



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

---

---

## ESCUELA DE BIOLOGÍA

**Diagnóstico del complejo “gallina ciega”  
asociado al cultivo de amaranto (*Amarantus  
hypochondriacus*) en el municipio de San  
Felipe Teotlalcingo, Puebla.**

*Tesis para obtener el título de*  
**BIÓLOGA**

Presenta

**KARLA PAULINA ORTIZ GARCÍA**

Director de Tesis

**Dr. AGUSTÍN ARAGÓN GARCÍA**



Puebla, Puebla

Mayo 2016

## ÍNDICE

	Pag.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	3
2.1. Importancia de los escarabajos	3
2.2. Morfología y taxonomía	5
2.2.1 Clasificación taxonómica de la familia Melolonthidae de acuerdo con Morón, 1984	5
2.2.2. Características morfológicas de larvas y adultos de Melolonthidae	5
2.3 Biología y hábitos	6
2.4 Distribución	7
2.5 Daños por gallina ciega en el sistema radical de las plantas	8
2.6 Cultivo del Amaranto	9
2.6.1 Importancia del Amaranto	11
2.6.2 Plagas del Amaranto	12
2.6.3 Plagas del sistema radical	15
III. JUSTIFICACIÓN	18
IV. OBJETIVOS	19
4.1 Objetivos general	19
4.2 Objetivos particulares	19
V. HIPÓTESIS	19
VI. ZONA DE ESTUDIO	20
6.1 Localización	20
6.2 Hidrografía	21
6.3 Clima	21
6.4 Flora y Fauna	21
VII. METODOLOGÍA	22
VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
8.1 Muestreos nocturnos	27
8.1.1 Diversidad de los géneros presentes en la zona de estudio	29
8.1.2 Hábitos de vuelo	30
8.2 Muestreos de suelo	33
8.3 Clave de identificación para adultos de Melolonthidae en la zona de San Felipe Teotlalcingo	36
8.4 Clave de identificación para larvas de Melolonthidae en la zona de San Felipe Teotlalcingo	39
IX. CONCLUSIÓN	41
X. LITERATURA CITADA	42

## RESUMEN

Las larvas de Melolonthidae son comúnmente conocidas por los agricultores como una plaga agrícola importante para diversos cultivos del país, así como pastos ornamentales y plantaciones forestales. Dentro de estos cultivos se encuentra el amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) cuyo cultivo ha retomado gran interés debido al alto valor nutrimental de sus semillas que contiene un porcentaje de proteína que varía entre el 12 y 16 % y su composición rica en aminoácidos entre los cuales destaca la lisina. Se sabe de una serie de plagas que dañan el cultivo de amaranto sin embargo para el municipio de San Felipe Teotlalcingo se desconocen las especies asociadas al sistema radical de este cultivo por lo que el objetivo fue realizar el diagnóstico de las especies del complejo gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) asociadas al cultivo de amaranto (*A. hypochondriacus*) en la localidad de San Felipe Teotlalcingo, Puebla.

En el municipio de San Felipe Teotlalcingo, Puebla, se seleccionó una parcela agrícola, durante el periodo de febrero a septiembre del 2015 para realizar un diagnóstico de las especies de Coleoptera Melolonthidae asociadas al cultivo de amaranto, por medio de 8 muestreos mensuales de suelo y 13 muestreos semanales mediante una trampa de luz tipo pantalla. De los resultados obtenidos durante el diagnóstico se obtuvieron un total de 66 larvas pertenecientes a las especies. *Macroductylus nigripes*, *Paranomala denticollis*, *Ataenius* sp1 y *Phyllophaga macrocera*, siendo *M. nigripes* la especie de mayor abundancia durante el periodo de colecta. La actividad de vuelo para los adultos se observó del 26 de mayo al 18 de agosto, tiempo en el cual se obtuvieron 398 ejemplares adultos representantes de 9 géneros incluidos en 4 subfamilias y 2 familias de Scarabaeoidea, las especies capturadas pertenecen a los géneros *Phyllophaga*, *Diplotaxis*, *Macroductylus*, *Paranomala*, *Cyclocephala*, *Ataenius*, *Labarrus*, *Gonaphodiellus* y *Cephalocyclus*. De los cuales en género con mayor diversidad fue *Phyllophaga* representando el 31% de la muestra, siendo *Labarrus pseudolivinus* la especie más abundante.

## I. INTRODUCCIÓN

Dentro del orden de los coleópteros se encuentra la superfamilia Scarabaeoidea, cuyas numerosas especies son comúnmente conocidas como escarabajos. Estos insectos se caracterizan por tener un primer par de alas muy endurecido, el cual forma un estuche protector para las alas membranosas y las partes blandas del dorso del abdomen, de ahí deriva el nombre de coleóptero, que en griego significa “alas con estuche” (Morón, 2004).

En México los escarabajos de la familia Melolonthidae a los cuales se les atribuye comúnmente en su estado adulto los nombres de “mayates”, “sanjuaneros”, “temoles”, “pipoles”, “taches” o “frailecillos”, y en su fase larval “gallinas ciegas”, “gusanos blancos” o “nixticuil” (Morón *et al.*, 1997). Sobresalen por su diversidad e importancia agrícola debido a los hábitos edafícolas, rizófagos, saprófagos y facultativas de sus larvas que constituyen el complejo “gallina ciega” integrado principalmente por los géneros *Phyllophaga*, *Diploptaxis*, *Macrodactylus*, *Paranomala*, *Cyclocephala*, *Dyscinetus*, *Strategus*, *Orizabus*, *Ligyris*, *Hoplia*, *Euphoria* y *Cotinis*. Actualmente la “gallina ciega” constituye una de las plagas edafícolas de mayor importancia económica y agrícola del país, debido a que sus larvas atacan a diversos cultivos de interés comercial para el hombre, causando severos daños y pérdidas significativas (Morón, 2001).

En la actualidad el método más utilizado para el control de plagas del suelo como la “gallina ciega”, es el control químico (Harris, 1972; Mayo, 1986; Metcalf, 1986; Levine y Oloumi-Sadeghi, 1991), que se basa en el uso de compuestos organofosforados, carbamatos, piretroides y neonicotinoides (Harris, 1972; Rodríguez del Bosque *et al.*, 2010), sin embargo el uso de estos insecticidas lejos de resolver el problema lo han complicado al provocar resistencia en el insecto, contaminación al ambiente, eliminación de enemigos naturales e incremento de acidez en el suelo (Rodríguez y Aguilar, 1998). Además de tener serias repercusiones a la salud debido a las malas prácticas de manejo de plaguicidas y a la toxicidad de estos productos durante y después de su uso (Rozas, 1999).

Actualmente el conocimiento sobre la biología y el ciclo de la vida de los Melolóntidos rizófagos de México se ha incrementado por la necesidad de generar información básica que permitan diseñar estrategias de prevención y combate de las especies plaga, además de aclarar las interacciones entre especies concurrentes (Rodríguez-del-Bosque, 2003).

Aragón *et al.* (2005) señalan que el primer paso para poder realizar el manejo agroecológico del complejo gallina ciega es la identificación precisa de la especie problema, así como conocer sus hábitos y su ciclo de vida.

## **II. ANTECEDENTES**

### **2.1. Importancia de los escarabajos**

Los insectos del orden coleóptera comúnmente conocidos como “escarabajos” son uno de los grupos naturales más diversificados en cuanto forma, coloración, tamaño y hábitos (Morón, 2004). Presentan una gran importancia ecológica debido a su gran diversidad genérica y específica, así como por actuar como consumidores primarios y degradadores secundarios, e incluso en algunos casos como depredadores (Morón y Terrón, 1988). Además destacan por su alto grado de especialización en su comportamiento, actúan como reguladores del crecimiento de las poblaciones vegetales, contribuyen en la polinización de muchas especies de angiospermas, son fuente de alimentación para poblaciones de murciélagos, tejones, pájaros, mapaches, zorros, cacomixtles, zorrillos, tlacuaches, lagartijas, sapos, y otros artrópodos; parásitos y parasitoides y procesan excrementos, cadáveres, hojarasca y restos xilosos favoreciendo el aceleramiento del flujo de energía en los ecosistemas y la fertilización de los suelos (Morón, 2004).

Los adultos de algunas especies pueden alimentarse del follaje tierno de diversos árboles, silvestres o cultivados como son pino, encino, truenos, liquidámbar, tejocotes, manzanos, duraznos y perales; frutos dulces, flores y secreciones de savia dulce de nopal, maguey, guayaba, zapote, chicozapote, pirul, manzano, piña, durazno, chabacano, ciruelo, girasol y maíz, en los cuales pueden causar daños de regular importancia (Morón, 1984).

Sus larvas son reconocidas integrantes de la fauna edáfica debido a que frecuentemente se encuentran relacionadas con daños al sistema radical de diversas plantas cultivables (Morón, 2001) sin embargo contribuyen a una gran variedad de procesos ecológicos del suelo como el transporte y asimilación de

nutrientes, así como el aumento de la porosidad, aireación, infiltración y fertilidad del suelo (Romero-López *et al.*, 2010).

Por lo cual no todas las larvas de escarabajos son nocivas para las plantas cultivadas, así dentro del complejo gallina ciega se pueden reconocer tres diferentes tipos de larvas de acuerdo a su diversidad funcional, las saprófagas estrictas que se encuentran en suelos muy humificados o abonados con estiércol como las pertenecientes a los géneros *Cyclocephala*, *Ligyris*, *Euphoria* y *Cotinis* (Morón, 2004), las rizófagas facultativas, que solo se alimentan de raíces en suelos con escasa materia orgánica, o cuando están sometidas a una presión de competencia con otras larvas, como las especies de los géneros de *Anomala*, *Euethola* y *Dyscinetus* (Morón, 1983) y las rizófagas estrictas con alrededor de 300 especies pertenecientes a los géneros *Phyllophaga*, *Macroductylus* y *Anomala* (Morón, 2004), estas últimas pueden causar serios daños a varios cultivos agrícolas o viveros forestales, disminuyendo el rendimiento de las cosechas y pudiendo ocasionar la muerte de hasta el 50% de las plántulas, durante las infestaciones más serias es posible encontrar hasta 50 larvas por metro cuadrado (Morón, 1984).

Gibson y Carrillo (1959); García-Martell (1974) citan más de 20 cultivos afectados por “gallina ciega” en México, distribuidos principalmente en las siguientes familias: Gramíneas 25%, Rosáceas 17%, Leguminosas 17%, Solanáceas 13%, Quenopodiáceas, Convolvuláceas 4%, Pináceas 4%, Liliáceas 4% y Umbelíferas 4%.

## **2.2. Morfología y Taxonomía**

### **2.2.1 Clasificación taxonómica de la familia Melolonthidae de acuerdo con Morón, 1984.**

REINO: Animalia  
SUBREINO: Metazoa  
FILO: Arthropoda  
SUBFILO: Euartropoda  
SUPERCLASE: Mandibulata  
CLASE: Insecta  
SUBCLASE: Pterigota  
DIVISIÓN: Neoptera  
SUBDIVISIÓN: Holometabola  
ORDEN: Coleoptera  
SUBORDEN: Polyphaga  
SUPERFAMILIA: Scarabaeoidea  
FAMILIA: Melolonthidae

Dentro del orden coleoptera se encuentra la superfamilia Scarabaeoidea o Lamellicornia con 12 familias representadas en México: Melolonthidae, Scarabaeidae, Cetoniidae, Trogidae, Passalidae, Lucanidae, Geotrupidae, Pleocomidae, Glaresidae, Glaphyridae, Ochodaeidae y Hybosoridae. Dentro de esta clasificación la familia Melolonthidae incluye cinco subfamilias: Melonlonthinae, Hopliinae, Rutelinae, Dynastinae, Cetiniinae y Orphninae (Morón *et al.*, 2013a).

### **2.2.2 Características morfológicas de larvas y adultos de Melolonthidae**

Los adultos de esta superfamilia se distinguen de otros coleópteros por la presencia de antenas lameladas, la condición prognata de sus piezas bucales y la presencia de cinco artejos que forman los tarsos de sus tres pares de patas (Morón, 2003). Presenta una forma ovalada y robusta rara vez aplanada o esbelta, la cabeza es proporcionalmente pequeña en comparación del cuerpo, el tórax se encuentra dividido en tres segmentos protórax, mesotórax y metatórax cada uno con un par de patas largas y finas, mientras que el abdomen se divide en ocho



segmentos más o menos móviles, el cual termina en una placa pigdial que cubre el orificio anal y las placas genitales (Morón, 2004). Como característica particular tienen uñas en cada tarso de igual tamaño, frecuentemente bifurcado, hendido o provisto de dentaciones o peinecillos que les facilitan sujetarse sobre las hojas de las plantas (Morón *et al.*, 1997)

Las larvas son blancuzcas o cremosas, tipo escarabeiformes, que se caracterizan por presentar un cuerpo doblado en forma de C, cabeza bien definida densamente esclerotizada, tipo hipognata, con patas torácicas divididas en cuatro segmentos diferenciados y uñas muy aparentes (Morón & Terrón, 1988), presentan mandíbulas fuertes y bien desarrolladas, estigmas respiratorios torácicos y abdominales de tipo cribiforme, las antenas están formadas por cuatro artejos, el último de ellos muy conspicuo y provisto de áreas sensoriales muy amplias, su longitud varía entre los 3 a 90 mm (Londoño, 1993).

### **2.3. Biología y Hábitos**

La gran mayoría de especies de Melolonthidae en México presentan un ciclo de vida anual este puede variar un poco dependiendo el género, sin embargo, el patrón de ciclo de vida es semejante entre las especies anuales (Morón, 1986; Rodríguez del Bosque, 1998; Aragón *et al.*, 2005; Ramírez-Salinas y Castro-Ramírez, 2006). Bajo ciertas condiciones pueden existir especies bivoltinas del género *Paranomala* y es frecuente la presencia de especies de *Phyllophaga* con ciclos bianuales (Rodríguez del bosque, 1996). El ciclo de vida de los Melolontidos se compone básicamente de una fase de huevo, tres estadios larvales, una prepupa, una fase de pupa y la etapa adulta (Richter, 1958; Morón *et al.*, 1997).

Los adultos de estos escarabajos suelen emerger con las primeras lluvias durante los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre, dependiendo del ciclo de vida de la especie (Arce-Pérez y Morón, 2000), presentan hábitos diurnos, crepusculares o nocturnos y pueden alimentarse de tejidos vegetales vivos,

madera podrida, hojarasca, secreciones vegetales dulces y frutos maduros o fermentados (Morón y Terrón, 1988).

Después de emerger la mayoría buscan a sus hospederos para alimentarse o copular, mientras que otros primero copulan y luego vuelan o solo caminan y se entierran (Ramírez-Salinas *et al.*, 2000). Una vez finalizada la cópula las hembras depositan los huevos en el suelo húmedo a 10 ó 20 cm de profundidad, normalmente al final de la primavera o al inicio del verano, dándose la eclosión de las larvas dos o cuatro semanas después (Rodríguez del Bosque, 1996). Las larvas se pueden desarrollar en el suelo, consumiendo raíces, estiércol seco o humus, pudiendo alcanzar densidades bastante elevadas que van desde 110 hasta 600 larvas por m<sup>2</sup> (Barrat, 1982; Jackson & Pearson, 1986; Morón y Terrón, 1998).

#### **2.4. Distribución**

Los Melolonthidos presentan una amplia distribución en México que se encuentra relacionada con factores como la disponibilidad de humedad, temperatura, heterogeneidad de los suelos y vegetación (Morón, 2010). La correlación de humedad y temperatura son los factores que con mayor frecuencia determinan la presencia de una u otra especie, sin embargo es posible que otros factores como el pH y la textura del suelo juegan un papel importante para el establecimiento y desarrollo de las larvas (Morón, 2001). Por lo cual se puede reflejar en cada subfamilia una tendencia de distribución restringida en relación a cada una de las tres grandes regiones fisiográficas de México, así a nivel de especie, las subfamilias Rutelinae, Dynastinae y Cetoniinae presentan mayor diversidad en la región del Golfo de México, mientras que la subfamilia Melolonthinae en la región de los Altiplanos; a nivel género ésta última tiene mayor representatividad en la región del Pacífico, mientras que Dynastinae y Cetoniinae en la región del Golfo; finalmente, Rutelinae tiene una representatividad equivalente en ambas vertientes (Morón *et al.*, 1997; Morón, 2001).

## 2.5. Daños por gallina ciega en el sistema radical de las plantas

Una buena parte del ciclo biológico de las especies de melolonthidae tiene lugar como estado larvario, por lo cual los daños de mayor importancia agrícola son atribuidos en su mayoría a sus larvas. Dichas larvas se alimentan de las raíces o tubérculos de las plantas, lo cual provoca en muchos casos daños irreversibles (Villalobos-Hernández y Núñez-Valdez, 2010).

El complejo “gallina ciega” afecta a diversos cultivos del país entre los que se encuentran: acelga, amaranto, arroz, betabel, brócoli, cacahuate, café, caña de azúcar, cebolla, chile, cilantro, espárrago, espinacas, estatis, gladiola, guayaba, zempazuchitl, fresa, frijol, haba, jamaica, jícama, jitomate, maguey, maíz, mora, nardo, nopal, palma de coco, papa, pastos forrageos, pastos ornamentales, plantaciones forestales, rábano, remolacha, repollo, rosas, sorgo, tabaco, tomate, tomillo, trigo y zanahoria, Además de árboles como chabacano, chicozapote, ciruelo, durazno, encino, liquidámbar, manzano, pino, pirul, tejocote, trueno y zapote prieto (Morón *et al.*, 1996; Morón, 2004). Los daños se pueden apreciar como manchones dentro del cultivo, generalmente entre los meses de junio a noviembre (García-Leaños y Marín-Jarillo, 2010). El daño causado puede ser leve moderado o severo, dependiendo del cultivo, de las condiciones ambientales y el estado de desarrollo en que se encuentre el insecto. Siendo el tercer estadio larval el más dañino, por ser el más voraz, grande y longevo (Morón, 1984).

Generalmente el mayor daño ocasionado en las plantas se presenta cuando la alimentación se concentra en las partes sensibles, como la unión del tallo y la raíz (Aragón *et al.*, 2003). Villalobos (1999), clasifica el daño de la siguiente manera leve, si la larva consume del 1 al 15% de la raíz; moderado si consume del 16-40% y severo, si el consumo es mayor del 40%.

Para algunos cultivos como el maíz se han reportado daños atribuibles a la gallina ciega con un porcentaje de pérdidas en la producción que van de entre el

48 y 50% (López-Olguín y Aragón, 1989), mientras que para el amaranto se reporta un porcentaje de daño entre el 39 y 55% (Pérez-Torres *et al.*, 2005).

En la caña de azúcar las larvas pueden causar la muerte en promedio del 42.9% de las plantas, en zonas con un gran porcentaje de infestación, ocurriendo los daños más severos entre los meses de noviembre a diciembre, cuando la larva se encuentra en su tercer estadio (Morón *et al.*, 1996).

## **2.6. Cultivo del Amaranto**

Los amarantos (*Amaranthus*), pertenecen a la familia Amaranthaceae la cual comprende alrededor de 60 géneros y 800 especies (De la Cruz y García, 2002), son un género de hierbas ampliamente distribuido por la mayor parte de las regiones templadas y tropicales del mundo (Velazco y Heyden, 1984). Se caracterizan por adaptarse a diversos tipos de clima, los cuales pueden ser cálidos, templados, húmedos y secos, así como a variadas condiciones geográficas, soportando cambios drásticos de altitud y situaciones adversas del clima, como sequías y heladas (Reyna, 1990).

Son hierbas anuales procumbentes erectas de 1.5 a 2 m de altura, con un tallo ramificado desde la base y marcado con estrías longitudinales, hojas simples alternas enteras y largamente pecioladas que miden aproximadamente 15 cm de largo y 10 cm de ancho, tienen un pigmento rojizo llamado amarantina, las unidades básicas de la inflorescencia son los glomérulos; cada uno consiste de una flor, estaminada inicial y un número indefinido de flores femeninas; los glomérulos están agrupados en un eje sin hojas para formar complejas inflorescencias llamados tirsos, conocidos comúnmente como panojas (Sánchez, 1990).

El género incluye especies de granos para hortalizas, las ornamentales y las malezas comunes (Sauer, 1967). Son cuatro las especies registradas para la

producción de grano: *Amaranthus hypochondriacus* L., *Amaranthus cruentus* L., *Amaranthus caudatus* L. y *Amaranthus mantegazzianus* Passer (Aragón y Tapia, 2009).

El cultivo es nativo de América con más 5.000 años de antigüedad, durante la época de los Aztecas fue considerado como un alimento de vital importancia debido a su calidad alimenticia y valor religioso (Kaufman, 1992; Mujica y Jacobsen, 1999). Sin embargo con la conquista española su cultivo fue prohibido, debido a que los indígenas lo utilizaban para ofrendar a sus dioses, siendo relacionado con supersticiones y prácticas idolátricas (Aragón y Tapia, 2009), por lo que durante los siglos XVII y XVIII la producción del cultivo disminuyó drásticamente hasta casi desaparecer (Hernández-Garciadiego y Herrerías, 1998).

En la actualidad se ha logrado un aumento impresionante sobre dicha producción, entre los estados que se dedican a su producción se encuentran: Chihuahua, Distrito Federal, Durango, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Torreón y Tlaxcala (Taboada *et al.*, 1999).

En el estado de Puebla existen cuatro regiones productoras de amaranto: las faldas del Popocatepetl colindando con el estado de Morelos y que incluye los municipios de Acteopan, Atlixco, Atzitzahuacán, Huaquechula y Tochimilco; las faldas del Iztaccíhuatl que incluye los municipios de San Felipe Teotlalcingo ( San Juan Tetla), San Martín Texmelucan y San Salvador El Verde; la Mixteca Poblana que incluye los municipios de San Juan Ixcaquixtla, San Martín Atexcal y Tepexi de Rodríguez y la cuarta en el Valle de Tehuacán, en donde las altitudes varían de los 1000 hasta los 3 100 msnm (Aragón y Tapia, 2009).

### 2.6.1. Importancia del Amaranto

Actualmente el cultivo del amaranto ha retomado gran interés debido al alto valor nutrimental de sus semillas que contiene un porcentaje de proteína que varía entre el 12 y 16 %, mucho más altos en comparación con algunos cereales; como el trigo (10%), maíz (10%) y Arroz (7%) (Boada, 1999; Martínez *et al.*, 2000). Otra de las ventajas nutricionales que representa es su composición rica en aminoácidos entre los cuales destaca la lisina, con valores entre el 5 y 7% (Bressani y García-Vela, 1990; Barba de la Rosa *et al.*, 1992; Stallknecht y Schulz-Schaeffer, 1993), así como la presencia de aminoácidos azufrados cuyos valores se encuentran entre el 6 y 12% (Barba de la Rosa *et al.*, 1992). Como consecuencia de estos datos el género *Amaranthus* se convierte en una buena fuente de aminoácidos esenciales, aproximándose a los valores recomendados por la FAO/WHO (1991).

Además, destaca por ser un cultivo de rápido crecimiento que posee características agronómicas que le permiten adaptarse a condiciones ambientales adversas, donde otros cultivos no prosperan (Islas e Islas; 2001 Omami *et al.*, 2006), por lo cual es un cultivo fácil de establecer a diferentes altitudes, climas y tipos de suelo, desde el nivel del mar hasta las montañas templadas o semifrías a 3100 msnm. Su resistencia a las sequías permite que se produzca en regiones semiáridas, con lluvia desde 400 mm, hasta zonas tropicales con 1300 mm de precipitación (Hernández-Garciadiego y Herrerías, 1998).

Es una planta de la cual se pueden aprovechar prácticamente todas sus partes; las hojas son consumidas como una verdura que contiene más hierro que la espinaca, vitaminas y minerales esenciales como calcio, fósforo y ácido fólico, hasta antes de su floración (Pola *et al.*, 2007). Algunos de sus tallos son ornamentales e incluso sus inflorescencias pueden ser empleadas como una fuente de colorantes naturales (Becker *et al.*, 1981; Zheleznov *et al.*, 1997; Cai *et al.*, 1998). La parte más utilizada es la semilla, con la cual se pueden elaborar harinas y diversos productos alimenticios como cereales, alegrías, palanquetas,

galletas, pasteles, churritos y barritas de amaranto (Hernández-Garciadiego y Herrerías, 1998).

Debido sus cualidades y propiedades nutritivas, agronómicas, industriales y económicas, el amaranto es considerado como uno de los “pseudo-cereales” más rentables del mercado, en relación a ciertos cultivos tradicionales sembrados en la parte central de México. Su rendimiento económico se debe a su alto nivel proteico (trigo 13 %; maíz 7.68 %; amaranto 15.54 %), a sus facultades como energizante (energía cal/100g: trigo 354 %; maíz 361 %; amaranto 439.90 %), a que es un cultivo de ciclo corto, resistente a sequías (baja demanda de humedad), a su adaptabilidad a diversas zonas de producción y a su alto valor nutricional. Además de ser un cultivo que promueve el desarrollo sostenible en las comunidades rurales generando inversión y creación de empleos en el campo, utilizando la tecnología artesanal disponible (Ortega, 2009).

### **2.6.2. Plagas del Amaranto**

A medida que la producción de amaranto se ha incrementado, el estudio de los insectos asociados a este cultivo también ha crecido. De los insectos que se han colectado en el cultivo de amaranto se tienen identificados alrededor de 49 géneros y 34 especies comprendidas en 30 familias (Aragón y Tapia, 2009).

Como muchos cultivos agrícolas el amaranto de igual forma es invadido y dañado por diversas especies de insectos, llegando a estimar pérdidas de hasta el 70% en la producción del cultivo, ocasionadas por insectos plaga (Aragón *et al.*, 1999).

Espitia (1990), menciona que existe una gran cantidad de insectos en México que dañan al cultivo del amaranto entre los cuales reporta a dos especies de curculiónidos: *Lixus truncatulus* L. que perfora la base de la planta, y otro sin identificar que barrena el tallo hasta la inflorescencia, además del crisomélido

*Dysonycha melanocephala* Jacoby y el mívrido *Lygus lineolaris* Palisot que se alimenta del grano tierno, y una “larva verde de lepidóptero que se alimenta del follaje y produce mucha seda”.

Wilson y Olson (1990), señalan que la chinche *L. lineolaris* y la pulga saltona son los insectos que más daño causan al amaranto.

Aragón y López (2001), enlistaron a las principales plagas del amaranto para el Valle de Tehuacán, entre las que se encuentran *Macrosiphum* spp. Linnaeus. (Homoptera: Aphidae), *Sphenarium purpurascens* Charp (Orthoptera: Pyrgomorphidae), *Diabrotica balteata* LeConte (Coleoptera: Chrysomelidae), *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae), *Phollisora catullus* Fabricius (Lepidoptera: Hesperiiidae), *Herpetogramma bipunctalis* Fabricius (Lepidoptera: Pyralidae), *Atta mexicana* Smith (Hymenoptera: Formicidae), *Epicauta* sp. Dejean (Coleoptera: Meloidae), *Amauromyza abnormalis* Malloch (Diptera: Agromyzidae), *Hypolixus truncatulus* Fabricius. (Coleoptera: Curculionidae) *L. lineolaris* (Hemiptera: Miridae), *Euchistus* spp. Servus (Hemiptera: Pentatomidae), así como plagas de suelo.

Torres y colaboradores (2004) reportan en la zona productora de amaranto (*A. hypochondriacus*), daños en el tallo por dos especies de curculiónidos *H. truncatulus* y *A. abnormalis* con porcentajes de infestación de hasta el 100% en las plantas de la zona.

Salas y Boradonenko (2006), realizaron un estudio de los insectos asociados al cultivo del amaranto en Irapuato, Guanajuato, donde reportaron 17 familias y 43 especies de insectos asociados al cultivo, algunos de estos se pudieron observar causando daños a las plantas de amaranto, tal es el caso de *D. balteata*, *Diabrotica virgifera zea* Krysan & Smith, *L. lineolaris*, *Calligrapha felina* Stal, *Stictobaris ornatella* Casey, *Euxoa messoria* Harris, *Ephyriades brunnea* Herrich-Schaffer, *Phollisora mexicana* Reakirt, *S. exigua*, *Helvibotys helvialis* Walker y *Spolodea recurvalis* Fabricius.



Perea (2010) realizó un estudio en el municipio de San Simón Atzitzintla, Puebla, donde reportó 14 especies, de 19 géneros, pertenecientes a 8 órdenes, asociadas al cultivo de amaranto, siendo el orden lepidóptera el de mayor diversidad con 46.1%, seguido de Coleoptera con 23% y Hemiptera 15.3%. Algunas de las especies relacionadas con daños al cultivo fueron *S. exigua*, *S. purpuracens*, *Macrosiphum* sp, *H. bipunctalis*, *D. melanocephala*, *Estigmene acraea* Dury, *L. lineolaris*, *A. abnormalis* y *H. truncatulus* de las cuales *A. abnormalis* fue la más abundante representando el 22.8% de infestación.

Pérez-Torres *et al.*, (2011), en un estudio de los insectos asociados al cultivo del amaranto en los municipios de San Nicolás de los Ranchos, Tianguismanalco y Tochmilco reportan 18 especies de insectos destacando los órdenes coleoptera y lepidóptera, entre los insectos perjudiciales se encontraron los que dañan al follaje como *S. purpurascens*, *Melanophus* sp., *Euschistus* sp., *Epicauta* spp. , *S. exigua*, *P. catullus*, *E. acraea*, *D. melanocephala* y *L. lineolaris*; los que dañan el tallo como *H. truncatulus*, *A. abnormalis* y *H. bipunctalis*; y los que dañan la raíz *Phyllophaga ilhuicaminai* Morón.

Aragón y Tapia (2009) clasifican a las especies de insectos perjudiciales para el cultivo del amaranto en tres grupos:

1) Barrenadores del tallo, este grupo se encuentra constituido por lo menos por cinco especies de insectos, de los cuales solo ha sido posible identificar cuatro *A. abnormalis*, *L. truncatulus*, *Trichobaris* sp. y *Pantomorus* sp. Pueden alcanzar infestaciones de hasta el 92%, los daños se presentan en forma de galerías y generalmente se encuentran en la base del tallo cerca de la raíz, en los tallos y en la panoja.

2) Defoliadores, dentro de este grupo se encuentran aquellos insectos que dañan al follaje y la panoja, como son el "gusano soldado" *S. exigua* cuyo nivel de daño se puede clasificar en cuatro niveles; leve de 1 a 25% de daño, moderado de

26 al 50%, severo de 51 al 75% y muy severo de 76 al 100%, el “defoliador” *P. catullus* con infestaciones hasta del 57%, el “chapulín” *S. purpurascens* con un porcentaje de daño del 23% de las plantas, el “pulgón” *Macrosiphum* sp con un porcentaje de daño del 13% , la “pulga saltona” *D. melanocephala*, *H. bipunctalis* y *Epicauta* sp, la “chinche” *Piesma cinerea* Say. y hormigas de las especies *A. mexicana*, *Pogonomyrmex barbatus* (Smith) y *Solenopsis geminata* (F.), a las cuales se les ha encontrado acarreado semillas de amaranto.

3) Plagas del sistema radical, dentro de las cuales se encuentran la “gallina ciega” y el “gusano de alambre” *Agriotes* sp. De estas los daños más importantes se atribuyen al complejo “gallina ciega”, con un nivel de infestación del 45%, siendo los géneros más importantes *Phyllophaga*, *Diplotaxis*, *Macroductylus* y *Cyclocephala*.

### **2.6.3. Plagas del sistema radical**

El complejo de insectos que se encuentra dañando el sistema radical en el cultivo de amaranto está constituido por diversas especies de “escarabajos” (Melolonthidae), “colaspis” y “diabroticas” (Chrysomelidae) “gusano de alambre” (Elateridae), “gusano trozador” (Diptera). De las cuales las especies de melolóntidos son consideradas como las más importantes y las que más daños ocasionan al sistema radical. Considerándose los géneros más importantes *Phyllophaga*, *Diplotaxis*, *Macroductylus*, *Paranomala* y *Cyclocephala* (Aragón y Tapia, 2009).

En es el estado de Puebla se conocen varias especies de coleópteros Melolonthidae relacionadas con el cultivo del amaranto, dentro de estas destacan las especies del género *Phyllophaga*, siendo reportada *P. ilhuicaminai* como una de las especies que más daño causa al sistema radical del cultivo, infestando el 55% de las plantas, mientras que *Phyllophaga ravidata* Blanchard representa el 33% y *Cyclocephala lunulata* Burmeister el 12% de infestación (Aragón, 2005).

Rodríguez (2008) reportó ocho especies de gallina ciega asociadas al cultivo de amaranto en el Valle de Tehuacán: *P. ilhuicaminai*, *P. ravidia*, *Phyllophaga obsoleta* Blanchard, *Phyllophaga misteca* Bates, *Diplotaxis angularis* LeConde *Macrodactylus ocreatus* Bates, *Paranomala* sp y *Parachrysina parapatraca* Deloya y Morón. De las cuales el género *Phyllophaga* es el más representativo, con cuatro especies presentes, además de ser el género que mayor daño ocasiona a la raíz del amaranto.

Aragón y Morón (1998) citaron a *Phyllophaga cuicateca* Morón y Aragón como otra especie del género *Phyllophaga* que causa severos daños al sistema radical del amaranto con un porcentaje de infestación del 45% de las plantas. Ocasionando daños como amarillamiento generalizado y marchitez de las partes más tiernas, extendiéndose poco a poco hasta causar el “acame” de la planta.

Aragón et al, (2014) citan *Phyllophaga* como uno de los géneros de mayor importancia en el cultivo del amaranto con infestaciones de hasta el 72% cuando no se realiza un control, siendo las especies más predominantes *P. ilhuicaminai* con el 55% de infestación, seguida de *P. ravidia* 48%, *P. obsoleta* 42%, *P. misteca* 36% y *P. cuicateca* 39%. Mientras que otras especies como *C. lunalata* presenta el 42% y *Macrodactylus* 27%.

Aragón (2013) reporta que para la región amarantera de las faldas del Popocatepelt, el género *Phyllophaga* no se considera como una plaga importante, debido a la poca abundancia que presenta a pesar de ser uno de los géneros más representativos, con cinco especies: *P. misteca*, *P. ravidia*, *P. ilhuicaminai*, *Phyllophaga blanchardi* Arrow y *Phyllophaga* sp. Mientras que el género con mayor abundancia es *Strigoderma*.

Otras especies que se han encontrado asociadas al cultivo del amaranto son *Paranomala flavilla* Bates, *Paranomala hoepfneri* Bates y *Strigoderma costulipennis* Bates (Cuate-Mozo et al., 2014), así como *Diplotaxis angularis*

LeConde, *Cotinis mutabilis* Gory y Percheron y *Euphoria subtomentosa* Mannerheim, de las cuales las dos últimas en su fase adulta se alimentan de las panojas de amaranto (Aragón y Morón, 1998).

### **III. JUSTIFICACION**

El complejo gallina ciega es una de las plagas más conocidas por los agricultores del país y de mayor importancia económica debido a los daños que ocasiona en el sistema radicular de diversos cultivos. Son insectos difíciles de combatir ya que pasan la mayor parte de su ciclo de vida como fase larvaria ocultos bajo el suelo lo cual dificulta su detección oportuna y control. Además de que son un complejo que se encuentra integrado por diversas especies de Coleópteros Melolonthidos, que presentan una gran variabilidad en cuanto a hábitos alimenticios y patrones de distribución. Esto ha traído como consecuencia, que los productores recurran al uso de insecticidas químicos o sintéticos para su control, sin embargo estos pueden tener efectos adversos para el ambiente y la salud del hombre, sobre todo cuando no se emplean adecuadamente

El municipio de San Felipe Teotlalcingo se considerado como una de la zonas de mayor producción de amaranto en Puebla, sin embargo se desconocen las especies de gallina ciega que se puedan encontrar asociadas al cultivo de amaranto en la zona y el papel que desempeñan como integrantes de la fauna edáfica del lugar. Debido a la importancia del complejo “gallina ciega” como plaga en el cultivo del amaranto surge la necesidad de identificar las especies asociadas al cultivo, así como de conocer con más detalle sus hábitos generales, con el fin de desarrollar técnicas alternativas al control químico que sean económicas, viables y efectivas para el productor sin que tengan repercusiones para el ambiente.

Debido a lo anterior con este trabajo se plantea obtener información de las especies de gallina ciega asociadas al cultivo del amaranto, al igual que de sus hábitos de vuelo que son parte fundamental para el diagnóstico de la especie plaga, los resultados obtenidos en este trabajo servirán para determinar si el complejo “gallina ciega” se puede considerar como una plaga para la zona productora de amaranto de San Felipe Teotlalcingo Puebla

## IV. OBJETIVOS

### 4.1 Objetivo general

- Realizar el diagnóstico de las especies del complejo gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) asociadas al cultivo de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) en la localidad de San Felipe Teotlalcingo, Puebla.

### 4.2 Objetivos particulares

- Identificar las especies de Coleoptera: Melolonthidae asociadas al cultivo de amaranto en la zona agrícola de San Felipe Teotlalcingo, Puebla.
- Conocer los hábitos alimenticios, época y horario de vuelo de las especies de Melolonthidos asociados al cultivo de amaranto en la localidad de San Felipe Teotlalcingo, Puebla.
- En base a la abundancia y al gremio alimenticio de las especies colectadas determinar cuál de ellas pudiera considerarse como especie perjudicial para el cultivo de amaranto de la zona de estudio.

## V. HIPÓTESIS

De las especies colectadas en la zona de estudio se espera que cuando menos una de ellas sea considerada una especie que potencialmente pueda ocasionar daños a el cultivo de amaranto, esto en base a su abundancia y al gremio alimenticio que presente.

## VI. ZONA DE ESTUDIO

### 6.1 Localización

El presente trabajo se realizó en el municipio de San Felipe Teotlalcingo, que se localiza en la parte centro-oeste del Estado de Puebla (Fig. 1), sus coordenadas geográficas son  $19^{\circ} 12'$  -  $19^{\circ} 16'$  de latitud norte y  $98^{\circ} 28'$  -  $98^{\circ} 36'$  de longitud oeste, con una altitud entre los 1340 y 3500 msnm. Colinda al norte con el municipio de San Salvador el Verde; al este con los municipios de San Martín Texmelucan y Chaiutzingo; al sur con los municipios de Chaiutzingo y San Salvador el Verde; al oeste con el municipio de San Salvador el Verde (INEGI, 2010).

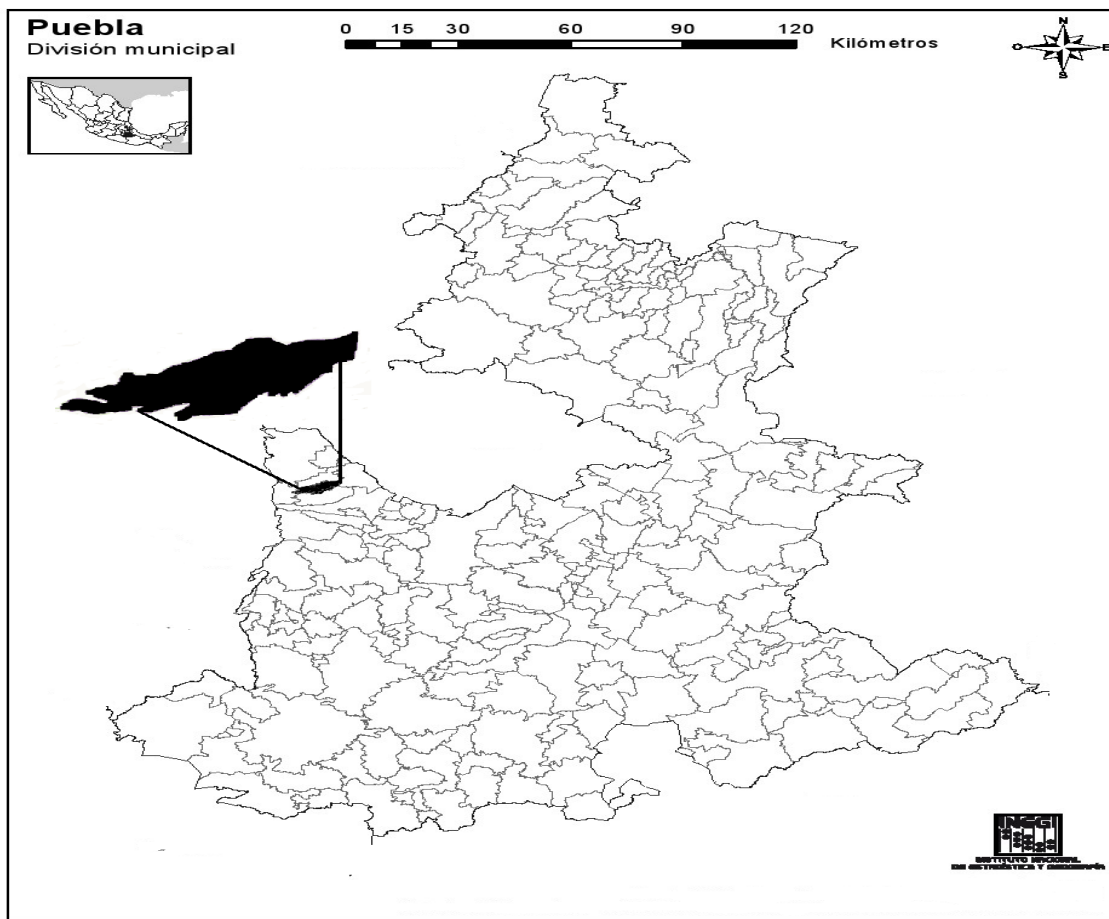


Figura 1. Ubicación del municipio de san Felipe Teotlalcingo dentro del estado de Puebla.

## **6.2 Hidrografía**

El municipio pertenece a la cuenca del río Atoyac, una de las cuencas más importantes del estado, que tiene su nacimiento cerca de los límites del estado de México y Puebla. Por su ubicación el municipio pertenece a la parte occidental de la cuenca del Atoyac. Sus ríos más importantes son: Arroyo Seco, Tenango, Cotzala, Ixotitla, Tepetzintla, Iztapalapa, Xochiac, Chiconquiac y Santa Clara, que en su recorrido forman la cañada Tlapanquitel y las barrancas La Ventana y Texoloc. Aunado a lo anterior, los ventisqueros del Iztaccíhuatl pueden almacenar agua y alimentar los poblados y terrenos de sus faldas en la época de sequía; las rocas y suelos dejan infiltrar el agua hasta grandes profundidades, por lo que al pie de los volcanes puede obtenerse agua de pozos durante todo el año (INAFED, 2010).

## **6.3 Clima**

El municipio se ubica dentro de la zona de los climas templados del Valle de Puebla, el clima predominante de la región es: Clima templado subhúmedo con lluvias en verano. Su temperatura media anual oscila entre los 12°C a 18 °C, con una precipitación pluvial de entre los 900 a 1000 mm (INEGI, 2010).

## **6.4 Flora y Fauna**

El suelo como producto de la disgregación de rocas y la incorporación de la materia orgánica como producto de los restos de vegetales y animales (humus) así como arcillas ( hidrosilicato de aluminio) que junto con el clima han permitido hacer de esta zona una región privilegiada para la producción de las siguientes plantas: frutales como, capulín, chabacano, ciruela, durazno, higo, manzana, mora, membrillo, nuez, pera, piñón, tejocote y zapote blanco; flores como : alcatraz, alhelí, aretillo, cempaxúchitl, clavel, gladiolas, geranio, marcadela, margarita, nube, perrito y rosas; forestales como : ailoite, alcanfor, ayacahuíte,



encino, fresno, madroño, ocote, pino y topozan; verduras como: acelga, ajo calabaza, cebolla, cilantro, coliflor, col, espinaca, nopal y rábano; semillas y leguminosas como: amaranto, ayocote, chícharo, frijol, haba, lenteja, maíz y trigo; forrajes como: alfalfa, avena, cebada, cañuela y ebol; plantas silvestres: acahual, chicalote, chichicaxtle, maguey, mozoquelite, trébol y zacamite; hongos comestibles como : azules, ladrillo, matalitos, panzas, san juanitos, xoleyes y yema de huevo; y medicinales como: ajenjo, alcanfor, ámbar, árnica, azomiate, borraja, cabello de elote, capulín, carricillo, clavo, cedrón, col de china, diente de león, encino, epazote de zorrillo, espinocilla, estafiate, eucalipto, golondrina, hierbabuena, hinojo, hítamo lengua de vaca, manzanilla, mostranzo, muiltle, ocote, olivo, orégano, pata de león, pimpinela, pirul, plumajillo, romero, rosa de castilla, ruda, santa maría, simonille, toloache, tomillo y toronjil.

En cuanto a fauna, podemos encontrar, animales domésticos como ganado (bovino, equino, porcino, ovino) conejos, guajolotes, gatos, patos, perros y pollos; animales silvestres como cacomixtle, chintetes, conejo, cuijes, lechuza, liebre onza, ranas, sapos, tejón, tuzas, víboras ( chirrionera, palanca, zencuate, palanca y de agua), pájaros (aguadores, calandria, canarios, carpinteros, golondrinas, gorriones, huitlacoques, ilamas, primavera y trigrillos) (INAFED, 2010).

## VII. METODOLOGÍA

El presente trabajo se realizó en una parcela agrícola del municipio de San Felipe Teotlalcingo (Fig. 2), por medio de un muestreo experimental sistemático iniciado en febrero y concluido en septiembre del 2015. Para evitar el efecto de orilla, durante los muestreos se dejó una distancia de 10 metros de cada uno de los lados de la parcela, el lado ancho y el lado angosto.

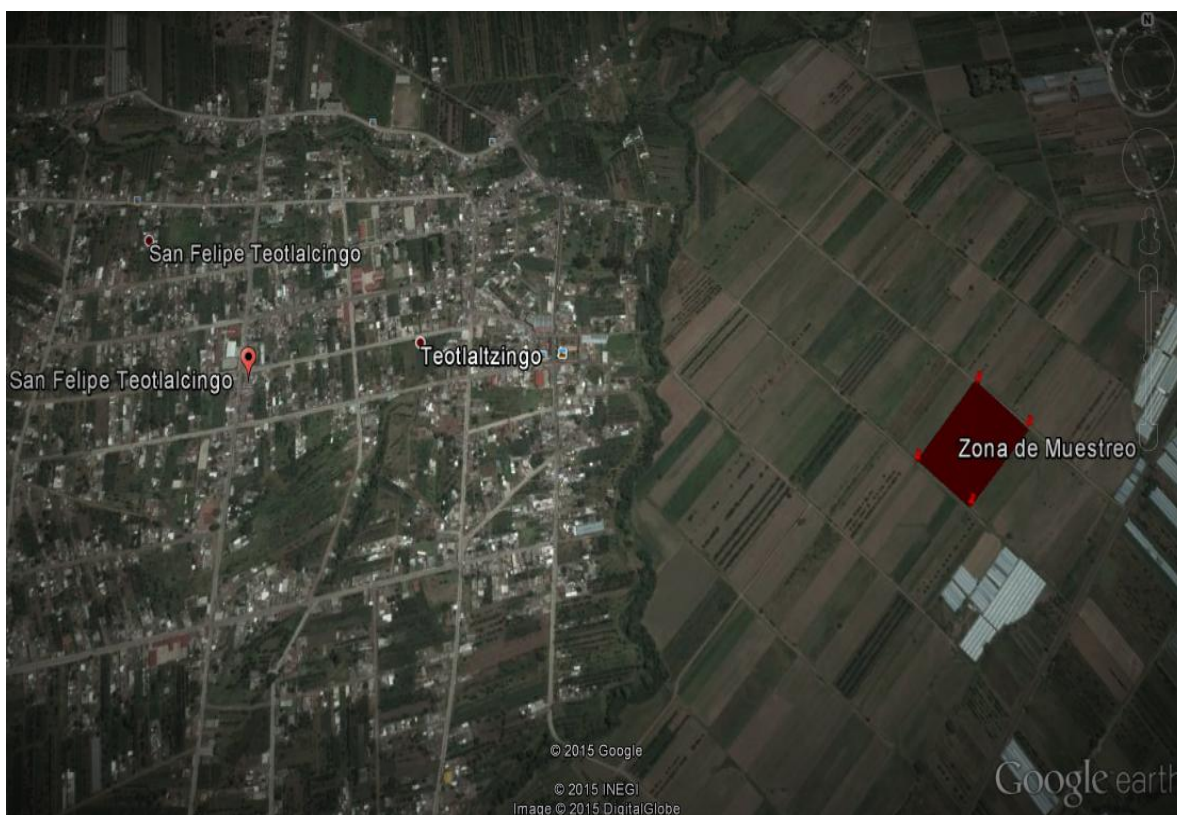


Figura 2. Ubicación de la zona de muestreo en el municipio de San Felipe Teotlalcingo, Puebla. Mapa elaborado con base en imágenes satelitales disponibles en el programa Google Earth con las coordenadas obtenidas con GPS en el sitio de muestreo.

Los muestreos de suelo se realizaron una vez al mes. Para efectuar los muestreos en el área que comprende la parcela se trazaron tres transectos de 150 m de longitud con una separación de 10 metros entre sí. A lo largo, de cada uno

de los transectos se tomaron 9 muestras de suelo al azar, de 30 x 30 x 30 cm separadas, 17 metros entre sí, dando un total de 27 muestras de suelo por mes. Cada una de las muestras fue colocada sobre un costal de rafia color blanco donde se revisaba para ubicar a los organismos presentes. Las larvas colectadas fueron depositadas en frascos de plástico de 500ml junto con una capa de sustrato y etiquetados con los siguientes datos: localidad, fecha, tipo de colecta, latitud, longitud y colector. De esta forma se trasladaron al laboratorio de Entomología del Centro de Agroecología del Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Una vez en el laboratorio las larvas, fueron separadas y el 30% de la población colectada se fijó en líquido pampel por cuatro días y posteriormente fueron transferidas a frascos de 40 ml, con alcohol 70% donde fueron preservadas de manera definitiva para poder ser determinadas. Las larvas que se conservaron vivas fueron colocadas individualmente en frascos de plástico de 500 ml con sustrato del sitio de colecta y mantenidas en una cámara de cría a una temperatura constante de  $26\pm 2^{\circ}\text{C}$  y humedad relativa del  $80\pm 10\%$ , para seguir su desarrollo hasta su estado adulto y así poder obtener la relación larva-adulto y verificar su identidad taxonómica.

Cada tercer día, se revisó a las larvas para darles alimento (3 a 5 rodajas de zanahoria), humedecer el suelo y evitar la proliferación de hongos o ácaros, que pudieran afectar del desarrollo de las larvas, bajo estas condiciones se mantuvo a, las larvas durante sus tres estados larvales, hasta obtener las pupas. Las pupas se dejaron desarrollar ahí mismo bajo las mismas condiciones que las larvas, revisándose una vez por semana, con el fin de evitar manipularlas lo menos posible e interferir con su desarrollo. Una vez obtenidos los adultos se dejaron por dos semanas para que maduraran sexualmente, se mataron con vapores de acetato de etilo y se montaron en alfileres entomológicos, una vez etiquetados, se determinaron y se depositaron en la colección Entomología del Centro de

Agroecología del instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Para el estudio de los hábitos de vuelo de las especies colectadas, cada 15 días y durante los meses de mayo a agosto, en la parcela agrícola se instaló una trampa de luz tipo pantalla provista con una lámpara de vapor de mercurio de 120 watts, abastecida por un generador de gasolina portátil, la cual se mantuvo operando de las 20:00 a las 22:00 horas. Los individuos colectados fueron sacrificados en frascos letales, a base de vapores de acetato de etilo y cada 20 minutos las muestras se separaron y etiquetaron con los datos de: localidad, fecha, hora, tipo de colecta, latitud, longitud y colector. Los adultos colectados fueron procesados para su conservación en seco con alfileres entomológicos. La técnica consistió en colocar en la parte derecha del élitro y la región del mesotórax del insecto un alfiler entomológico y fijarse sobre una placa de unicel. Los genitales de los machos se extrajeron y se pegaron en triángulos pequeños de cartoncillo, mientras que en el caso de las hembras las placas genitales solo fueron expuestas. Para el caso de insectos pequeños, se evitó el uso de alfileres entomológicos y se utilizó un triángulo de cartoncillo el cual sostenía al insecto que era fijado con "goma arábica". A cada uno de los ejemplares se le colocó una etiqueta de colecta con los datos de: localidad, fecha, hora, tipo de colecta, longitud, latitud y colector.

Para la determinación de las especies se utilizó como referencia la clave de identificación de las especies de Coleoptera Scarabaeoidea del estado de Puebla de Morón (2013b). Una vez determinado el material, le fue agregada a cada ejemplar su etiqueta de determinación con el nombre de la especie. Posteriormente los ejemplares fueron depositados en la colección de Entomología del Centro de Agroecología del instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Con el material determinado se construyeron las claves dicotómicas para las larvas y los adultos siguiendo las características morfológicas de Ritche, 1966; Morón, 1986; Aragón, 2005.

## VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 8.1 Muestreos Nocturnos

Se colectaron 398 ejemplares de adultos de 13 especies, representadas por 9 géneros incluidos en 4 subfamilias y 2 familias de Scarabaeoidea, las especies capturadas pertenecen a los géneros *Phyllophaga*, *Diplotaxis*, *Macroductylus*, *Paranomala*, *Cyclocephala*, *Ataenius*, *Labarrus*, *Gonaphodiellus* y *Cephalocyclus*. De acuerdo con los datos de la trampa de luz, la especie con mayor abundancia relativa en el municipio de San Felipe Teotlalcingo fue: *Labarrus pseudolividus* con el 59.7%, seguida de *Diplotaxis cribaticollis* con 11.9%, *Gonaphodiellus opisthius* 9.1%, *Macroductylus nigripes* con 7.9%, *Phyllophaga macrocera* con 4.3%, *Macroductylus mexicanus* y *Cephalocyclus fuliginosus* que representan menos del 3%, las demás especies representan una abundancia menor al 1%. (Cuadro 1.)

Estos resultados contrastan con los datos obtenidos por Aragón (2013), en cultivos de amaranto de la zona de las faldas del Popocatepetl, donde la mayor abundancia la presento la especie *Strigoderma sulcipennis* con 243 individuos (27.6%), seguida de *P. misteca* con 142 (16.2%) y *P. blanchardi* con 110 (12.5%), así mismo, Cuate-Mozo *et al.* (2014) registro 32 especies incluidas en 13 géneros y 7 subfamilias considerando a *P. ilhuicaminai* como la especie más abundante en San Jerónimo Coyula, Atlixco representando el 41.0%, seguida de *P. ravidia* con el 24.6% y *D. bífida* con el 17.3%. Esta diferencia en la diversidad de especies puede deberse a que en la zona de Coyula las temperaturas promedio más alta es de 22 °C, mientras que en San Felipe Teotlalcingo es de 18 °C.

Cuadro 1. Lista de géneros y número de individuos de los Coleópteros Scarabaeoidea presentes en San Felipe Teotlalcingo, Puebla.

Familia	Subfamilia	Género	Especie	Abundancia relativa %
Melolonthidae	Melolonthinae	<i>Phyllophaga</i>	<i>P. macrocera</i>	4.3
			<i>P. pubicauda</i>	0.8
			<i>P. misteca</i>	0.4
			<i>P. vetula</i>	0.4
		<i>Diplotaxis</i>	<i>D. cribaticollis</i>	11.9
		<i>Macroductylus</i>	<i>M. nigripes</i>	7.9
			<i>M. mexicanus</i>	2.4
	Rutelinae	<i>Paranomala</i>	<i>P. denticollis</i>	0.4
Dynastinae	<i>Cyclocephala</i>	<i>C. barrerai</i>	0.4	
Scarabaeidae	Aphodiinae	<i>Ataenius</i>	<i>Ataenius sp 1</i>	0.4
		<i>Labarrus</i>	<i>L. pseudolividus</i>	59.7
		<i>Gonaphodiellus</i>	<i>G. opisthius</i>	9.1
		<i>Cephalocyclus</i>	<i>C. fuliginosus</i>	2.0

*Phyllophaga* Harris, 1826. Se colectó una especie del subgénero *Phytalus* *P. macrocera* y del subgénero *Phyllophaga* se colectaron tres especies *P. vetula*, *P. pubicauda* y *P. misteca*. Para el estado de Puebla, *P. macrocera*, se tiene registrada solo para el Valle de Puebla, *P. misteca*, se ha colectado en Huehuetlán y el Valle de Puebla, *P. pubicauda* en Huehuetlán, el Valle de Puebla y Valle de Tehuacán y *P. vetula* presenta una amplia distribución para el estado de Puebla Morón y Rojas-Gómez (2013). Las cuatro especies colectadas se han reportado ocasionando daños a los cultivos agrícolas Aragón y Morón 1998.

*Diplotaxis* Kirby. Se obtuvieron registros de una especie *D. cribaticollis* fue colectada en el mes de julio, atraídos por la trampa de luz que se colocó cerca de la zona agrícola, se tienen registro para el estado de Puebla en las zonas de

Chignahuapan, Citlaltépetl, Metlalcuéyetl y Popocatépetl Morón y Rojas-Gómez (2013) y en este trabajo cerca de las faldas del Iztaccíhuatl, por lo que se corrobora que su distribución es de zonas montañosas.

*Macroductylus* Dejean. Se obtuvieron registro de dos especies *M. nigripes* y *M. mexicanus* ambas fueron colectadas durante los meses de mayo, junio, julio y agosto ambas especies tienen una amplia distribución en el estado de Puebla. Asociada al cultivo de amaranto se tiene el registro de *Macroductylus ocreatus* Aragón y Tapia, 2009.

### **8.1.1 Diversidad de los géneros presentes en la zona de estudio**

Los géneros con mayor representatividad con respecto al número de especies son: *Phyllophaga* que represento el 31% de la muestra, seguida de *Macroductylus* con el 15%. El resto de los géneros muestran una escasa representatividad como se muestra en la (Fig. 3).

Estos datos concuerdan con lo citado por Rodríguez (2008) quien reporta al género *Phyllophaga* como el más representativo en la zona amarantera del Valle de Tehuacán y al que se le atribuyen la mayor parte de daños del sistema radical de las plantas. De igual forma Cuate-Mozo *et al.* (2014), le atribuye al género *Phyllophaga* una representatividad del 70% para la región de San Jerónimo Coyula. A pesar de ser el género más representativo *Phyllophaga* no presenta una abundancia significativa en la parcela de estudio, esto concuerda con lo referido por Aragón (2013), quien señala que el género *Phyllophaga* no se considera como una especie plaga para la región amarantera del Popocatépetl debido a que, aunque es el más representativo de la región presenta una escasa abundancia.



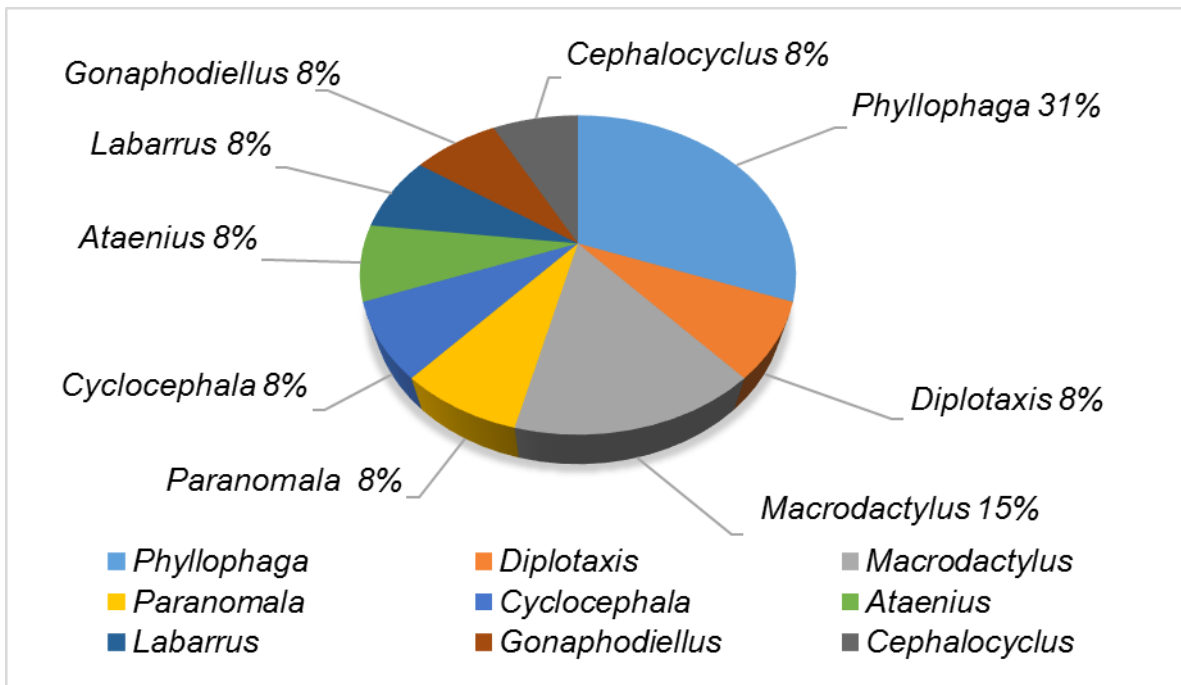


Figura. 3 Abundancia de los géneros de la familia Scarabaeoidea presentes en el municipio de San Felipe Teotlalcingo, Puebla.

### 8.1.2 Hábitos de vuelo

La actividad de vuelo de las especies encontradas se observó durante los meses de mayo, junio, julio y agosto, entre los cuales se realizaron 13 muestreos nocturnos. Donde se colectaron un total de 13 especies, la mayor actividad de vuelo se presentó durante los meses de julio y agosto, específicamente el 28 de julio donde se colectaron 98 ejemplares, mientras que la menor abundancia se presentó durante los meses de febrero y junio, colectándose menos de 25 individuos por colecta (Fig. 4). *L. pseudolividus* fue la especie que presentó mayor abundancia y se presentó durante la mayor parte del periodo de colecta, su actividad de vuelo inició el 23 de junio, registrando su mayor abundancia durante los días 21 de julio (70) y 28 de julio (98), posteriormente descendiendo, hasta terminar el 18 de agosto. Las primeras especies en emerger fueron *G. ophistius* y

*D. cribaticollis*, iniciando su actividad de vuelo el 26 de mayo y terminándola el 9 de junio en el caso de *G. ophistius* y el 14 de julio en el caso de *D. cribaticollis*.

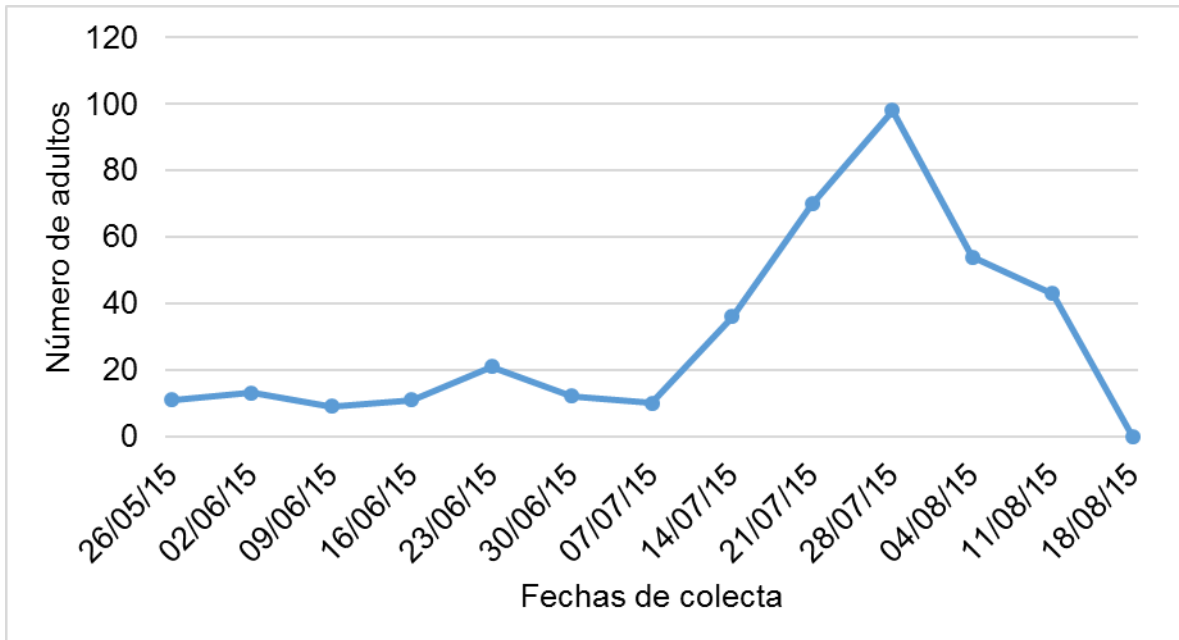


Figura.4 Fenología de los adultos capturados en la zona agrícola de San Felipe Teotlancingo.

Este patrón coincide con los datos obtenidos por Chacón *et al.* (2013) en la zona de San Felipe Teotlancingo, donde la mayor actividad de vuelo para las distintas especies de escarabajos se registró durante los meses de mayo, junio y julio, lo cual se encuentra relacionado con el inicio de la temporada de lluvias y el aumento de la temperatura media mensual. De igual manera Cuate-Mozo (2008), menciona que existe una estrecha correlación entre la fenología de los escarabajos y el inicio de la temporada de lluvias, así como las fluctuaciones de temperaturas a lo largo del año, jugando un papel importante en la riqueza y abundancia de las especies ya que determinan los momentos óptimos para la reproducción, ovoposición y la facilidad de obtención de alimento para el desarrollo larvario.

En general las actividades de vuelo para los adultos se presentaron entre las 20:30 y 21:30 hrs (Cuadro 2). La actividad de vuelo para las especies *G. opisthius* y *C. barrerae* fue similar, teniendo un periodo de vuelo muy corto de solo 20 minutos (20:30 - 20:50 hrs). *P. denticollis* presento una actividad de vuelo de 30 minutos (20:50 - 21:10 hrs). En el caso de la especie *D. cribaticollis* presento un periodo de vuelo de 40 minutos, su actividad se presentó de las (20:50 - 21:30 hrs), este comportamiento coincide con lo reportado por Lugo-García *et al.* (2012) en Sinaloa, quienes señalan que el mayor pico de actividad para este género se da entre las (20:25 - 21:00 hrs). *L. pseudolividus* fue la especie que presento el periodo de vuelo más largo de una hora (20:30 - 21:30 hrs), presentando su mayor pico de actividad entre las (20:50 - 21:10 hrs), este concuerda con lo registrado por Yanez-Gómez y Morón (2010) en Huehuetlán, Puebla, quienes reporta una actividad de vuelo para esta especie entre las (20:30 - 21:00 hrs).

Dentro del género *Phyllophaga* el periodo de vuelo de las especies fue muy diferente entre sí. Para el caso de *P. macrocera* presento un periodo de vuelo de 30 minutos (20:30 – 21:00 hrs) lo cual concuerda con lo mencionado por Aragón *et al.* (2005) en el municipio de Xoxtla, Puebla, donde reporta un periodo de vuelo para esta especie de 30 minutos (20:20 – 20:40 h). En el caso de *P. vetula* solo se pudo coleccionar un ejemplar en el horario de las (20:50 - 21:10 hrs) Aragón *et al.* (2005) reporta un periodo de vuelo para esta especie de 1 h y 45 minutos (20:15 – 21:30 hrs), mientras que Marín (2001) en el estado de Guanajuato reporta a esta especie con hábitos crepusculares donde el promedio de emergencia de los adultos se da entre las 20:20 o 20:30 hrs teniendo una actividad de vuelo muy corta de solo 20 minutos. De igual manera en el caso de *P. misteca* solo se pudo coleccionar un ejemplar en el horario de las (20:50 – 21:10 hrs), mientras que *P. pubicauda* presento un periodo de vuelo de 40 minutos (20:30 – 21:10 hrs). En el caso de las dos especies de *Macroductylus* estas tienen hábitos diurnos coleccionándose durante el día.

Cuadro 2. Horario de vuelo de adultos de las especies colectadas en los meses de mayo a agosto en San Felipe Teotlalcingo, Puebla.

Especie	Horario de vuelo
<i>Gonaphodiellus opisthius</i>	8:30-8:50 pm
<i>Cyclocephala barrerai</i>	8:30-8:50 pm
<i>Diplotaxis cribaticollis</i>	8:50-9:30 pm
<i>Labarrus pseudolividus</i>	8:30-9:30 pm
<i>Paranomala denticollis</i>	8:50-9:10 pm
<i>Phyllophaga macrocera</i>	8:30-9:00 pm
<i>Phyllophaga misteca</i>	8:50-9:10 pm
<i>Phyllophaga pubicauda</i>	8:30-9:10 pm
<i>Phyllophaga vetula</i>	8:50-9:10 pm
<i>Macroductylus nigripes</i>	Hábitos diurnos
<i>Macroductylus mexicanus</i>	Hábitos diurnos

## 8.2 Muestreos de suelo

De los 8 muestreos de suelo realizados en la parcela de estudio se colectaron un total de 66 larvas pertenecientes a los géneros *Macroductylus*, *Paranomala*, *Ataenius* y *Phyllophaga* las especies colectadas fueron identificadas como: *M. nigripes*, *P. denticollis*, *Ataenius* sp1 y *P. macrocera*. Las larvas de *M. nigripes* fueron las que presentaron mayor abundancia durante las colectas (30). Su actividad se observó de febrero a mayo, siendo los meses de febrero (14) y marzo (12) cuando se presentó su mayor abundancia. *P. denticollis* fue la segunda especie en presentar mayor abundancia (16), su actividad observo de abril a julio principalmente durante los meses de mayo y abril (6) descendiendo hasta julio (1). *P. macrocera* presento actividad durante los meses de agosto y septiembre (13) en los cuales no vario mucho su abundancia (6). *Ataenius* sp1 fue la especie que presento menor abundancia (12) su actividad se observó de mayo a septiembre, siendo agosto el mes con mayor abundancia (Fig. 5). Estos datos concuerdan con

lo reportado por Aragón (2013), quien cita que para las faldas del Volcán Popocatepetl se colectaron 12 especies de gallinas ciegas en cuatro municipios en parcelas sembradas con cultivo de amaranto, mientras que en este trabajo en un municipio se encontraron cuatro especies.

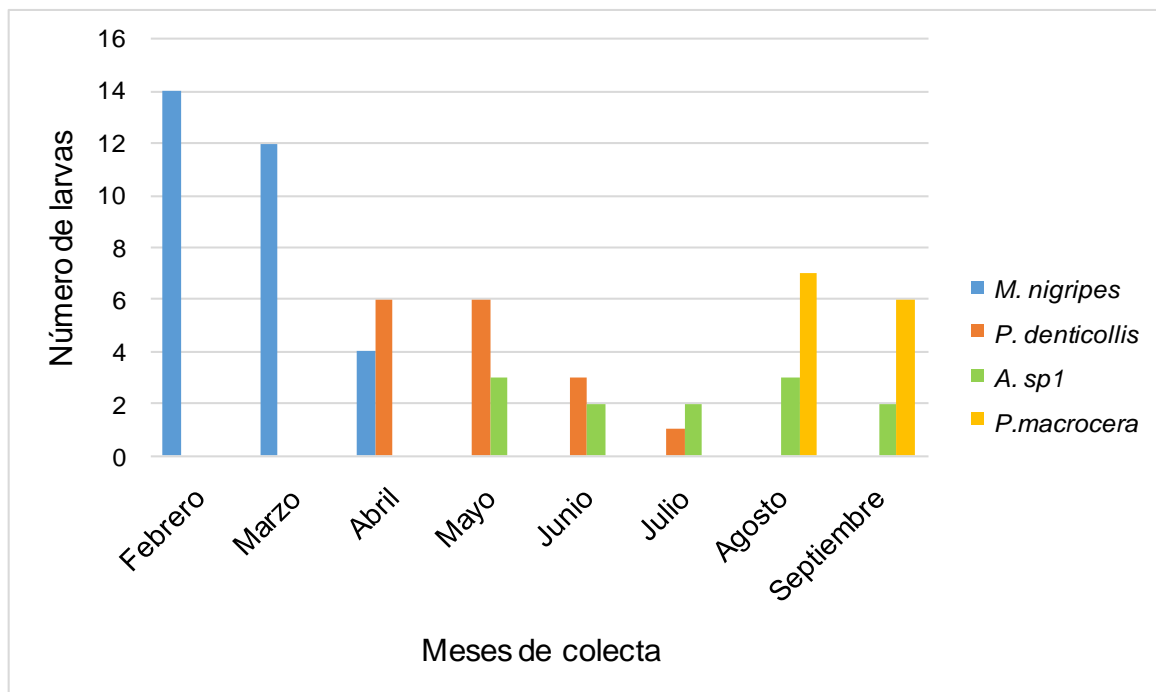


Figura. 5 Fenología de larvas de Melolontidos durante los meses de febrero a septiembre en la parcela agrícola en San Felipe Teotlalcingo, Puebla.

La abundancia de larvas presentes en la parcela agrícola no corresponde con la abundancia de adultos colectados mediante la trampa de luz, donde la especie más abundante es *L. pseudolivida*. De las 13 especies registradas, solo cuatro de estas coinciden con las larvas presentes en la parcela: *M. nigripes*, *P. denticollis*, *Ataenius sp1* y *P. macrocera*.

Estos datos concuerdan con otros trabajos como el de Castro-Ramirez *et al.* (2003), donde señala que algunas de las especies de *Phyllophaga* que presentaron mayor abundancia durante las colectas nocturnas, no fueron

sobresalientes en las parcelas de cultivo muestreadas, ni estuvieron relacionadas con el daño agrícola. De igual forma Cuate-Mozo *et al.* (2014) menciona que del total de sus especies colectadas en estado adulto, solo el 25% se encontraron representadas como larvas en la parcela agrícola, mientras que las demás especies posiblemente fueron atraídas de los alrededores por la luz de las trampas. En este caso *L. pseudolividus* se sabe que es una especie coprófaga que se encuentra asociada al excremento de diversos animales entre ellos el estiércol de ganado bovino como lo menciona Cruz *et al.* (2012) por lo cual es posible que las larvas no se desarrollen en la parcela y la abundancia de los adultos se atribuya a la presencia de ganado en la zona.

Según la clasificación propuesta por Morón y Deloya (1991) las larvas de las especies encontradas se pueden clasificar en tres gremios basados en sus hábitos alimentarios.

Filo-rizófagos. Aquellas especies cuyas larvas se alimentan principalmente de raíces y los adultos del follaje. Incluyendo *M. nigripes* y *P. macrocera*.

Antófilo-saprófagos. Aquellas especies cuyas larvas se alimentan con materia humificada o raíces muertas, mientras que los adultos son escarabajos que visitan las flores para consumir polen, tejidos o secreciones florales. Incluyendo *P. denticollis*

Sacro-endocópridos. Especies cuyas larvas se alimentan con suelo orgánico, estiércol o raíces, y los adultos pueden consumir distintos tipos de materia orgánica en descomposición como el estiércol en el cual construyen nidos para colocar sus huevos. Incluyendo *Ataenius* sp1.

A pesar de que *M. nigripes* ha sido reportada como una plaga importante para algunos cultivos como haba y maíz no solo por los hábitos alimentarios de sus larvas si no debido a que adultos se alimentan del follaje llegando a defoliar por completo a sus huéspedes Serapio-Jerónimo *et al.* (2014) En este caso no se

observó una abundancia significativa en la parcela que pudiera afectar al cultivo de igual forma para el caso de *P. macrocera* que aunque se presentó tanto en colectas de luz como en estado larval no presentó una abundancia significativa. Esto podría indicar que aun que existe una composición variada de especies rizófagas y saprófagas las condiciones físicas del suelo no proporcionen los elementos necesarios para el desarrollo de estas especies siendo su abundancia muy baja como lo menciona Castro-Ramírez *et al.* (2004). Así mismo la temperatura podría ser otro factor importante que esté influyendo en la abundancia de las especies como lo menciona Pérez y Alvarez-Zagoya (2003) el rango de temperatura del suelo adecuado para el desarrollo de la “gallina ciega” oscila entre los 18 y 26°C, mientras que en San Felipe Teotlalcingo la temperatura media anual oscila entre los 12°C y 18°C (INEGI, 1987).

### 8.3 Clave de identificación para adultos de Melolonthidae en la zona de San Felipe Teotlalcingo

- 1. Mesoepímeros ocultos por los élitros. Base del escapo antenal cubierto por el borde lateral del clípeo. Mandíbulas esclerosadas. Proespisterno sin quilla anterior.....**MELOLONTHIDAE**.....2
- 1' Abdomen sin orificio respiratorio en el borde lateral del último terguito. Labro oculto bajo el clípeo. Placa pigidial completamente, o en su mayor parte, oculta por los ápices de los élitros. Metatibias con dos espolones apicales.....**SCARABAEIDAE**.....**Aphodiinae**.....10
- 2(1). Uñas tarsales no retráctiles. En los tarsos intermedios y posteriores cada par de uñas tiene igual longitud, forma y grosor. Cabeza y pronoto con o sin proyecciones o fosetas notorias.....3
- 2' Uñas tarsales retráctiles. En los tarsos intermedios y posteriores cada par de uñas tiene diferente longitud, y grosor. Cabeza y pronoto sin proyecciones o fosetas notorias.....**RUTELINAE**.....Élitros con hileras de puntos profundos, bien definidos, sin sedas en los bordes epipleurales. Las franjas oscuras estrechas

que bordean la sutura elitral se ensanchan un poco en la parte media. Longitud corporal 12-14 mm. ....***Paranomala denticollis* (Bates)**

3(2). Labro esclerosado, su borde anterior grueso, visible bajo el clípeo. Uñas de los tarsos intermedios y posteriores generalmente dentadas, bífidas o pectinadas, rara vez sencillas.....**MELOLONTHINAE**.....4

3' Labro laminar, membranoso, su borde anterior completamente oculto bajo el clípeo. Uñas tarsales sencillas o dentadas. Uñas de los tarsos intermedios y posteriores sencillas. Procoxas transversales. Cabeza y pronoto frecuentemente con prominencias ceratiformes o tubérculos y fosetas profundas. Abdomen con suturas entre esternitos 2° a 4°.....**DYNASTINAE**..... Coloración diversa. Borde anterior del clípeo no levantado. Frente rojiza. Cada parámero genital sin proyección claviforme lateral. Longitud corporal 12-15.mm.....***Cyclocephala barrerae* Martínez**

4(3). Procoxas transversales, poco sobresalientes Maza antenal formada por 3 a 5 lamelas, cuya longitud en los machos es menor a la de los artejos precedentes combinados, o hasta dos veces mayor a los mismos. Metaepímeros cinco a seis veces más largos que anchos, poco visibles debajo de la línea epipleural. Cuerpo glabro o cubierto con sedas piliformes más o menos abundantes. Longitud corporal 8-24.....**Melolonthini**.....***Phyllophaga* Harris**.....6

4' Procoxas más o menos cónicas, sobresalientes.....5

5(4) Cuerpo cubierto por sedas escamiformes cilíndricas blancas o amarillentas. Placa pigidial alargada, delgada o semitriangular. Quinto esternito más largo que el cuarto. Élitros alargados. Pronoto de forma pentagonal. Placa pigidial alargada .....**Macroductylini**.....***Macroductylus* Dejean**.....9

5' Cuerpo glabro o con sedas piliformes. Placa pigidial pequeña, semitriangular. Quinto esternito abdominal de igual tamaño que los anteriores.....**Diplotaxini**.....***Diplotaxis***.....Bordes laterales del



pronoto uniformemente arqueados de la base al ápice. Clípeo ensanchado. Longitud corporal 7-11 mm.....**D. cribaticollis Blanchard**

6 (4). Uñas tarsales con el ápice hendido o estrechamente bifurcado. Cuerpo compacto, corto; pronoto con numerosas sedas largas y erectas. Machos con maza antenal dos veces más larga que los seis artejos precedentes. Longitud corporal 11.0-11.5 mm.....**P. (Phytalus) macrocera (Bates).**

6' Uñas tarsales con un dentículo en el borde inferior, o con el borde inferior aserrado, aserrado dentado, pectinado o casi liso.....7

7(6). Uñas tarsales con un dentículo largo situado en la parte central de su borde inferior, separado del dentículo apical y del proceso basal por estrechas hendiduras profundas. Machos con borde exterior de los élitros con abundantes sedas amarillentas medianas y un margen ancho de sedas preapicales; extremo distal de las proyecciones apicales de los parámetros ensanchados y ligeramente angulados; escleroma del edeago tubular sin espinas o ganchos preapicales. Longitud corporal 14.0-14.8 mm.....**P. (Phyllophaga) pubicauda (Bates).**

7' Uñas tarsales con dentículo de longitud variable situado casi en la parte central de su borde inferior, separado ampliamente de ápice y la base unguinal.....8

8(7). Color pardo oscuro, con sedas gruesas erectas en el pronoto y la base de los élitros. Quinto esternito con quillas laterales bien marcadas. Bordes latero-distales de los parámetros prominentes. Longitud corporal 16.5-18.0 mm.....**P. (Phyllophaga) vetula (Horn).**

8' Color pardo rojizo, con sedas delgadas erectas en el pronoto y la base de los élitros. Quinto esternito con quillas laterales poco definidas. Bordes latero-distales de los parámetros prominentes. Longitud corporal 16.5-18.0 mm.....**P. (Phyllophaga) misteca (Bates).**

9(5). Tegumento elitral pardo rojizo en la mitad basal y negruzco en la mitad distal. Cada élitro con seis estrías bien definidas. Tibias y fémures anaranjados. Longitud corporal 10.0-11.1 mm.....**M. mexicanus (Burmeister).**

- 9' Tegumento elitral negro brillante cubierto con abundantes sedas grises o amarillentas que ocultan las estrías poco definidas. Todos los artejos de las patas usualmente negros. Longitud corporal 10-11 mm.....***M. nigripes* (Bates).**
- 10 (1). Meso y metatibias con dos carinas oblicuas en sus caras exteriores.....**Aphodiini**.....11
- 10' Pronoto más o menos punteado, con o sin expansiones laterales. Meso y metatibias sin carinas en sus caras exteriores. Elitros profundos. Primer metatarsómero semicilíndrico alargado.....**Eupariini**.....13
11. (10) Borde apical de las metatibias con sedas de longitudes muy diferentes, más menos alternadas.....12
- 11' Borde apical de las metatibias con sedas de longitudes similares, más o menos uniformes. .Región frontal con tres tubérculos frontales más o menos definidos. Élitros amarillo brillante con manchas pardas irregulares simétricas. Longitud corporal 8-9 mm.....***Labarrus pseudolividus* Balthasar.**
12. (11) Ligeramente Convexo, semi-brillante. Élitros opacos, alargados ovaes, sin manchas contrastantes, con brillo satinado tenue. Pubescencia finamente dispersa hacia el ápice Long. Corporal 5-7 mm.....***Cephalocyclus fuliginosus* (Harold).**
- 12' Élitros amarillos con manchas pardas irregulares, brillantes, cada uno con una mancha preapical anular oscura. Longitud corporal 3 mm.....***Gonaphodiellus opisthius* (Bates)**
- 13 (11) Mandíbula oculta bajo el clípeo, pronoto sin depresiones transversales. Pigidio parcialmente visible. Metatibias sin carenas transversales y ligeramente arqueadas. Metatarsos con pocas sedas ventrales.....***Ataenius* sp. 1**

#### **8.4 Clave de identificación para larvas de Melolonthidae en la zona de San Felipe Teotlalcingo**

- 1 Abertura anal en forma transversal, recta o un poco recurvada. Mandíbulas con estridulada ventral.....3

- 1' Abertura anal en forma de "V" o "Y".Mandíbulas sin área estridulada ventral...2
- 2 Palidia muy recurvadas o casi rectas. Septula ovalada, bien delimitada. Cada palidium con 19-25 pali largos. Frente casi lisa. Anchura de la cápsula cefálica 3.0 mm.....***P. (Phyllophaga) macrocera (Bates)***.
- 2'Palidia ligeramente recurvadas o casi rectas. Septula alargada, poco delimitada en los extremos. Anchura de la cápsula cefálica de 2.3-2.5 mm. Último artejo antenal con dos áreas sensoriales dorsales y tres áreas sensoriales ventrales. Haptomerum prominente con 4 heli. Cada palidium está formado por 6-7 pali.....***Macroductylus nigripes (Bates)***.
- 3 Palidia longitudinales y paralelas. Cada palidium con 11-13 pali cortos. Anchura de la capsula cefálica de 2.40-2.75 mm.....***Paranomala denticollis (Bates)***
- 3' Palidia casi paralelas. Cada palidium con 5-10 pali. Presencia de dos lóbulos inferiores anales. Placa respiratoria larga que rodea completamente la hendidura espiracular. Galea con dos setas.....***Ataenius sp1***

## IX. CONCLUSIONES

- Se determinaron 13 especies de “gallina ciega” correspondientes a cuatro subfamilias y dos familias de Scarabaeoidea asociadas al cultivo de amaranto, en el municipio de San Felipe Teotlalcingo, Puebla.
- De los adultos capturados por la trampa de luz *Phyllophaga* fue el género más diverso. Mientras que la especie con mayor abundancia fue *Labarrus pseudolividus*.
- De los muestreos de suelo realizados las larvas corresponden a cuatro géneros *Phyllophaga*, *Macrodactylus*, *Aphodius* y *Paranomala*. Siendo la especie más abundante *M. nigripes*.
- Se elaboraron las claves dicotómicas para separar las 13 especies de Coleoptera Melolonthidae asociadas al cultivo de amaranto en San Felipe Teotlalcingo, Puebla.

## X. LITERATURA CITADA

- Aragón, G. A. 2005. Biología, Comportamiento e Importancia de cinco especies del Género *Phyllophaga* (Coleoptera: Melolonthidae) en Agroecosistemas del Estado de Puebla. Tesis de Doctorado en Ciencias Ambientales. Instituto de Ciencias. Posgrado en Ciencias Ambientales. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México. 117p.
- Aragón, G. A. y M. A. Morón. 1998. Evaluación del daño ocasionado por el complejo “gallina ciega” (Coleoptera: Melolonthidae) en el estado de Puebla. En: Avances en el estudio de la diversidad, importancia y manejo de los coleópteros edafícolas americanos. M. A. Morón y A. Aragón (Eds) Publ. Especial Benemérita Univ. Autónoma de Puebla y Soc. Mexicana de Entomología, A. C. Puebla, México. Pp. 143-149.
- Aragón, G. A., A. M. Tapia R., I. Patlani P. y J. F. López-Olguín. 1999. Estimación de pérdidas por insectos asociados con el cultivo de amaranto *Amaranthus hypochondriacus* L. (Amaranthaceae) en el Valle de Tehuacán, Puebla, México. Memoria del XXXIV Congreso Nacional de Entomología. Sociedad Mexicana de Entomología, A. C. Aguascalientes, Ags., México. pp. 389-393.
- Aragón, G. A. y M. A. Tapia R. 2009. Amaranto orgánico; Métodos alternativos para el control de plagas y enfermedades. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Dirección de Fomento; Editorial BUAP; 63 p.
- Aragón, G. A. y J. F. López J. F. 2001. Descripción y Control de Plagas del amaranto. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Alternativas y Procesos de Participación Social A.C. Sistemas de Investigación Ignacio Zaragoza. Puebla, Pue. 32p.

- Aragón, G. A., M. A. Morón., A. M. Tapia R., J. F. López-Olguín y B. C. Pérez T. 2003. Especies de “gallina ciega” en algunos cultivos del Estado de Puebla y su control con Extractos Vegetales. En: Estudios sobre coleópteros del suelo en América. Aragón, G. A., M. A. Morón y A. Marín J. (Eds.) Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. pp. 283-297.
- Aragón, G. A., M. A. Morón., R. J. F. López-Olguín y L. M. Cervantes P. 2005. Ciclos de vida y conducta de adultos de cinco especies de *Phyllophaga* Harris, 1827 (Coleoptera: Melolonthidae: Melolonthinae). Acta Zool. Méx. (n.s.) 12(2): 87-99.
- Aragón, S. M. 2013. Especies de gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) asociadas al cultivo de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) en las faldas del Volcán Popocatepetl, en el Estado de Puebla. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 80 p.
- Aragón, S. M., B. C. Pérez-Torres, G. A. Aragón, D. Juárez- Ramón y V. A. Cuate-Mozo. 2014. Distribución de gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) asociadas al cultivo de amaranto en el estado de Puebla. En: Diversidad e Importancia Agrícola de Coleópteros Edafícolas. Aragón G. A. y J. F. Pérez-Domínguez (Eds.) 2014. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, México. pp. 77-86.
- Arce-Pérez, R. y M. A. Morón. 2000. Taxonomía y distribución de las especies de *Macrodactylus* Latreille (Coleoptera: Melolonthidae) en México y Estados Unidos de América. Acta Zool. Mex. (n.s) 79: 123-239.
- Barba, de la Rosa A P, J. Gueguen, O. Paredes-López and G. Viroben.1992. Fractionation procedures, electrophoretic characterization, an amino acid composition of amaranth seed proteins.J.Agric.Food Chem.40, 931-936.

- Barratt, B.I.P. 1982. Biology of the striped chafer, *Odontria striata* (Coleóptera: Scarabaeidae) II. Larval development. New Zealand J. Zool. 9: 267-278.
- Becker, R., E. L. Wheeler, K. Lorenz, A. E. Stafford, O. K. Grosjean, A. A. Betschart and R. M. Saunders. 1981. A composition study of amaranth grain. J. Food Sci. 46, 1175-1180.
- Bressani, R. y L. A. García-Vela. 1990. Protein fractions in amaranth grain and their chemical characterization. J. Agric. Food Chem. 38, 1205-1209.
- Boada, L. 1999. Influencia de la temperatura en la obtención de una bebida instantánea con amaranto (*Amaranthus cruentus*) a nivel de planta piloto. Trabajo Especial de Grado. Ingeniería de Alimentos. Universidad Simón Rodríguez. Venezuela. 142 p.
- Cai, Y Z, M. Sun, H. X. Wu, R. H. Huang and H. Corke. 1998. Characterization and quantification of betacyanin pigments from diverse *Amaranthus* species. J. Agric. Food Chem. 46, 2063-2070.
- Castro-Ramírez, A. E., Cruz-López J.A., Ramírez-Salinas C., Perales Rivera H. y Gómez J. A. 2003. Manejo de la "gallina ciega" (Coleoptera: Melolonthidae) con trampas de luz en Chiapas, México. En: Onore G., Reyes-Castillo P. y Zunino M. (Comp.). Escarabeidos de Latinoamérica: estado del conocimiento. Monografías Tercer Milenio Vol. 3, SEA, Zaragoza, España. pp. 81-86
- Castro-Ramírez, A. E., C. Ramírez-Salinas y C. Pacheco Flores. 2004. Guía ilustrada sobre "gallina ciega" en la Región Altos de Chiapas. El Colegio de la Frontera Sur. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México. 48 pp.
- Chacón, A. L., A. Aragón G. y M. A. Morón. 2013. Región del Iztaccíhuatl. Teotlalcingo. En: Fauna de escarabajos del estado de Puebla. Morón, M. A., G. A. Aragón y R. H. Carrillo (Eds.). Escarabajos Mesoamericanos A. C. Coatepec, Veracruz, México. pp.83-94

- Cruz, R. M., M. I. Martínez., J. López-Collado., M. Vargas-Mendoza., H. González-Hernández. y D. E. Platas-Rosado. 2012. Degradación del estiércol vacuno por escarabajos estercoleros en un pastizal tropical de Veracruz, México. *Revista Colombiana de Entomología*. 38 (1): 0120-0488
- Cuate-Mozo, V. A. (2008). Fauna de coleópteros lamellicornia en el municipio de Chautla de Tapia, Puebla, México. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 166 p.
- Cuate-Mozo, V. A., G. A. Aragón., B. C. Pérez- Torres., D. A. Vera-Cano., M. V. Pérez-Hernández. y P. E. Rodríguez. 2014. Fauna de coleópteros asociados a la zona agrícola de la localidad de San Jerónimo Coyula, Atlixco Puebla. En: *Diversidad e Importancia de Coleópteros Edafícolas*. Aragón G. A. y J. F. Pérez-Domínguez (Eds.). Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, México. pp. 113-123.
- De la Cruz, T. E y J. M. García A. 2002. Mejoramiento de Pseudocereales en el Instituto Nacional de Investigación Nuclear (ININ). México. *Contacto Nuclear*. 48:35-40.
- Endrödi, S. 1966. Monographie der Dynastinae (Coleoptera: Lamellicornia). I Teil. *Entomologische Abhandlungen Museum für Tierkunde, Dresden*, Bd. 33: 1-458
- Espitia, R. E. 1990. Situación actual y problemática del cultivo del amaranto en México. En: Trinidad, S. A., F. Gómez L. y G. Suárez R. (Compiladores). *El amaranto *Amaranthus* spp su cultivo y aprovechamiento*. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. pp. 101-109.
- FAO/WHO. 1991. Protein quality evaluation. Report of a join FAO/WHO expert consultation. FAO Food and Nutrition Paper n° 51, 66 pages. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.
- García-Martell, C. 1974. Primer catálogo de insectos fitófagos de México. *Fitófilo* 69: 1-175.



- García-Leaños, M. L. y A. Marín-Jarillo. 2010. Plagas del Suelo en Guanajuato. In: Rodríguez del Bosque L. A. y M. A. Morón. Plagas del Suelo. Mundi prensa México, S. A. de C.V. pp: 299-309
- Gibson, W. W. y J. L. Carrillo. 1959. Lista de insectos en la Colección Entomológica de la Oficina de Estudios Especiales, S. A. G. Folleto Misceláneo No. 9: 105-116.
- Harris, C. R. 1972. Factors influencing the effectiveness of soil insecticides. Ann. Rev. Entomol. 17: 177-198.
- Hernández-García, R. y G. Herreras G. 1998. "Amaranto, Historia y Promesa" Alternativas y Procesos de Participación Social A. C., en Setien, G. E (compilador) Tehuacán, Horizonte del Tiempo. Club Rotario Tehuacán Manantiales. Tehuacán, México. pp. 64-83.
- INEGI. 1987. Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática, Anuario Estadístico del Estado de Puebla. pp 2-5.
- INAFED. 2010. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal; Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. 121 p.
- Islas Gutiérrez, J. e Islas Gutiérrez, F. 2001. Rentabilidad de los cultivos de amaranto y maíz para grano en la zona central de México. Agricultura Técnica en México 27 (2). 143-151 p.
- Jackson, T. A. & J. F. Pearson. 1986. Control of grass grub, *Costelytra zealandica* (White) (Coleoptera: Scarabaeidae) by application of the bacteria *Serratia* spp. causing honey disease. Bull. ent. Res., 76: 69-76.
- Kaufman, C. 1992. Realizing the potential of grain amaranth. Food Rev Int. 8: 5-21.
- Levine, E. H. and H. Oloumi-Sadeghi. 1991. management of diabroticite rootworms in corn. Annu. Rev. Entomol. 36:229-225.

- Londoño, M. E. 1993. Posibilidades del control biológico en el manejo de la chisa (Coleoptera: Scarabaeoidea) para el Departamento de Antioquia. En: Miscelánea Sociedad Colombiana de Entomología, Colombia. No. 28. p. 85-100.
- López-Olguín, J. F. y A. Aragón. 1989. Efecto de plagas de la raíz, follaje y complejo sobre el rendimiento de maíz criollo blanco en la comunidad de Amatlán, Sierra Norte de Puebla. Ciclo de temporal de 1887. Memorias del XXIV Congreso. Nac. de Entomología. Soc. Mex. de Entomología. Oaxtepec, Mor. pp. 249-250.
- Lugo-García, G. A., L. D. Ortega-Arenas., G. A. Aragón., H. González-Hernández., J. Romero-Nápoles., A. Reyes-Olivas. y M. A. Morón. 2012. Especies de gallina ciega (Coleoptera: Scarabaeoidea) asociadas al cultivo de maíz en Ahome, Sinaloa, México. *Agrociencia*. 46(3): 307-320.
- Marín, J. A. 2001. Abundancia del complejo “gallina ciega” (Coleóptera: Melolonthidae) asociado al cultivo de maíz en el centro de México. *Agricultura Técnica de México*. 27 (2): 119-131.
- Martínez, E., O. Castellini y M. Añon. 2000. Common on molecular features among amaranth storage proteins. *J. Agric. Food. Chem.* 45(1): 3832-3839.
- Mayo, Z. B. 1986. Field evaluation of insecticides for control of larvae of corn rootworms. pp. 183-203. In: Krysan, J. L. and T. A. Miller (eds.), *Methods for the Study of Pest Diabrotica*. Springer-Verlag, New York.
- Metcalf, R. L. 1986. The ecology of insecticides and the chemical control of insects, pp. 251-297. *In: Ecological Theory and Integrated Pest Management Practice*. M. Kogan (ed.), Wiley, New York.
- Morón, M. A. 1983. Introducción a la biosistemática y ecología de los Coleópteros Melolonthidae edafícolas de México. EN: *II Mesa Redonda sobre Plagas del Suelo*. Sociedad Mexicana de Entomología. Chapingo, Estado de México. pp:1-14.

- Morón, M. A. 1984. Escarabajos; 200 millones de evolución. Publicación 14. México Instituto de Ecología. 137 p.
- Morón, M. A. 1986. El género *Phyllophaga* en México. Morfología, Distribución y Sistemática Supraespecífica (Insecta: Coleoptera). Publ. 20. Instituto de Ecología. México. 342 pp.
- Morón, M. A. 2001. Los Coleópteros Melolonthidae que habitan el suelo en México. Tópicos sobre Coleoptera de México. Navarrete-Heredia, J. L., H. E. Fierros-López y A. Burgos Solorio (Eds). Universidad de Guadalajara. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Guadalajara, México. Pp. 23-34.
- Morón, M. A. 2003. Atlas de los escarabajos de México. Coleoptera Lamellicornia. Vol. 2: Scarabaeidae, Trogidae, Passalidae y Lucanidae. Aragonia Editio. Barcelona. 227p.
- Morón, M. A. 2004. Escarabajos, 200 millones de años de evolución. Instituto de Ecología, A. C. Veracruz, México. 204 p.
- Morón, M. A. 2010. Diversidad y distribución del complejo gallina ciega (Coleoptera: Scarabaeoidea). In: Rodríguez del Bosque L. A., y M. A. Morón. Plagas del Suelo. Mundi prensa México, S. A. de C.V. pp. 41-64.
- Morón, M. A. 2013a. Introducción al conocimiento de los escarabajos de Puebla. en: Fauna de escarabajos del estado de Puebla. Morón M. A., G. A. Aragón y R. H. Carrillo (Eds.). Escarabajos Mesoamericanos, A.C. Coatepec, Veracruz, México. pp 1-27.
- Morón, M. A. y C. Deloya. 1991. Los Coleópteros Lamellicornios de la Reserva de la Biosfera "La Michilia", Durango, México. Fol. Ento. Mex. 81: 209-283.
- Morón, M. A. y Rojas-Gómez C. V. 2013. Listado comparativo de especies por regiones del estado de Puebla. en: Fauna de escarabajos del estado de Puebla. Morón M. A., G. A. Aragón y R. H. Carrillo (Eds.). Escarabajos Mesoamericanos, A.C. Coatepec, Veracruz, México. pp 409-416

- Morón, M. A. 2013b. Claves para identificar las especies de Coleoptera Scarabaeoidea del estado de Puebla. en Fauna de escarabajos del estado de Puebla. Morón M. A., G. A. Aragón y R. H. Carrillo (Eds.). Escarabajos Mesoamericanos, A.C. Coatepec, Veracruz, México. pp 417-467.
- Morón, M. A., B. C. Ratcliffe y C. Deloya. 1997. Atlas de los escarabajos de México. Coleoptera Lamellicornia. Vol. I. Familia Melolonthidae. CONABIO y SME. México. 280 p.
- Morón, M. A. y R. A. Terrón S. 1988. Entomología Práctica: Una guía para el estudio de los insectos con importancia agropecuaria, médica, forestal, y ecológica de México. Publicación 22. Instituto de Ecología, México. 504 p.
- Morón, M. A., S. Hernández-Rodríguez y A. Ramírez, 1996. El complejo “gallina ciega” (Coleoptera: Melolonthidae) asociado con la caña de azúcar Nayarit, México. Folia Entomológica Mexicana 98: 1-14.
- Mujica, A. y S. E. Jacobsen. 1999. Recursos genéticos, etnobotánica y distribución del amaranto (*Amaranthus caudatus* L., *A. cruentus* L. y *A. hypochondriacus* L.). In: Libro de Resúmenes (eds.) Jacobsen, S. E. y A. Valdez, Primer Taller internacional sobre Quinoa-Recursos Genéticos y Sistemas de Producción. UNALM, Lima, Perú. 131 pp.
- Omami, E. N., Hammes, P. S. y Robbertse, P. J. 2006. Differences in salinity tolerance for growth and water-use efficiency in some amaranth (*Amaranthus* spp.) genotypes. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 34(1), 11-22.
- Ortega, D. E. 2009. El amaranto pequeñas semillas con fuerzas colosales. Informaciones Madeleine., proyecto El Pan Alegre, Universidad. Habana. 12 p.
- Perea, C. Y. 2010. Entomofauna asociada al cultivo del amaranto *Amaranthus hypochondriacus* L. en la zona agrícola de San Salvador el Verde Puebla. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 39 p

- Pérez, D. J. F. y R. Álvarez-Zagoya. 2003. Influencia de factores ambientales sobre el desarrollo y la fluctuación poblacional de gallina ciega (*Phyllophaga* spp. y *Cyclocephala*) (Coleoptera: Melolonthidae) y gusano alfilerillo *Diabritica virgifera zae* (Coleoptera: Chrysomelidae) en el centro de Jalisco. En: Estudios sobre coleópteros del suelo en América. Aragón, G. A., M. A. Morón y A. Marín (eds.). Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. pp. 231-249.
- Pérez-Torres, B. C., G. A. Aragón, A. M. Tapia y J. F. López Olguín. 2005. Plaga de importancia económica en el sistema radicular del cultivo de amaranto y su control, Memorias del Tercer encuentro de Transferencia y Tecnología Agropecuaria y Agroindustrial en el Estado de Puebla. En la región Mixteca del Estado de Puebla Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Puebla. Fundación PRODUCE Puebla, A. C. Pue., México. (CD).
- Pérez-Torres, B. C., G. A. Aragón, A. R. Pérez, L. R. Hernández, y J. F. López Olguín. 2011. Estudio entomofaunístico del cultivo de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) en Puebla México. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 2(3), 359-371.
- Pola, J. R., J. Spetter y K. Lorez. 2007. El resurgimiento de un cultivo ancestral: amaranto. LEISA. Revista de Agroecología. Lima, Perú. pp. 19-21.
- Ramírez-Salinas, C. y A. E. Castro-Ramírez. 2006. Ciclo de vida de dos especies rizófagas de "gallina ciega" (Coleoptera: Melolonthidae) de Los Altos de Chiapas. En: A. E. Castro-Ramírez, M. A. Morón y A. Aragón-García (eds.), Diversidad, Importancia y Manejo de Escarabajos Edafícolas. ECOSUR, Fundación PRODUCE Chiapas, BUAP. Puebla, México. pp. 37-48.
- Ramírez-Salinas, C., M. A. Morón., y A. E. Castro-Ramírez. 2000. Descripción de los estados inmaduros de seis especies de *Phyllophaga* (Coleoptera: Melolonthidae: Melolonthinae) de la región Altos de Chiapas, México. Folia Entomológica Mexicana, 109: 73-106.

- Reyna, T. T. 1990. Requerimientos climáticos para el cultivo de Amaranto (*Amaranthus* sp.) en México. En Investigaciones recientes sobre amaranto, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 101 P.
- Ritcher, P. O. 1958. Biology of Scarabaeidae. In: Ann. Rev. Of Ent. No 3: 331-334.
- Ritcher, P. O. 1966. White grubs and their allies. Oregon State University Press, Corvallis. 219 p.
- Rodríguez del Bosque, L. A. 1998. A sixteen-year study on the bivoltinism of *Anomala flavipennis* (Coleoptera: Scarabaeidae) in México. Environ. Entomol. 27:248-252.
- Rodríguez del Bosque, L. A. 1996. Pupation and adult longevity of *Phyllophaga crinita*, *Anomala flavipennis* and *A. foraminosa* (Coleoptera: Scarabaeidae). Southwest. Entomol. 21:55-58.
- Rodríguez del Bosque, L. A. 2003. Estrategias de *Phyllophaga crinita* y *Anomala flavipennis* (Coleoptera: Scarabaeidae) para coexistir en agroecosistemas del noreste de México: un modelo conceptual. En A. Aragón, M. A. Morón y A. Marín (Eds.), Estudios sobre Coleópteros del suelo en América. Publicación Especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México. pp. 167-177.
- Rodríguez del Bosque, L. A., J. Loera-Gallardo y J. F. Pérez- Domínguez. 2010. Control Químico. In: Rodríguez del Bosque L. A. y M. A. Morón. Plagas del Suelo: Mundi prensa México, S. A. de C.V. pp197-214.
- Rodríguez, H., C. y P. C. Aguilar. 1998. Alternativas biorracionales en el manejo de la "gallina ciega", Colegio de Posgraduados-Instituto de Fitosanidad. Avances en la Investigación. Montecillo, Estado de México, México. 130 p.

- Rodríguez, V. S. Y. 2008. Diagnóstico de las especies de “gallina ciega” (Coleoptera: Melolonthidae) asociadas al cultivo del amaranto en el Valle de Tehuacán, Puebla-Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 49 p
- Romero-López, A. A., Morón, M. A., Aragón, A., & Villalobos, F. J. 2010. La “gallina ciega” (Coleoptera: Scarabaeoidea: Melolonthidae) vista como un “ingeniero del suelo”. *Southwestern Entomologist*, 35(3): 331-343.
- Rozas, M. E. 1999. Catastro de conflictos ambientales por plaguicidas Bolivia – Perú – Chile. Santiago de Chile: Observatorio Latinoamericano de Conflictos Ambientales 229 p.
- Sánchez, M. A. 1990. Perspectivas biotecnológicas del sistema amaranto. En: Trinidad, S. A., F. Gómez L. y G. Suárez R. (compiladores). *El amaranto Amaranthus spp. su cultivo y aprovechamiento*. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. pp. 554-574.
- Salas, A. D. M. y Boradonenko A. 2006. Insectos Asociados al Amaranto *Amaranthus hypochondriacus* L. (Amaranthaceae) en Irapuato Guanajuato, México. *Acta Universitaria*. Universidad de Guanajuato. Guanajuato, México 16 (001) 50-55
- Sauer, J. D. 1967. The grain amaranths and their relatives: a revised taxonomie and geography survey. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 54: 103-137.
- Serapio-Jerónimo, M. A., R. Guzmán-Mendoza., M. C. Herrera-Fuentes. y M. J. Orendain. 2014. Ciclo de vida y comportamiento de *Macroductylus nigripes* Bates, 1887 (Coleoptera:Melolonthidae) en Ixtlahuaca, México. *Entomología Mexicana*. 1: 710-714.
- Stallknecht, G. F. and Schulz-Schaeffer J R. 1993. Amaranth rediscovered en Janick J, Simon J E (Eds.) *New crops*, 211-218. Willey, New York.

- Taboada, S. M., R. Oliver G., A. E, Granjeno, C y M. E. Bahena, G. 1999. Amaranto: Un cultivo altamente sustentable en el Estado de Morelos. Fundación Produce, A. C y centro de investigaciones biológicas, UAEM. Cuernavaca, Mor. pp. 2-9.
- Torres, G., A. Santos T., T. Trujillo R., H. Juárez C., N. Martínez B. y L. F. González D. 2004. Barrenación del tallo de amaranto por *Hypolixus truncatulus* (Coleóptara: curculiónidae) y *Amauromyza abnormalis* (Diptera: Agromyzadae). Acta Zoológica Mexicana (nueva serie), 20(1): 131-140.
- Velazco, L. M. 1 y Heyden. D. 1984. El uso y la presentación del amaranto en la época prehispánica según las fuentes históricas y pictóricas. Memorias del primer Seminario de amaranto. Chapingo. México. pp. 205-255.
- Villalobos, F. J. 1999. The sustainable management of White grubs (Coleoptera: Melolonthidae) pest of corn in “Cielo” Biosphere Reserve, Tamaulipas, México. J. Of Sustainable Sgriculture, 14 (1): 5- 29.
- Villalobos-Hernández, F. J. y M. E. Núñez-Valdez. 2010. Manejo Sustentable. In: Rodríguez del Bosque L. A. y M. A. Morón. Plagas del Suelo. Mundi prensa México, S. A. de C.V. pp.215-236.
- Wilson, R. L y D. L. Olson. (1990) Tarnished plant bug, *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois) (Hemiptera:Miridae) oviposition site preference on three growth stages of a grain amaranth, *Amaranthus cruentus* L. J. Kansas Ent. Soc. 63(1): 88-91.
- Yanez-Gómez, G y M. A. Morón. 2010. Fauna de coleópteros Scarabaeoidea de Santo Domingo Huehuetlán, Puebla, México. Su potencial como indicadores ecológicos. Acta Zool. Méx. 26 (1): 123-145.
- Zheleznov, A. V., Solonenko L. P. and Zheleznova N B.1997.Seed proteins of the wild and the cultivated *Amaranthus* species. Euphytica 97: 177-182.