaceae	Peral
	1	0	0.1	<i>Pyrus domestica</i>	Rosaceae	Peral
	0	1	0.1	Pasto	Poaceae	Pasto
<i>Macroductylus mexicanus</i>	1	2	0.6	<i>Cydonia oblonga</i>	Rosaceae	Membrillo
	0	1	0.2	<i>Randia capitata</i>	Rosaceae	Flor de San Juan
	1	0	0.2	<i>Quercus greggii</i>	Fabaceae	Encino blanco
<i>Xylorictes telephus</i>	0	1	1	<i>Pinus cortapico</i>	Rosaceae	Carretera

8.5 Prácticas agroecológicas para el manejo del complejo gallina ciega

8.5.1 Colecta de adultos Coleoptera: Melolonthidae con trampas de luz.

Por medio de las trampas de luz, se colectaron 5 038 individuos pertenecientes a las familias Melolonthidae y Scarabaeidae, pertenecientes a siete géneros de los que se identificaron 18 especies.

La composición de especies varió entre los sitios muestreados, esto puede atribuirse a las diferencias entre la estructura y composición vegetal de cada sitio. Estas características podrían influir en la atracción de los melolóntidos a las trampas de luz, al modificar la intensidad del gradiente lumínico (Cuadro 4). Esta relación coincide con lo reportado por Castro-Ramírez *et al.* (2003), quienes señalan que los gradientes de luz pueden atraer diferencialmente a distintas especies de melolóntidos.

Cuadro 4 Diversidad de Coleoptera: Melolonthidae, colectados por medio de trampas de luz y su abundancia relativa.

Especie	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Total	Abundancia relativa
<i>Diplotaxis</i> spp.	848	371	588	1807	0.3590
<i>Phyllophaga vetula</i>	250	426	379	1055	0.2096
<i>Phyllophaga misteca</i>	209	320	261	790	0.1569
<i>Phyllophaga ravidia</i>	90	154	100	344	0.0683
<i>Paranomala forreri</i>	142	92	67	301	0.0598
<i>Cyclocephala barrerae</i>	48	24	164	236	0.0469
<i>Paranomala inconstans</i>	20	31	105	156	0.0310
<i>Paranomala atomograma</i>	42	35	27	104	0.0207
<i>Phyllophaga macrocera</i>	25	34	35	94	0.0187
<i>Ligyris sallei</i>	10	15	20	45	0.0089
<i>Paranomala semicincta</i>	5	10	17	32	0.0064
<i>Phyllophaga ilhuicaminiai</i>	7	9	8	24	0.0048
<i>Xylorictes telephus</i>	3	1	18	22	0.0044
<i>Phyllophaga xanthe</i>	0	4	8	12	0.0024
<i>Paranomala hopneri</i>	2	1	2	5	0.0010
<i>Paranomala gemella</i>	2	1	1	4	0.0008
<i>Phyllophaga gravidula</i>	0	4	0	4	0.0008
<i>Phyllophaga bolacoides</i>	0	2	0	2	0.0004
<i>Cyclocephala lunulata</i>	1	2	0	1	0.0002

La especie con mayor fototactismo positivo estuvo representada por *Diplotaxis* spp. con un 35% de la muestra seguido por *Ph. vetula* (20%) y *Ph. misteca* (15%).

En el Sitio 1, no hubo representación de las especies *Ph. xanthe*, *Ph. gravidula* y *Ph. bolacoides*. Mientras que fue el único sitio dónde se colectó a *C. lunulata*. En el Sitio 2, se colectaron todas las especies, presentando una mayor abundancia de *Ph. vetula*. En el Sitio 3 no fueron colectadas las especies *Ph. gravidula*, *Ph. bolacoides* y *C. lunulata*.

El fototactismo de hembras y machos depende de la especie, por ello se realizó la relación entre ellos. Como se puede observar en el Cuadro 5 las hembras de las especies *Ph. ravida*, *Ph. Ilhuicaminai*, *Ph. bolacoides*, *P. cincta*, *P. atomograma*, *P. gemella*, *X. telephus* y *L. sallei* tienen un mayor fototactismo positivo a comparación con los machos esto concuerda con lo reportado por Aragón *et al.* (2008b), dónde se menciona que las de hembras de *Ph. ravida* son más susceptibles a la luz, por ello, es una alternativa para el manejo de esta especie en los agroecosistemas, debido a que disminuye la ovoposición aminorando las poblaciones de gallina ciega en el sitio de interés, cabe mencionar que las hembras de *Ph-vetula* depositan entre 18 y 32 huevos por puesta (Aragón *et al.*, 2005).

Cuadro 5. Proporción macho/hembra de las especies colectadas a través de trampa de luz.

Especie	Número de individuos		Total	Proporción	
	♂	♀		♂	♀
<i>Phyllophaga vetula</i>	668	367	1035	2	1
<i>Phyllophaga misteca</i>	650	84	734	8	1
<i>Phyllophaga macrocera</i>	70	4	74	18	1
<i>Phyllophaga xanthe</i>	12	1	13	12	1
<i>Paranomala forreri</i>	168	133	301	1	1
<i>Paranomala inconstans</i>	86	70	156	1	1
<i>Paranomala hoeppfneri</i>	4	1	5	4	1

Como se muestra en el cuadro 6 la proporción de machos respecto a las hembras es mayor para las especies *Ph. vetula*, *Ph. misteca*, *Ph. macrocera*, *Ph. xanthe*, *C. barrerae*, *P. forreri*, *P. inconstans* y *P. hoepfneri*. En particular, *C. barrerae*, puede atribuirse a su comportamiento reproductivo ya que mientras las hembras se mantienen semienterradas, los machos son quienes sobrevuelan el área en busca de pareja.

Este patrón de actividad favorece la captura de machos en comparación de las hembras durante el muestreo con lámparas de luz, lo que puede disminuir la tasa de apareamiento y a largo plazo, disminuir la abundancia de las larvas de esta especie.

Esto demuestra que las trampas de luz, pueden ser una práctica eficaz en la disminución de las poblaciones de gallina ciega, sin embargo, se debe de considerar que las especies se pueden comportar de manera diferente por lo que no se puede implementar como una medida universal para todo el grupo de melolóntidos (Méndez-Aguilar *et al.*, 2005).

Cuadro 6. Proporción hembra/macho de las especies colectadas a través de trampa de luz

Especie	Número de individuos		Total	Proporción	
	♂	♀		♂	♀
<i>Phyllophaga ravidia</i>	134	146	280	1	1
<i>Cyclocephala barrerae</i>	109	119	228	1	1
<i>Phyllophaga ilhuicaminai</i>	2	21	23	1	11
<i>Phyllophaga bolacoides</i>	1	2	3	1	2
<i>Paranomala semicinta</i>	13	19	32	1	2
<i>Paranomala atomograma</i>	50	103	153	1	2
<i>Paranomala gemella</i>	1	4	5	1	4
<i>Xyloryctes telephus</i>	3	21	24	1	7
<i>Lygirus sallei</i>	0	40	40	0	40

8.5.2 Evaluación de las prácticas agroecológicas aplicadas en el jardín botánico BUAP.

La evaluación de las prácticas agroecológicas se realizó mediante la contabilización de larvas pertenecientes al complejo gallina ciega en dos temporadas. La primera se realizó antes de inocular los hongos y la segunda posterior a aplicación de las técnicas.

Una vez empleadas las prácticas elegidas para el manejo agroecológico de los melolóntidos, se procedió a realizar una colecta durante los meses de noviembre de 2024 a febrero de 2025. Para ello, se mantuvieron los bloques previamente establecidos. Como se puede observar en el cuadro 7, la población de larvas pertenecientes al complejo gallina ciega disminuyó en todos los tratamientos, incluso en el tratamiento control, por lo cual se calculó el porcentaje de disminución con respecto al grupo control, de esta forma se toma en cuenta las condiciones que pueden afectar a la baja en las poblaciones de gallina ciega diferentes a los tratamientos empleados. La disminución de la población muestra que la combinación de diferentes técnicas agroecológicas, contribuyen a un mayor control en el manejo de estos organismos.

Cuadro 7. Larvas pertenecientes al complejo gallina ciega colectadas en dos temporadas y el porcentaje de disminución de acuerdo con el efecto del tratamiento en el jardín botánico universitario BUAP

Tratamiento	2023	2024	% disminución
Control	97	54	
Trampa de luz	83	40	28.9%
<i>Beauveria bassiana</i>	73	34	37%
<i>Metharhizium anisopliae</i>	85	38	29.6%
Total	338	173	48.8%

Además, se realizó un análisis de muestras pareadas independientes, dónde se establecieron las poblaciones registradas durante los dos muestreos (Figura 8).

Se obtuvo un coeficiente de variación de 42.9%, el cual representa una variabilidad moderada con respecto a la media, demostrando que el tratamiento empleado tuvo efectos consistentes, sin embargo, no son uniformes entre tratamientos.

Para determinar esta variación se procedió a realizar una t de student entre los dos momentos del estudio, ya que presentan normalidad en los datos y las varianzas son homogéneas dados por la prueba de Shapiro-Wilk. Al aplicar este estadístico, solo se compara la población antes y después de la aplicación de tratamientos; el resultado muestra que, sí existe una diferencia entre la población de gallina ciega con respecto a la aplicación de las técnicas agroecológicas, obteniendo una $t = 11.75$, este valor positivo de la t representa una diferencia significativa, dado que el valor de p es igual a 0.00002 con un nivel de confianza del 95%.

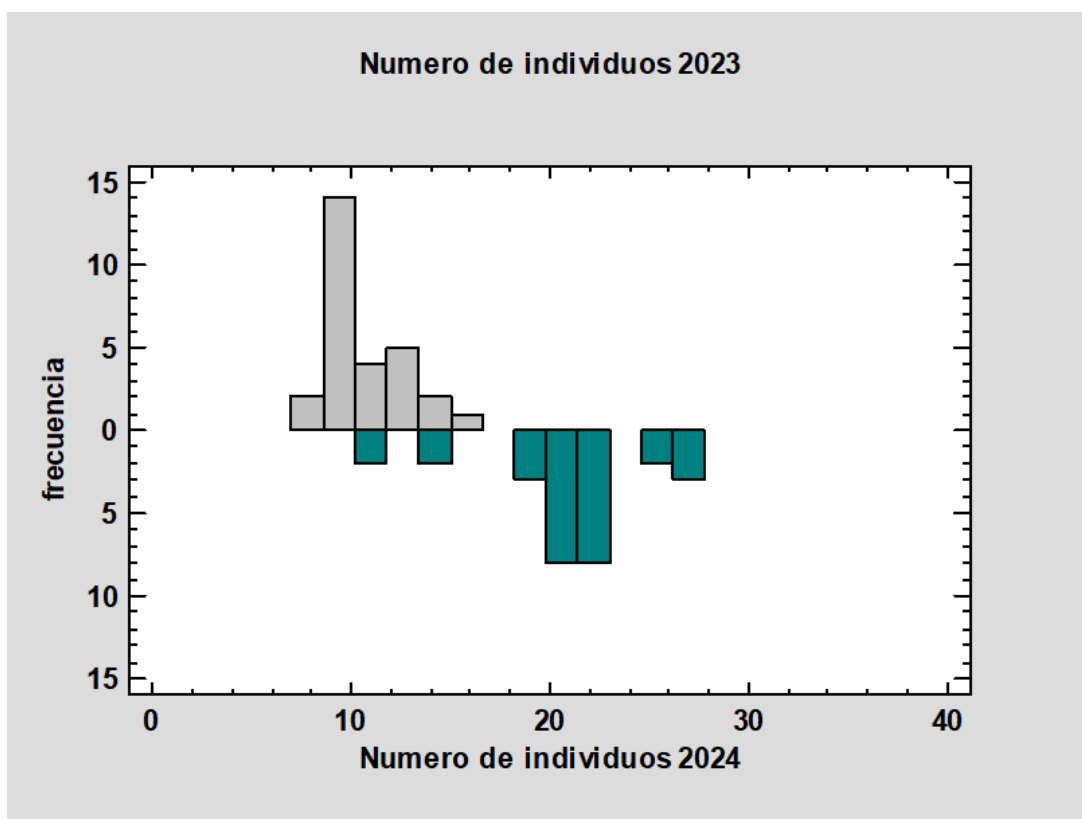


Figura 8. Análisis de muestras pareadas sobre el número de larvas colectadas en 2023 y 2024. Valor de $p = 0.00002$ y $t = 11.752$ con un $\alpha = 0.05$.

Para poder determinar si existía alguna diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, se realizó un análisis de varianza (ANOVA). Los resultados mostraron diferencias en al menos uno de los tratamientos evaluados en el sitio de estudio ($p=0.0006$), con un nivel de significancia de ($\alpha=0.05$).

Debido a ello, se realizó una prueba Tukey, la cual permitió agrupar los tratamientos según sus medias, diferenciando claramente al grupo control y los tratamientos aplicados. Estos resultados, muestran la eficacia de las técnicas agroecológicas para reducir la población de gallina ciega. Particularmente el tratamiento *M. anisopliae*, ya que presenta la media más baja y un error estándar menor, esto sugiere un efecto más consistente, en comparación con los demás tratamientos.

Cuadro 8. Medias del número de larvas pertenecientes al complejo gallina ciega, recolectadas en los tratamientos empleados en el jardín botánico universitario BUAP.

Tratamiento	Media $\pm$ Error Estándar	
Control	13.42 $\pm$ 0.52	a*
Trampa de luz	10.28 $\pm$ 0.42	b
<i>Beauveria bassiana</i>	9.71 $\pm$ 0.42	b
<i>Metharhizium anisopliae</i>	9.14 $\pm$ 0.26	b

*Medias identificadas con la misma letra significa que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ellas (Tukey, $p=0.0001$; $\alpha=0.05$)

Por lo que, al integrar los análisis de las muestras pareadas de ambas temporadas con los resultados mostrados entre los tratamientos aplicados en el sitio de estudio, se observa un efecto acumulativo entre las prácticas agroecológicas implementadas en el jardín botánico BUAP. Estos hallazgos demuestran que la eficiencia del MAP, depende directamente de las características particulares del entorno y de las estrategias diseñadas a partir del diagnóstico de cada sitio. En consecuencia, la elección de las técnicas agroecológicas debe responder a las condiciones propias de cada agroecosistema.

IX. Conclusiones.

Se registró una diversidad significativa de especies pertenecientes al complejo gallina ciega, dentro del jardín. La variación en la composición de las especies entre zonas está asociada al tipo de vegetación presente, esto evidencia la importancia del jardín botánico universitario BUAP como sitio de conservación.

Se identificaron 19 especies que pertenecen al complejo gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae), lo cual contribuye al inventario faunístico de las zonas urbanas y genera información relevante acerca de la conservación de áreas verdes dentro de las ciudades. Las especies *Phyllophaga misteca*, *Phyllophaga vetula* y *Diplotaxis* spp., mostraron una dominancia marcada dentro del jardín al presentarse en los tres sitios de colecta.

Se describió el tercer instar de la larva de *Ph. xanthe* (Bates, 1888) esto contribuye a la generación de conocimiento entre las especies que conforman al complejo gallina ciega.

Se obtuvieron 37 especies vegetales que forman una interacción planta-insecto Coleoptera: Melolonthidae, esto permite establecer la preferencia de los melolóntidos hacia algunos organismos vegetales. Ampliando las estrategias de manejo con base en estas interacciones. Además, la diversidad vegetal dentro del jardín contribuye a la formación de microhábitats fomentando la riqueza y estabilidad de las poblaciones de melolóntidos.

La aplicación de las técnicas agroecológicas, mostraron ser eficaces como herramientas de manejo, proponiendo alternativas sostenibles para el control de melolóntidos en agroecosistemas urbanos.

X. Recomendaciones.

Con base en los resultados obtenidos en el presente trabajo se proponen las siguientes recomendaciones:

Fortalecer el monitoreo de Coleoptera: Melolonthidae durante la temporada de vuelo, realizando un monitoreo diurno para registrar las especies de melolóntidos que están presentes dentro del jardín botánico. Implementar un registro estandarizado, que incluyan variables abióticas como humedad relativa, precipitación y temperatura con el fin de correlacionar la actividad de los melolóntidos con las condiciones de vuelo.

Implementar estrategias de manejo agroecológico como el uso de entomopatógenos; buscar depredadores que puedan estar presentes dentro del jardín y fomentar su población; implementar prácticas culturales y colecta manual. Diseñar trampas con variaciones en el tipo de iluminación (intensidad, color y longitud de onda), lo que permitiría optimizar la captura de melolóntidos de interés, sin comprometer la biodiversidad del jardín botánico universitario BUAP.

Promover la conservación de la vegetación hospedera en las distintas áreas verdes urbanas de la ciudad y fomentar la plantación de especies nativas. Para determinar el hábito alimenticio, se sugiere realizar lavados estomacales en adultos de melolóntidos para confirmar interacciones alimenticias, así como cuantificar el material vegetal consumido y relacionarlo con el posible efecto poda.

Difundir el conocimiento generado en el presente trabajo, dirigidos a estudiantes, visitantes y personal del jardín. Además de realizar talleres que evidencien la importancia de estos insectos dentro de los ecosistemas urbanos.

Ampliar el estudio a otras áreas verdes urbanas dentro de la ciudad, con el fin de comparar la composición de melolóntidos y organismos vegetales, esto permitirá evaluar la presencia de los melolóntidos en un contexto urbano.

XI. Literatura Citada

- Altieri, M.A. 1987. Diez tesis sobre el medio ambiente en América Latina. *Ecología*. 2 (1): 371-386
- Altieri, M.A. 1994. The ecological role of biodiversity in Agriculture. In *Biodiversity and pest management in Agroecosystems*. New York: Haworth Press. 3-16
- Álvarez-Claire, S., Beckman, E., Bynre, A., Carrero, C., Paist, S., Westwood, M. y Valencia-Avalos, S. 2020. Propagar para conservar: una estrategia del consorcio mundial para la conservación de encinos. In: *Manual para la conservación de Quercus: Una guía fácil para cultivar encinos en México y América Central*. Rodríguez-Acosta, M y Coombes, A.J. (Eds.) 2020. Jardín Botánico Universitario de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 69-76.
- Aragón, G.A., Morón, M.A. Tapia-Rojas, A.M., Rojas-García, R. 2001. Fauna de Coleoptera: Melolonthidae en el rancho “La Joya”, Atlixco, Puebla, México. *Acta zoológica mexicana (nueva serie)* 83:143-164.
- Aragón, G.A. y López-Olguín, J.F. 2001. Descripción y control de las plagas de amaranto. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. *Alternativas y Procesos de Participación Social*. A.C. SIZA-CONACYT. Puebla. México. pp:1-30
- Aragón, G.A., Morón, M.A. 2004. Descripción de tres larvas de tres especies de *Phyllophaga* (Coleoptera: Melolonthidae: Melolonthinae) en el Valle de Puebla, México. *Folia entomológica mexicana*. 43(3): 295-306.
- Aragón, G. A., Morón, M. Á., López-Olguín, J. F., 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 (nueva serie)*, 21(2),87-99.

- Aragón G., A., Hernández H., L., Deolarte-George, M., Tapia-Rojas, A. M., Damian-Huato, M. Á., Jiménez-García, D. y López-Olguín, J. F. 2008a. Especies de Coleoptera: Sracarabeoidea de la Vista Country Club y Golf de la Ciudad de Puebla. En: Estrada V. E. G., A. Equihua M., J. R. Padilla R. y A. Mendoza E. (Eds.) Entomología Mexicana Vol. 7. Colegio de Posgraduados. Montecillos Edo. de México. 825-830
- Aragón G.A., Nochebuena-Trujillo, C.D., Morón, M.A., López-Olguín, J.F. 2008b. Uso de trampas fluorescente para el manejo de gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) en maíz (*Zea mays*,L.). Agrociencia. 42(2): 217-223.
- Aragón G., A, Torres P., B. C., Sánchez, M. A., Mozo C., V. A., López O., J. F., y García, G. A. 2018. Estrategias agroecológicas para el control de gallina ciega en cultivos agrícolas. Miguel Nájera Rincón y Agustín Aragón García. (Eds.). Diversidad, ecología y manejo de insectos rizófagos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. pp: 135-147.
- Aragón-Sánchez, M., Aragón, G.A., Arce-Pérez, R., Pérez-Torres, B.C., Cuate-Mozo, V.A., López-Olguín, J.F. 2012. Actualización de las especies del género *Macrodatylus* Dejean (Coleoptera: Melolonthinae: Macrodatylini) para el estado de Puebla, México. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie). 37: 1-10.
- Arce-Pérez, R. y Morón, M.A. 2000. Taxonomía y distribución de las especies de *Macrodatylus* Latreille (Coleoptera:Melolonthidae) en México y Estados Unidos de América. Acta zoológica mexicana (nueva serie). 79: 123-239.
- Arellano, B. y Roca, J. 2018. Áreas verdes e Isla de Calor Urbano. Libro de Proceeding, C.T.V. XII Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual. "Ciudades y Territorios Inteligentes". Mendoza. 5-7 septiembre 2018. Barcelona: CPSV. Pp; 417-432.

- Argimón, P.J. 2022. Medidas del efecto de un tratamiento. Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de México. Anexo 12. Curso de bioestadística. Recuperado de: <https://dsp.facmed.unam.mx/wp-content/uploads/2022/02/Anexo-12.-Argimon-PJ.-Medidas-del-efecto-de-un-tratamiento.pdf>
- Bahena J. F. 2003. Manejo Agroecológico de Plagas para una agricultura sostenible. Agricultura, ambiente y desarrollo sustentable. Mario Alberto Tornero-Campante, Jesús Francisco López Olguín y Agustín Aragón García. (Eds.). Publicación Especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. pp:149–82.
- Bahena, J., F.; J. de J. Velázquez G. y A. Báez P. 2012. Manejo Agroecológico de plagas en trigo para una Agricultura de Conservación en el valle Morelia-Queréndaro. Folleto Técnico Núm. 30. Campo Experimental Uruapan. CIRPAC. INIFAP. 74p
- Bates, H. W. 1887. Biología Centrali-Americana, Zoología, Insecta, Coleoptera, Pectinicornia, Lamellicornia (1887-1889). Godman F.D. y Salvin O. (Editors) 2(2):(1886) 1-24, (1887) 25-160, (1888) 161-336, (1889) 337-432.
- Bates, H. W. 1888. Pectinicornia and Lamellicornia, family Rutelidae. Biología Centrali-Americana. Insecta Coleoptera 2.part 2 216-413.
- Bitar, A., Morón, M.A. 2014. Revisión y análisis filogenético del género *Xyloryctes* (Coleoptera: Melolonthidae: Dynastinae: Oryctini). Revista mexicana de biodiversidad. 85:753 – 796.
- Böving, A. 1936. Description of the larvae of *Plectis aliena* Chapin and explanation of new terms applied to the epipharynx and raster. Proceedings of the entomological society of Washington. 38: 169–185.
- Bravo-Cuautle, S., Pérez-Torres, B.C., Caste-Mozo, V.A., Aragón, A. 2019. Composición y Fenología de Coleoptera: Scarabaeidae presente en la

- comunidad de Atlixco, Puebla. Boletín de la sociedad mexicana de entomología (nueva serie). 5:5-9
- Brown, G.G., Fragoso, C., Barois, I., Rojas, P., Patrón, J.C., Bueno, J., Moreno, A.G., Lavelle, P., Ordaz, V., Rodríguez, C. 2001. Diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en los sistemas tropicales mexicanos. Acta zoológica mexicana (nueva serie), 1: 79-110
- Camarena, G.G. 2009. Señales de la interacción planta insecto. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 15(1): 81-85
- Carrillo-Ruiz, H., Morón, M.A. 2003. Fauna de Coleoptera Sacarabeoidea de Cuetzalan del Progreso, Puebla, México. Acta zoológica mexicana. 88: 87-121.
- Casierra-Posada, F., y Lüdders, P. 2000. Efecto de la reducción de la luz, la poda de verano y el suministro de nitrógeno sobre el crecimiento vegetativo y reproductivo de los árboles de manzano “Golden Delicious”. Agronomía Colombiana. 17:79-84
- Castillo, G. 2023. Intervenciones en el paisaje humano desde la funcionalidad ecológica. Revista digital universitaria (RDU). 24(2):1-7
- Castro-Ramírez, A.E., Cruz-López, J.A., Ramirez-Salinas, C., Perales-Rivera, H. y Gómez, M.JA. 2003. Manejo de la “gallina ciega” (Coleoptera:Melolonthidae) con trampas de luz en Chiapas, México. Escarabeoideos de Latinoamérica: Estado del Conocimiento. 3: 81-86.
- Cepeda-Cornejo, V. y Cuautle-García, L.M. 2022. Los jardines botánicos reservorios de diversidad biológica. CIBIOS-BUAP. 1(1), pp. 27-35
- Cortés, C. V., Pérez, S. M., de la Torre, R. C. A., Mesa, E. y de Olivera, H. G. 2011. Patogenicidad de hongos entomopatógenos del género *Metarhizium* sobre larvas de *Strategus aloeus* L. (Coleoptera: Scarabaeidae), en condiciones de laboratorio. Palmas, 32(4), 30-40.

- Cruz-López, J.A., Castro-Ramírez, A.E., Ramírez-Salinas, C. y Gómez y Gómez B. 2001. Supresión manual de adultos de *Phyllophaga* spp y *Anomala* spp en maíz. Manejo integrado de plagas. Costa Rica. 59. 41-47.
- Cuate-Mozo, V.A., Aragón, G.A., Pérez-Torres, B.C., López-Olguín, J.F., Morón, M.A. y Rojas-Martínez, R.I. 2016. Manejo del complejo gallina ciega (Coleoptera:Melolonthidae) asociado al cultivo de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) en Puebla, México. Agrociencia. 50(7): 889-900.
- Cuate-Mozo, V. A., Aragón, G.A., Agustín, Lugo-García, G. A., Reyes-Olivas, Á., Aragón-Sánchez, M. y 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
- Cuate-Mozo, V.A., Aragón, G.A., Márquez-Manzano, J.P., Aragón-Sánchez, M., Pérez-Torres, B.C. y Lugo-García, G.A. 2025. Caracteres morfológicos de importancia taxonómica para la identificación de larvas de tercer estadio de Coleoptera: Melolonthidae. Coleópteros edafícolas y microorganismos asociados: Diversidad y Ecología. Agustín Aragón García y Miguel Nájera Rincón (Eds.). Especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla e Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. pp: 38-55.
- DeBach, P. 1977. Lucha biológica contra los enemigos de las plantas Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 399-401
- de Gante Cabrera, V. H., Badillo González, J., y Cuautle García, L. M. 2024. Análisis de las áreas verdes urbanas del municipio de Puebla, México. LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades 5 (6), 2787 – 2796.
- Delgado, L y Márquez, J. 2006. Estado del conocimiento y conservación de los escarabajos Coleópteros Scarabeoidea (Insecta) del estado de Hidalgo, México. Acta zoológica mexicana (nueva serie). 22(2): 57-108

- Deloya, C., Morón, M. A. y Lobo, J. M. 1995. Coleóptera Lamellicornia (MacLeay, 1819) del Sur del Estado de Morelos. *Acta zoológica mexicana (nueva serie)* 65: 1-42
- Devine, G. J., Eza, D., Ogusuku, E., y Furlong, M. J. 2008. Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. *Revista peruana de medicina experimental y Salud Pública*, 25(1): 74-100.
- Endrödi, S. 1966. Monographie der Dynastinae (Coleoptera: Lamellicornia) I Teil. *Entomologische Abhandlungen Museum Tierkunde*, 33:1-457.
- Espinosa-Islas, A., Morón, M. Á., Sánchez A, H., Bautista H, N., Romero N, J. 2005. Complejo gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) asociado con céspedes en Montecillo, Texcoco, Estado de México. *Folia entomológica mexicana*, 44 (2), 123-14.
- Flores-Hernández, J., Aragón, G.A. y Tapia, R.A.M. 2019. Los Coleópteros de Cholula. *Fundación Universidad de las Américas Puebla*. 52-53.
- Flores-Xolocotzi, R. 2012. Incorporando desarrollo sustentable y gobernanza a la gestión y planificación de áreas verdes urbanas. *Frontera norte*, 24(48):163-190.
- Fontúrbel, F. y D. Mondaca. 2000. Coevolución insecto-planta en la polinización. *Revista Estudiantil de Biología*, 1 (1): 18-27.
- Fragoso, C., Reyes-Castillo, P., Rojas, P. 2001. La importancia de la fauna edáfica en México. *Acta zoológica mexicana (nueva serie)*. Número especial. 1:1-10.
- García, J.S., Morón, M.A., Aragón, G.A. 2013. Región del Matlalcuéyetl (La Malinche). Fauna de escarabajos del Estado de Puebla. Miguel Ángel Morón, Agustín Aragón García, Hortensia Carrillo-Ruiz (Eds.). Coatepec, Veracruz, México. *Escarabajos Mesoamericanos*, A.C. pp 147-160

- García-Leaños, M.L. y Marín Jarillo, A. 2010. Plagas del suelo en Guanajuato. Plagas del Suelo. Miguel Ángel Morón y Luis Ángel Rodríguez del Bosque, L.A. (Eds.) 2010. Mundi Prensa de México, S.A de C.V. pp. 365-369
- Guzmán-Vásquez, H.M., Sánchez-García, J.A., Hernández-Cruz, J., Rös, M. y Deloya, C. 2020. Los escarabajos Dynastinae (Coleoptera: Scarabaeidae) de Oaxaca, México: lista actualizada de especies y su análisis de distribución. Revista mexicana de biodiversidad (92) 1-29
- Hernández-Camargo, J.E., Jiménez-Sánchez, E., y Padilla-Ramírez, J. 2017. Actividad diurna y nocturna de coleópteros (Insecta: Coleoptera) capturados con trampa de intercepción de vuelo en Tonatico, Estado de México, México. Entomología mexicana, 4: 467-472.
- Hernández, D. A. 1994. El manejo integrado de la plaga *Phyllophaga* spp. en Guatemala. Seminario Taller Centroamericano sobre Biología y Control de los Insectos del Género *Phyllophaga* spp. Turrialba, Costa Rica, PRIAG–CATIE. p.111
- Hernández-Rodríguez, O.A., Hernández-Huerta, J., Ojeda-Barrios, D.L. 2022. Áreas verdes residenciales, sus beneficios y alcances. Escenarios regionales de la dicotomía entre sustentabilidad ambiental y aprovechamiento de los recursos naturales. José Francisco Sarmiento Franco y María Cecilia Valles Aragón (Eds) México. pp: 519-536.
- Hernández-Velázquez, V.M., Núñez-Valdez, M.E., Ruiz-Vega, J., Nájera-Rincón, M.B., Villalobos, J.F. 2010. Uso de Entomopatógenos. Plagas del Suelo. Miguel Ángel Morón y Luis Ángel Rodríguez del Bosque (Eds.) Mundi Prensa de México, S.A de C.V. pp: 178-181.
- Huelgas Marroquín, P., Astier Calderón, M., Larsen, J., Nájera Rincón, M. y del-Val, E. 2015. El complejo gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) y su relación con el suelo y el manejo agrícola. Memorias del V Congreso Latinoamericano de Agroecología-SOCL. La Plata, Argentina. pp: 1-6

- Instituto de Biología, UNAM. 2025. Colección Nacional de Insectos (CNIN), ejemplar CO41493 [*Phyllophaga gravidula*]. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://datosabiertos.unam.mx/IBUNAM:CNIN:CO41201493>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2023. Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica (ENADID) 2023. INEGI. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2024/ENADID/ENADID2023.pdf>
- Janz, N., Nyblom, K. y Nylin, S. 2001. Evolutionary dynamics of host-plant specialization: a case study of the tribe Nymphalini. *Evolution* 55: 783-796.
- Lavelle, P., Blanchart, E., Martin, A., V. Spain, A. 1992. Impact of soil fauna on the properties of soils in the humid tropics. *Myths and Science of Soils of Tropics*. 29. 157-185.
- Lavelle, P., Bignell, D., Lepage, M., Wolters, V., Roger, P., Ineson, P. O. W. H., Dhillon, S. 1997. Soil functions in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers. *European Journal of Soil Biology*. 33: 159-193.
- León, S.T.E. 2009. Agroecología: Desafíos de una ciencia ambiental en construcción. *Agroecología*. 4: 7-17.
- Lugo-García, G.A., Ortega-Arenas, L.D., González-Hernández, H., Aragón, G.A., Romero-Nápoles, J., Rubio-Cortés, R. y Morón, M.A. 2011a. Melolonthidae nocturnos (Coleoptera) recolectados en la zona agrícola agavera de Jalisco, México. *Acta zoológica mexicana (nueva serie)*. 27 (2): 341-357
- Lugo-García, G.A., Morón, M.A., Aragón, G.A., Ortega-Arenas, L.D., Reyes-Olivas, A. y Valdez-Carrasco, J. 2011b. Especies fotófilas de Coleoptera: Lamellicornia en la región de los Tascates, Sinaloa y Chihuahua (México). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA)*. (49):179-188.
- Lugo-García, G.A., Ortega-Arenas, L. González-Hernández, H., Aragón, G.A., Romero-Napoles, J y Rubio-Cortés, R. 2009. Descripción de las larvas de

- tercer instar de Melolonthidae (Coleoptera) asociadas al cultivo de *Agave tequilana* var. Azul y su fluctuación poblacional en Jalisco, México. Neotropical Entomology. 38(6): 769-780.
- Lugo, G.A., Morón, M.A., Aragón, A. Ortega, L.D., Reyes-Olivas, A. y Sánchez, B.H. 2013. Especies nocturnas de Scarabeoidea (Coleoptera: Polyphaga) en el norte de Sinaloa, México. Revista colombiana de entomología, 39(1): 95-104.
- Marín-Jarillo, A. y Bujanos-Muñiz, R. 2008. Especies del complejo gallina ciega del género *Phyllophaga* en Guanajuato, México. Agricultura técnica en México: 34 (3):349-355.
- Márquez, J., Reyes-Hernández, J.L., Cerón-Gómez, R., Escoto-Moreno, J.A. y Ramírez-Ponce, A. 2022. Coleópteros Scarabeoidea (Insecta: Coleoptera) de Aguascalientes, México. Acta zoológica mexicana (nueva serie) 38: 1-51.
- Márquez- Manzano, J.P. 2023. Complejo gallina ciega asociado a pastos de jardines privados de la ciudad de Puebla. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 54 p.
- Martínez, N. 2010. Manejo Integrado de Plagas: Una solución a la contaminación ambiental. Comunidad y Salud. 8(1), 73-82.
- Márquez- Manzano, J.P. Aragón, G.A., Cuate-Mozo, V.A. y Pérez-Torres, C.B. 2024. Diversidad de gallinas ciegas (Coleoptera: Melolonthidae) asociadas a pastos ornamentales de la Ciudad de Puebla, México. Entomología Mexicana. 11 (1): 1-5
- Méndez- Aguilar, M.J., Castro- Ramírez, A.E., Alvarado- Barrantes, R., Pacheco- Flores, C., y Ramírez-Salinas, C. 2005. Eficacia de dos tipos de recolecta para registrar la diversidad de Melolóntidos nocturnos (Coleoptera: Melolonthidae). Acta Zoológica Mexicana (nueva serie). 21(3): 109-124
- Micó, E., Morón, M.A., Sipek, P., Galante, E. 2008. Larval morphology enhances phylogenetic reconstruction in Cetoniidae (Coleoptera: Scarabeoidea) and

allows the interpretation of the evolution of larval feeding habits. *Systematic Entomology*. 33:128-144.

Moctezuma-Vega B. X. y Romero-López A. A. 2020. Patrones de comportamiento de *Macrodactylus mexicanus* (Coleoptera: Melolonthidae) sobre hojas de encinos. *Memorias del 4to Congreso Nacional de Investigación Interdisciplinaria*. Ciudad de México, México, pp.150-152.

Mohammad, H.B., Landeros, J, y Cerna, E. 2007. Manejo sustentable de plagas o Manejo Integral de Plagas: un apoyo al desarrollo sustentable. *CULCYT. Cultura científica y tecnológica*. 23(4):13-27

Molpeceres, C., Zulaica, L. y Barsky, A. 2020. De la restricción del uso de agroquímicos a la promoción de la agroecología. Controversias ante el conflicto por las fumigaciones en el periurbano hortícola de Mar del Plata (2000-2020). En *Proyección: estudios geográficos y de ordenamiento territorial*. 14(27):60-186.

Morales-Blancas, G.I., y Romero-López, A.A. 2019 Comportamiento de adultos de *Macrodactylus mexicanus* Burmeister, 1855 (Coleoptera: Melolonthidae) en su acercamiento a árboles de *Eysenhardtia polystachya* (Ortega) sarg. 1892 (Fabaceae). *Entomología mexicana*. 6:352-357

Morón, M.A., Zaragoza, C.S. 1976. Coleopteros Melolonthidae y Scarabeidae de Villa de Allende, Estado de México. *Anales del Instituto de Biología, UNAM, Serie Zoología*, 47(2): 83-118.

Morón, M. A. 1986. El género *Phyllophaga* en México. Morfología, distribución y sistemática supraespecífica. (Insecta: Coleoptera)". *Instituto de Ecología*. México, D. F. 20: 341

Morón, M.A., C. Deloya y L. Delgado-Castillo. 1988. Fauna de Coleópteros Melolonthidae, Scarabaeidae y Trogidae de la Región de Chamela, Jalisco, México. *Folia Entomológica Mexicana*. 77: 313-378

- Morón, M. A. y C. Deloya. 1991. Los Coleópteros Lamellicornios de la Reserva de la Biosfera “La Michilia”, Durango, México. *Folia Entomológica Mexicana* 81: 209-283.
- Morón, M. A. 1994 Fauna de Coleoptera Lamellicornia en las montañas del noreste de Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*. 63: 7-59
- Morón, M. A., Ratcliffe, B.C. y Deloya, C. 1997. Atlas de los escarabajos de México. Coleóptera; Lamellicornia Vol. I Familia Melolonthidae. Publicación especial de la Sociedad Mexicana de Entomológica; A.C. y CONABIO. México. pp. 2-7.
- Morón, M. A., C. Deloya, A. Ramírez C. y S. Hernández-Rodríguez. 1998. Fauna de Coleoptera Lamellicornia de la región de Tepic, Nayarit. *Acta zoológica mexicana. (nueva serie)* 79: 77-102.
- Morón, M.A., Aragón, A., Tapia-Rojas, A.M, Rojas-García, R. 2000. Coleoptera Lamellicornia de la Sierra del Tentzo, Puebla, México. *Acta zoológica mexicana*, (79): 77-102.
- Morón, M. A. 2003. Diversidad, distribución e importancia de las especies de *Phyllophaga* Harris en México (Coleoptera: Melolonthidae). Estudios sobre coleópteros del suelo en América. Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. 1-27
- Morón, M.A. y Aragón, G.A. 2004. Descripción de larvas de *Phyllophaga* del valle de Puebla, México. *Folia entomológica mexicana*, 43(3): 295-306.
- Morón, M. A. 2010. Diversidad y distribución del complejo “gallina ciega (Coleoptera: Scarabaeoidea) Rodríguez del Bosque, L.A. y M.A. Morón. Plagas del suelo. Mundi-Prensa, México, DF. pp. 41-63
- Morón, M.A. 2013a. Clave para identificar las especies de Coleoptera: Scarabaeoidea del Estado de Puebla. Fauna de escarabajos del Estado de Puebla. Miguel Ángel Morón, Agustín Aragón García, Hortensia Carrillo-Ruiz.

(Eds.). Coatepec, Veracruz, México. Escarabajos Mesoamericanos, A.C. pp. 417-467

Morón, M.A. 2013b. Introducción al conocimiento de los escarabajos en Puebla. Fauna de escarabajos del Estado de Puebla. Miguel Ángel Morón, Agustín Aragón García, Hortensia Carrillo-Ruiz (Eds.). Coatepec, Veracruz, México. Escarabajos Mesoamericanos, A.C. pp. 15-20

Morón, M.A., Lugo-García, G. A y Aragón, G.A. 2014a. Description of the third instar larvae of five species of *Cyclocephala* (Coleoptera, Melolonthidae, Dynastinae) from México. Systematic, Morphology and Biogeography. Revista. brasileira de entomologia 58(3): 219-228.

Morón, M.A., Nogueira, G., Rojas-Gómez, C.V, y Arce-Pérez, R. 2014b. Biodiversidad de Melolonthidae (Coleoptera) en México. Revista mexicana de biodiversidad. 85. 298- 302

Morón, M. Á., Rojas-Gómez, C. V. y Arce-Pérez, R. 2018. Estudio comparativo sobre la presencia de “Gallina Ciega y otros insectos subterráneos en potreros del Municipio de Xico, Veracruz, México. Southwestern Entomologist, 43(4); 955-964.

Mundial, B. 2008. Informe sobre el desarrollo mundial Agricultura para el desarrollo Panorama General. Aportes, 12(36): 135-168

Nájera-Rincón, M.B., García-Martínez, M., Crocker, R.L., Hernández-Velázquez, V y Rodríguez del Bosque, L.A. 2005. Virulencia de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, nativos del occidente de México, contra larvas de tercer estadio de *Phyllophaga crinita* (Coleoptera:Melolonthidae) bajo condiciones de laboratorio. Fitosanidad. 9(1): 33-36.

Nájera-Rincón, M.B. y Trevor, A.J. 2010. Interacciones Bióticas y Abióticas entre Plagas del Suelo y Entomopatógenos. Plagas del Suelo. Miguel Ángel Morón, y Luis Ángel Rodríguez del Bosque (Eds.) 2010. Mundi Prensa de México, S.A de C.V. pp: 97-121

- Nájera-Rincón, M.B., Castro, A. Aragón, G.A., 2010. Prácticas culturales y físicas. En: Plagas del suelo. Rodríguez del Bosque y M.A. Morón. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Colegio de Postgraduados. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 6:97-124
- Nieves-Silva, E. y A. A. Romero-López. 2016. Olfatómetro portátil para el estudio de interacciones entre “frailecillos” (Coleoptera: Melolonthidae) y plantas. Entomología mexicana, 3: 516–522.
- Odum, P. 1985. Fundamentos de ecología. Nueva Editorial Interamericana. México. p. 422
- Organización de las Naciones Unidas. 2024. Ciudades más pobladas de América Latina en 2023. World Population Review. Recuperado de: <https://es.statista.com/estadisticas/1192117/ciudades-sudamericanas-mas-pobladas/>
- Pacheco, F.C. y Castro-Ramírez, A.E. 2005. Primer registro de *Phyllophaga* (*Phytalus*) *rufotestacea* (Moser, 1918) (Coleoptera: Melolonthidae) para México y para Chiapas. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie). 21 (2): 157-160.
- Pérez-Moreno, I. 2000. Fundamentos teóricos del manejo integrado de plagas. Entomología Aplicada. Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa. (27) 127-133.
- Pérez-Torres, B. C., Aragón, A., Pérez-Avilés, R., Hernández, L. R. y López Olguín, J. F. 2011. Estudio entomofaunístico del cultivo de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) en Puebla México. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 2(3), 359-371
- Pérez-Torres, B.C., Aragón, G.A y Tapia, A.M. 2013. Región del Valle de Puebla. In: Fauna de escarabajos del Estado de Puebla. Morón, M. A., Aragón G., A., Carrillo-Ruiz, H. (Ed.). Coatepec, Veracruz, México. Escarabajos Mesoamericanos, A.C. pp 56-82

- Pérez Torres, B. C., Aragón, G.A., Aragón-Sánchez, M. y López Olguín, J. F. 2015. Metodología para la cría de insectos en laboratorio. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. pp: 39-91
- Ramírez-Ponce, A., Allende-Canseco, J., Morón, M.A. 2009. Fauna de coleópteros lamelicornios de Santiago Xiacui, Oaxaca, México. *Acta zoológica mexicana*. 25 (2)
- Ramírez-Salinas, C., Castro-Ramírez. 2000. El complejo "gallina ciega" (Coleoptera: Melolonthidae) en el cultivo de maíz, en El Madronal, municipio de Amatenango del Valle, Chiapas, México. *Acta zoológica mexicana (nueva serie)*, 79:17-41
- Ramírez-Salinas, C., Morón, M.A., Castro-Ramírez, A.E. 2004. Descripción de los estados inmaduros de tres especies de *Anomala*, *Ancognatha* y *Ligyris* (Coleoptera: Melolonthidae: Rutilinae y Dynastinae) con observaciones de su biología. *Acta zoológica mexicana*. 20(3) 67-82.
- Red de Herbarios Mexicanos (RHNH). Un puente de colaboración con los botánicos. Herbario del Jardín Botánico BUAP. Consultado 16 de mayo de 2025. <http://herbanwmex.net./portal/collections/>
- Rodríguez, M.S., Gerding, M. y France, A. 2006 Selección de aislamientos de hongos entomopatógenos para el control de huevos de polilla del tomate, *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae). *Agricultura técnica (Chile)* 66(2):151-158
- Rivera-Gasparín, S.L., Carrillo-Ruiz, H., Morón, M.A y Yanes-Gómez, G. 2013. Fauna de Coleoptera: Melolonthidae (Scarabaeoidea) en el rancho canaletas, Paso del Macho, Veracruz. *Acta zoológica mexicana (nueva serie)*. (29):194-208.
- Romero-López, A. A., Morón, M. A., Aragón, A., y Villalobos, F. J. 2010. La "gallina ciega" (Coleoptera: Scarabaeoidea: Melolonthidae) vista como un "ingeniero del suelo". *Southwestern Entomologist*, 35(3): 331-343.

- Ruiz-Flores, Z. 2020. Comportamiento de larvas de *Phyllophaga vetula* (Coleoptera: Melolonthidae) en respuesta a volátiles de sustratos alimentarios y polvos vegetales. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, BUAP. 59 p.
- Ruiz-Rodas, H.L. 2016. Estudio de los insectos asociados al cultivo de la piña durante la época lluviosa en la aldea el Jocotillo, Villa Canales, Guatemala, diagnóstico y servicios realizados en el departamento de vigilancia epidemiológica y análisis de riesgo del visar-maga. Tesis de licenciatura. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala. 141p.
- Russo, M.L. 2016. Hongos entomopatógenos: colonización edofítica y control de insectos plaga en cultivos agrícolas. Tesis de doctorado. Facultad de ciencias naturales y museo. Universidad Nacional de La Plata. 184p.
- Sánchez-Cruz, A., Jiménez-Pérez, A. Benítez-Herrera, L.N., Villa-Ayala, P., Rosete-Enríquez, M. y Romero-López, A.A. 2025. Notas sobre apareamiento, supervivencia y preferencia alimentaria de *Cyclocephala barrerae* Martinez (Coleoptera:Melolonthidae). Coleópteros edafícolas y microorganismos asociados: Diversidad y Ecología. Agustín Aragón García y Miguel Nájera (Eds.). Especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla e Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. pp: 169-186.
- Sarandón, S.J. 2020. Agrobiodiversidad, su rol en una agricultura sustentable. Biodiversidad, Agroecología y Agricultura sostenible. Santiago Javier Sarandón. (Eds.) Universidad Nacional de la Plata. Argentina. pp:16-19
- Smith A., B. 2006. A review of the family-group names for the superfamily Scarabaeoidea (Coleoptera) with corrections to nomenclature and a current classification. Coleopterists Society Monograph. 5:144-204.
- Sorensen, M., Barzetti, V., Keipi, K. y Williams J. 1998. Goods practices for urban greening. Washinton, D.C. No. ENV-109. <http://dx.doi.org/10.18235/0008814>

- Soto-Hernández, D.A y Cruz-López, J.A. 2025. First record of *Phyllophaga xanthe* from México city, Mexico. Southwestern Entomologist. 50(1) 203-209
- Stechauner-Rohringer, R. y Pardo-Locarno, L.C. 2010. Redescrición de inmaduros, ciclo de vida, distribución e importancia agrícola de *Cyclocephala lunulata* Burmeister (Coleoptera: Melolonthidae: Dynastinae) en Colombia. Boletín Científico de museos de Historia Natural. 14(1): 203-220
- Tapia-Rojas, A.M., Aragón, G.A., y López-Olguín, J.F. 2013. Importancia agropecuaria y forestal de los escarabajos en el estado de Puebla. Fauna de escarabajos del estado de Puebla. Miguel Ángel Morón, Agustín Aragón García y Hortensia Carrillo-Ruiz (Eds.) Escarabajos Mesoamericanos A.C. pp:365-369
- Vasconcellos, R. L., Segat, J. C., Bonfim, J. A., Baretta, D. y Cardoso, E. J. 2013. Soil macrofauna as an indicator of soil quality in an undisturbed riparian forest and recovering sites of different ages. European Journal of Soil Biology, 58: 105-112.
- Vázquez-Franco, C.M., y Morrone, J.J. 2022. The genus *Pheidole* (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae) in Puebla, México. Revista mexicana de biodiversidad. 93:1-43
- Vázquez-Franco, C.M., Castaño-Meneses, G., Ríos-Casanova, L., y Morrone, J.J. 2024. Three new species of *Pheidole* Westood, 1839 (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae: Attini) from central Mexico. Zootaxa. 5523(2):192-210
- Vázquez-Moreno, L.L. 2010. Manejo de plagas en la agricultura ecológica. Boletín Fitosanitario (La Habana). (15)1. 9-14.
- Villalobos, F.J., Vásquez-Govea, R.O., Romero-López, A.A., Nuñez-Valdez, M.E. 2003. La labranza de conservación y la agrobiotecnología como propuesta de manejo sustentable de la gallina ciega (Coleoptera: Scarabaeidae) en cultivos de maíz (*Zea mays*) de morelos. Estudios sobre coleópteros del suelo

en América. Agustín Aragón García, Miguel Ángel Morón, y A. Marín (Eds.).
Publicación especial Benemérita Universidad Autónoma de Puebla,
Guanajuato, México. pp:313-326.

Vovides, A. P., Iglesias, C., Luna, V., y Balcázar, T. 2013. Los jardines botánicos y
la crisis de la biodiversidad. *Botanical Sciences*, *Botanical Sciences*
91(3):239-250

Wyse, J.P.S. y Sutherland, L.A. 2000. International Agenda for botanic gardens in
conservation. Botanic Gardens Conservation International, Richmond, UK.
pp:56.