



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ENTOMOFAUNA ASOCIADA AL CULTIVO DE MAÍZ
***Zea mays* L EN QUEBRANTADERO, MORELOS**

Tesis que para obtener el título de
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA:
ELÍAS MENDOZA PONCE

DIRECTOR: DR . AGUSTÍN ARAGÓN GARCÍA



Octubre, 2024

“With great power comes great responsibility”



Spodoptera frugiperda

Agradecimientos

Al Dr. Agustín Aragón García quien me guió y motivó a lo largo de este camino, por su valiosa orientación, paciencia, tiempo, amistad y dedicación para concluir con éxito este trabajo.

Al Dr. Ángel Alonso Romero y Dr. Gonzalo Yanes por acceder a revisar mi trabajo y aportar sus valiosas observaciones.

A la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y a la Facultad de Ciencias Biológicas.

Al Centro de Agroecología del Instituto de Ciencias BUAP dónde realicé mi investigación.

Al Laboratorio de Diagnóstico y Sistemática de insectos: Mariel, Miriam, Scarlet, Lima, Abi, Max, Pame, Poncho, Maria y a la Dra. Cecy quienes estuvieron apoyándome y motivándome en todo momento.

A todas las personas que conocí a lo largo de estos años, por amistad, colaboración, motivación y que de alguna manera me ayudaron a llegar hasta aquí.

A mi familia y seres queridos por su apoyo emocional, apoyo, comprensión y distracción en momentos de estrés.

Al Sr. Pedro García por todas las facilidades prestadas para realizar este trabajo.

A todos aquellos que de alguna manera contribuyeron a la realización de este trabajo.

A Dios; que, aunque no creo, le temo.

“At last but not least, I wanna thank me...”

Dedicatoria

A mis padres y mis hermanas, por su amor y apoyo incondicional, sin ellos nada de esto hubiera sido posible; este logro también es suyo.

A mí asesor de tesis, el Dr. Agustín Aragón García, por su guía y sabiduría, gracias por ayudarme a crecer.

A mis amigos y colegas quienes estuvieron presentes a lo largo de este camino.

A la vida por ofrecerme esta oportunidad de crecimiento y aprendizaje.

“Al final todo estará bien, y sí no está bien no hemos llegado al final”

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	4
2.1 Importancia del maíz	4
2.2 Origen y distribución.....	5
2.3 Morfología y taxonomía	5
2.4 Entomofauna y daños al cultivo de maíz	7
2.4.1 Insectos benéficos.....	8
2.4.2 Insectos plaga	9
2.4.3 Daños por plagas en el maíz	10
III. JUSTIFICACIÓN	13
IV. OBJETIVOS	14
4.1 General.....	14
4.2 Particulares	14
V. HIPÓTESIS.....	15
VI. METODOLOGÍA	15
6.1 Zona de estudio	15
6.2 Selección de la parcela representativa.	16
6.3 Entomofauna del suelo	17
6.4 Entomofauna del cultivo.....	18
6.4.1 Follaje	18
6.4.2 Fruto	20
6.4.3 Tallo	20
6.5 Conocimiento de los hábitos de las especies más frecuentes	20
6.6 Porcentaje de infestación	20
6.7 Fluctuación poblacional	21
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
7.2 Insectos benéficos	25
7.3 Insectos dañinos	26
7.4 Porcentaje de infestación	28
7.5 Diagnóstico de plagas.....	30
7.6 Fluctuación poblacional	32
VIII. CONCLUSIONES.....	36

RESUMEN

Zea mays es considerado como uno de los granos más importantes a nivel mundial y a su vez uno de los alimentos básicos en América Latina. México es catalogado como uno de los principales consumidores de este grano y destina parte considerable de la superficie del país a la producción de dicho cultivo.

El maíz al igual que muchos otros cultivos guarda relación con diversos órdenes de insectos que interactúan en la parcela donde se cultiva este grano, siendo Homoptera, Diptera, Coleoptera, Hemiptera e Hymenoptera de los más relevantes. En algunas ocasiones, estos actúan como insectos benéficos para el desarrollo de *Z. mays*. Sin embargo, una de las problemáticas a las que se enfrentan los productores de maíz es el bajo rendimiento causado por la presencia de insectos plaga, siendo *Spodoptera frugiperda* Smith & Abbott una de las más importantes.

En muchas zonas agrícolas se hace uso de productos sintéticos para el tratamiento de estas plagas trayendo consigo más daños que beneficios, de ahí que, recurrir a métodos alternativos es de suma importancia y uno de los primeros pasos es realizar un diagnóstico de la entomofauna asociada al maíz.

En el poblado de Quebrantadero, Morelos se carece de información acerca de la entomofauna asociada al cultivo de maíz y siendo una localidad que destina una superficie considerable a la producción de este cultivo, es fundamental realizar un primer diagnóstico de los insectos presentes.

Se encontraron un total de 8 órdenes, 31 familias, 38 géneros y 14 especies de insectos presentes, siendo los órdenes más representados Coleoptera y Diptera; en menor medida los órdenes Dermaptera, Dictioptera y Neuroptera.

Siete de las especies encontradas se catalogaron como benéficas, siendo *Doru taeniatum*, *Aphidus* sp, *Asapphes* sp, *Plebeia* sp, *Cycloneda sanguinea*, *Hippodamia convergens* y *Chrysoperla* spp; mientras que 16 son consideradas como plagas, incluyendo géneros no identificados hasta especie; siendo *S.*

frugiperda la de mayor importancia y es la especie sobre la cual se tienen que buscar medidas encaminadas a su control.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*) es catalogado como el tercer cultivo con mayor importancia en todo el mundo debido a su amplia adaptación a diversas condiciones, considerado como uno de los alimentos básicos en América Latina (Ortigoza *et al.*, 2019).

La región de Mesoamérica que comprende desde Nayarit y Veracruz hasta Nicaragua es considerada como un centro de origen de la agricultura y diversidad de más de 255 especies vegetales, con respecto a la domesticación y diversificación del maíz se presentan dos teorías: a) La que propone que el maíz tuvo un origen multicéntrico hace 8000 años y b) la teoría del evento único de domesticación misma que propones que las poblaciones de teocintle localizadas en el centro de la cuenca del Balsas dieron origen al maíz (Kato *et al.*, 2009).

El maíz es uno de los granos más antiguos y pertenece a la familia de las Poáceas (Gramíneas), siendo la única especie cultiva de su género, relacionada con especies salvajes como el teocintle (Acosta, 2009). Es una planta anual que puede alcanzar hasta 5 metros de altura (Ortigoza *et al.*, 2019) con hojas alternas a lo largo del tallo y raíces fibrosas, es una planta monoica con flores unisexuales cuyas inflorescencias femeninas se encuentran en las yemas axilares. Cada grano en la mazorca es un fruto independiente conocido como cariósipide (Kato *et al.*, 2009).

México está consolidado como el principal consumidor de maíz a nivel mundial, sin embargo, solo aporta el 18% del valor de producción del sector agrícola y concentra el 33% de la superficie sembrada en el territorio nacional. El 8% de la producción nacional corresponde al maíz amarillo del cual México importa entre 7 y 10 millones de toneladas, a nivel internacional el país ocupa el segundo lugar con mayor volumen de importaciones del grano (Venegas, 2016).

El manejo del cultivo comprende las prácticas culturales desde la preparación del suelo, seleccionar las semillas, siembra, limpieza y fertilización además de otras que afectan directa o indirectamente en el rendimiento (Damián *et al.*, 2010).

En México coexisten dos modelos tecnológicos para la siembra del maíz, el convencional y el agroecológico; el primero de ellos se caracteriza porque la tecnología utilizada responde a condiciones de la agricultura comercial, misma que ha sido generada y recomendada por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestal, Agrícola y Pecuaria. Por otro lado, el manejo agroecológico deriva del conocimiento campesino y se refiere a las innovaciones y prácticas de comunidades indígenas aplicadas en el campo (Damián *et al.*, 2010).

Pese a esto, una de las principales problemáticas respecto al cultivo de maíz es el bajo rendimiento causado por diversos factores entre ellos la baja fertilidad del suelo resultado de prácticas agrícolas inadecuadas. Otra de las problemáticas es la falta de semillas de buena calidad, presencia de plagas, mal uso de plaguicidas y condiciones climáticas impredecibles (Ortigoza *et al.*, 2019).

A nivel mundial el cultivo de maíz es afectado por insectos que provocan daños ocasionando pérdidas ya sea en las plantas o en los granos almacenados, entre las principales están *Diatrea saccharalis* Fabricius, *Mocis latipes* Guenée, *Sesamia nonagriodes* Lefebvre, *Ostrinia nubialis* Hubner, *Helicoverpa armígera*, *Hylemya platura* Meigen, *Nicentrus testaceipes* Champion, *Mythimna unipuncta* Haworth, *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte, *Chaetocnema pulicaria* F. E. Melsheimer, *Diplodia maydis* Berk, *Agrotis ipsilon* Hufnagel, *Macroductylus* spp, *Melanoplus* spp, *Schistocerca* spp, *Sphenarium* spp, *Elasmopalpus angustellus* Blanchard y *Melanotus* spp (Estrada, 2022).

En cuanto insectos plaga que atacan el cultivo de maíz en el país se encuentran *Spodoptera frugiperda* Smith, *Spodoptera exigua* Hübner, *Helicoverpa zea* Boddie, *Euxesta stigmatias* Loew, *Eumecosomyia nubila* Wiedemann, *Chaetopsis massyla* Walker, *Rhopalosiphum maidis* Fitch y *Frankliniella occidentalis* Pergande (García *et al.*, 2012).

Las plagas presentes en el cultivo de maíz pueden clasificarse de acuerdo con los daños que ocasionan, como el caso de los gusanos de tierra *Feltia experta* Walker y *Copitarsia turbata* Herrich-Schäffer que ocasionan daños en raíces,

Diabrotica decempunctata Latreille, *Diabrotica viridula* Fabricius y *Diabrotica sicuanica* que son masticadores de hojas, *Peregrinus maidis* Ashmead picador chupador de la planta (García, 2013).

Para el control de estas plagas se emplean en su mayoría insecticidas químicos de amplio espectro, mismos que tienen efectos negativos tanto en los organismos como en el ambiente, además de las notables repercusiones en la salud humana ocasionando padecimientos que van desde intoxicaciones agudas, cáncer, daños celulares y en el ADN, hasta la intoxicación de la demás fauna (García *et al.*, 2012).

El control biológico es considerado como una alternativa viable y segura para el ambiente pues se basa en utilizar organismos vivos sobre aquellos catalogados como plagas; de entre los utilizados con efectos positivos destacan las bacterias entomopatógenas como *Bacillus thuringiensis*, hongos entomopatógenos como *Metharhizium anisopliae* y en cuanto a insectos depredadores destacan las familias Coccinellidae, Chrysopidae y Syrphidae como reguladores de poblaciones (Hernández *et al.*, 2019).

II. ANTECEDENTES

2.1 Importancia del maíz

Desde un punto de vista alimenticio, político, económico e inclusive social, el maíz es el cultivo con más importancia en el país. Por ejemplo, el consumo de maíz en México es 10 veces mayor en comparación con los Estados Unidos de América, dicho cereal cubre más de la mitad de la superficie agrícola destinada en zonas subhúmeda tropical, templada húmeda y subhúmeda (Fernández *et al.*, 2013).

Los mismos autores citan que de la superficie total destinada a sembrar con maíz, la mayor parte es ocupada por maíz de temporal; más de la mitad de la producción nacional de maíz proviene de este sistema, el cual a su vez es de subsistencia dado a que contribuye en la seguridad alimentaria de las zonas rurales, es en dicho sistema donde los maíces de mayor interés se seleccionan, producen, conservan, diversifican y domestican de acuerdo con las necesidades de la población. Por otro lado, están los maíces mejorados que satisfacen las necesidades de la agroindustria del maíz y representan solo un 20% de la superficie destinada, mismos que se producen en el noreste de México donde se registra un uso notable de agroquímicos

Existen testimonios culinarios del maíz que permiten conocer que se trataba de uno de los componentes clave en la dieta mesoamericana desde el Preclásico Medio (1200-400 a.C.). Algunos de los usos en la época prehispánica eran la producción de harinas, pinole y granos reventados con calor o lo que hoy se conoce como palomitas de maíz; respecto a la tortilla se sabe que no era tan conocida al principio y hoy en día es considerada como la base de la supervivencia del pueblo mexicano desde hace más de 3500 años (Fernández *et al.*, 2013).

2.2 Origen y distribución

Zea mays comúnmente conocido como maíz es un grano que pertenece a las gramíneas, grupo que se originó hace 55-70 millones de años y que posteriormente se diversificó para incluir las principales especies de cereales además de aproximadamente 10000 parientes no domesticados. Los parientes salvajes más cercanos de *Z. mays* son los teocintles, gramíneas anuales y perenes del género *Zea* originarias de México y América central (Strable y Scanton, 2009).

El mismo autor cita que Estudios genéticos han identificado a *Z. mays* spp. *pariglumis* como el ancestro directo del maíz moderno y se estima que se diversificó de su ancestro teocintle hace 6000 y 9000 años, se postula un solo evento de domesticación que pudo ocurrir en la región central del río Balsas, en el sur de México. La subsiguiente diversificación tuvo lugar en el altiplano mexicano entre las provincias de Oaxaca y Jalisco; la dispersión del maíz procedió a lo largo de dos rutas comerciales principales: la primera que se extiende desde el noreste de México a través del sureste hacia el este de los Estados Unidos y Canadá y una ruta austral que va desde las tierras bajas del suroeste de México hasta Guatemala, el Caribe y América del Sur.

2.3 Morfología y taxonomía

El maíz es una planta monocotiledónea anual de gran altura, de sistema radicular fibroso. Las yemas laterales en la axila de la hoja formarán la inflorescencia femenina (mazorca) cubierta por hojas, las mazorcas son espigas de forma cilíndrica con un raquis central donde se insertan las espiguillas por pares y en cada una de estas dos flores en hileras paralelas. Las hojas que se desprenden de los nudos son alternas, lanceoladas y acuminadas con pequeñas lígulas; los entrenudos y yemas florales están cubiertos por una vaina. La parte superior de la planta está compuesta de una espiga central con algunas ramificaciones laterales de donde se producen los granos de polen (Sánchez 2014).

El sistema radicular presenta raíces adventicias que constituyen aproximadamente el 52% de la planta además de funcionar como sistema de fijación y absorción. El tallo es simple, erecto y puede alcanzar alturas de hasta 2 y 6 metros de altura con numerosos nudos y entrenudos, presenta estructuras denominadas fitómetro compuesta por el meristemo apical, profilo, hojas y entrenudos (Sánchez 2014).

La clasificación taxonómica del maíz de acuerdo con Sánchez (2014) es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Subfamilia: Panicoideae

Tribu: Andropogoneae

Género: *Zea*

Especie: *Zea mays* L.

2.4 Entomofauna y daños al cultivo de maíz

Los insectos son catalogados como el grupo más diverso de entre todos los seres vivos que habitan el planeta Tierra. Están presentes en todos los ambientes terrestres, dulceacuícolas y costeros (Zumbado y Azofeifa, 2018).

Silva *et al* (2003) reportan la riqueza y abundancia de distintos grupos de insectos asociados al cultivo de maíz de temporal en Chiapas, México, encontrando 10943 individuos, pertenecientes a 12 órdenes y 101 familias siendo las más abundantes Curculionidae y Chrysomelidae catalogadas como fitófagas.

Hernández *et al* (2007) realizaron un estudio en cinco sistemas de producción de maíz en el municipio de Villacorzo, Chiapas, encontrando 8589 ejemplares agrupados en 8 órdenes y 87 familias de los cuales 4295 se catalogaron como fitófagos donde destacan Homoptera, Diptera y Coleoptera; por otro lado se catalogaron 4294 ejemplares como benéficos donde los más abundantes fueron Hemiptera, Coleoptera e Hymenoptera, a su vez reportan la presencia de 2916 ejemplares polinizadores siendo Hymenoptera y Diptera los órdenes con mayor abundancia.

Mirabal *et al* (2016) mencionan la presencia de nueve órdenes, 24 familias, 33 géneros y 35 especies en el cultivo de maíz, mismas que se agruparon en fitófagas, depredadoras, parasitoides y polinizadores, donde la mayor riqueza de especies se encontró en los órdenes Hymenoptera, Coleóptera, Díptera y Hemíptera.

Ávila *et al* (2023) reportan 38 especies de insectos entomófagos en un estudio realizaron en la Comarca Lagunera, Coahuila; siendo los más comunes *Bariscapus* sp., *Orius leavigatus*, *Tetrastichus* sp., *Hippodamia convergens*, *Chrysoperla* sp., y *Collops vittatus*, además de 26 especies de insectos fitófagos donde destacan *Chaetocnema ectypa*, *Diabrotica balteata*, *Rhopalosiphum maidis*, y *Dalbulus maidis*.

2.4.1 Insectos benéficos

Del más de un millón de especies de insectos distribuidas alrededor del mundo, se estima que solo el 3% se comporta como plaga y el 97% está integrado por fauna auxiliar, de la cual el 35% está representado por enemigos naturales de plagas. Entre ellos están los insectos depredadores que matan a sus presas para alimentarse de ellas. Los insectos utilizados con resultados positivos para disminuir las poblaciones de insectos plagas han sido larvas de la mosca *Aphidoletes aphidimyza* para el control de pulgones, especies del género *Orius* (Anthocoridae) que se alimentan de trips, larvas de díptero *Episurphus balteatus* (Syrphidae) depredador de pulgones, catarinas *Stethorus punctillum* y *Coccinella septempunctata* (Coccinellidae) depredadores de ácaros y pulgones respectivamente, y adultos de crisopa *Chrysoperla* spp (Chrysopidae) para el control de pulgones, ácaros y moscas blancas (Nájera y Souza, 2010).

Hernández-Trejo *et al* (2018) reportan diversos insectos que destacan por su actividad en contra de *Spodoptera frugiperda* como las avispas parasitoides de las familias Braconidae, Ichneumonidae, Tachinidae y Eulophidae, además de los géneros *Meteorus* y *Euplectus* que incluyen especies parasíticas, de igual manera reportan que las especies *Aphidus testaceipes* y *Cotesia marginicentris* son enemigos naturales de insectos plaga en el cultivo de maíz. Además, reportan la actividad de *Coleomegilla maculata* como depredador de huevos de *S. frugiperda*; mencionando también la actividad de *Cycloneda sanguínea*, *Hippodamia convergens* y *Chrysoperla* spp.

Hernández *et al* (2019) citan diversos ejemplos de insectos benéficos que son empleados como agentes de control biológico con la finalidad de disminuir las poblaciones de insectos plaga, tal es el caso de las avispas del género *Spalangia* parasitoides de *Euxesta stigmatias*, también citan a *Chelonus insularis* y *Meteorus* sp. parásitos de *S. frugiperda*, además de *Campoletis sonorensis* y *Trichogramma* sp. empleadas en el control biológico de lepidópteros.

Nájera y Souza (2010) mencionan que existen diversos insectos empleados en la agricultura con resultados positivos como es el caso de *Aphidoletes aphidimyza* en el control de pulgones, *Orius* sp depredadora de trips, *Stethorus punctillum* y *Coccinella septempunctata* depredadores de ácaros y pulgones respectivamente. De igual manera reportan insectos ectoparasitoides como *Diglyphus* sp parásito de *Liriomyza* sp y *Cotesia flavipes* parasitoide de *Diatrea saccharalis*.

2.4.2 Insectos plaga

Los insectos plaga son una de las principales limitantes en la producción del cultivo de maíz, por lo cual provocan un daño severo en el desarrollo de la planta y por ende reducen el rendimiento del cultivo. La incidencia de los insectos plaga y el daño ocasionado se debe a diversos factores como las condiciones ambientales, fenología del cultivo y hábitos de las plagas; de igual manera se reporta que el maíz es dañado por más de 70 especies de insectos plaga los cuales son sumamente diversos en cuanto a la forma, tamaño, forma y preferencia de cultivos (Hernández *et al.*, 2019).

Jiménez (2009) comenta que las plagas se pueden clasificar de acuerdo con su comportamiento en tres categorías; plagas clave como las de mayor importancia para el productor y que ocasionan pérdidas considerables en producción y costos de manejo, plagas ocasionales que, aunque provocan pérdidas solo se presentan ocasionalmente y plagas secundarias que, aunque están presentes, las pérdidas que ocasionan no son significativas y dependen de la plaga primaria para ocasionar daño.

De acuerdo con SAGARPA (2015) dentro de las plagas que atacan cultivos de maíz están aquellas que atacan la raíz entre los que destacan la gallina ciega (*Phyllophaga* spp., *Anomala* sp. y *Cyclocephala* sp.), gusano alfilerillo (*Diabrotica* spp.) y el gusano de alambre (*Elodes* spp. y *Melanotus* spp.) mismos que causan una merma de 940 kilogramos por hectárea.

Deras (2020) cita que los denominados gusanos cortador, soldado, elotero, barrenador son aquellos que más daño causan; seguido de los escarabajos además de insectos que actúan como vectores de virus, micoplasmas, bacterias y hongos que pueden provocar la pérdida completa del cultivo.

Rodríguez del Bosque y Arredondo-Bernal (2007) citan que los cultivos del sureste del país son atacados por diversas especies de artrópodos plaga, dentro de las cuales se encuentran los órdenes Hemiptera, Lepidoptera, Coleoptera, Diptera, Thysanoptera y Orthoptera, además durante 1970 y 1990 se tiene registro de invasiones de *Hypothenemus hampei*, *Apis mellifera scutellata* y *Myndus crudus*.

Selfa y Aneto (1997) citan que la clase Hexapoda incluye el mayor número de especies catalogadas como plagas que pueden ocasionar daños en su fase juvenil y adulta. De entre ellos, las especies del orden Orthoptera que provocan la destrucción de raíces, semillas y tubérculos y defoliación, de Thysanoptera que succionan los jugos vegetales provocando deformación de hojas, caída prematura de hojas y flores, deformación de frutos, incluso transmisión de virosis, de Hemiptera que punza los tejidos y chupan savia vegetal produciendo necrosis y transmisión de virosis, de Coleoptera donde el daño es provocado principalmente por las fases larvales y de Lepidoptera donde las larvas provocan el mayor daño, pues pueden defoliar, barrenar o perforar plantas.

2.4.3 Daños por plagas en el maíz

El maíz es considerado como uno de los principales granos en México, ya que la población del país depende en gran medida de este cereal para la alimentación. Sin embargo, al igual que otros cultivos está sujeto al decremento en las cosechas debido a que las parcelas están expuestas a diversas condiciones climáticas, edáficas, hidrológicas, sin dejar de lado la susceptibilidad a plagas y fitopatógenos (Escalante *et al.*, 2021).

El mismo autor cita que los insectos del orden Lepidoptera están catalogados como las plagas de mayor importancia pues afectan el desarrollo y rendimiento de la planta de maíz, de entre ellos destaca *S. frugiperda*.

De acuerdo con García-Lara y Bergvinson (2007) los factores abióticos como la infertilidad del suelo y los factores bióticos como los insectos son responsables de pérdidas que van desde el 70 al 95% en la cosecha cuando las condiciones de cultivo y almacenamiento son deficientes; de igual manera las plagas causan pérdidas superiores al 10% durante la producción y de 10 a 20% en la postcosecha.

Savidan y Bergvinson (2000) citan diversas plagas de insectos que ocasionan pérdidas postcosecha en México, dentro de las cuales están *Sitophilus zeamais* en regiones tropicales y subtropicales, *Prostephanus truncatus* en regiones de transición y altas, *Sitotroga cerealella* en regiones templadas y altas. También agregan plagas secundarias de menor frecuencia como *Plodia interpunctella*, *Tribolium castaneum*, *Rhyzopeta dominica*, *Cathartus quadriollis*, *Cryptolestes ferrugineus*, entre otras.

Flores y Juárez (2010) contribuyeron al conocimiento de plagas en el cultivo de maíz incluyendo desde las de aparición temprana y aparición tardía; de entre ellos destacan el gusano blanco cuya incidencia está asociada a la siembra directa, la oruga cortadora (Lepidoptera: Noctuidae) que ocasiona daño considerable en la etapa de emergencia, las larvas de barrenador del maíz (*Elasmopalpus lignosellus*) efectúan galerías en el cultivo joven destruyendo de 3 a 5 plántulas por oruga, los primeros estadios larvales del Barrenador de caña (*Diatrea saccharalis*) se alimentan en las hojas envainadas de las plantas para después trasladarse a la base donde se introducen y barrenan el tallo.

Segura (1990) enlista diversas especies de insectos catalogadas como plagas para el cultivo de maíz, siendo *S. frugiperda* una de las más importantes causando destrozos durante todo el desarrollo de la planta, agregando también la actividad de *Agrotis ipsilon*, *Spodoptera ornithogally* y *Spodoptera sunia*.

Hernández-Trejo *et al* (2018) comentan que el cultivo de maíz presenta diversos problemas fitosanitarios en su producción, siendo las plagas uno de los principales, además aseguran que hay más de 80 especies plagas en el cultivo de maíz mientras que 50 especies se consideran ocasionales, enlistando también las especies *S. frugiperda*, *A. ipsilon*, *H. zea*, *E. stigma* y *S. exigua*.

Bolaños *et al* (2001) reportan diversas especies de insectos plaga en el cultivo de *Z. mays* siendo las más perjudiciales *S. frugiperda* y *P. unipuncta* que dañaron un 95% del cultivo analizado en Chapingo, México.

Ávila *et al* (2014) aportaron al conocimiento del cultivo de maíz generando un listado de los principales insectos plaga, de donde destacan *Agrotis ipsilon*, *A. malefida*, *Euxoa auxiliaris*, *Peridroma saucia*, *Feltia subterranea*, *S. ornithogalli* y *S. praefica* apareciendo en las primeras semanas de emergencia; *Elasmopalpus lignosellus* plaga secundaria en siembras tardías y de verano; *Caliothrips phaseoli* en cultivos de primavera; *Chaetocnema ectypa* que se presentan al inicio del desarrollo de la plántula; *Dalbulus maydis* responsable de causar el “achaparramiento del maíz”, *Euxesta stigmatias*, *Chaetopsis massyla* y *Eumecosomyia nubila* que son capaces de provocar pérdidas en la producción de hasta 95%.

III. JUSTIFICACIÓN

El maíz tiene un papel importante en la República Mexicana, su importancia radica principalmente en su valor alimentario, económico y cultural. Sin embargo, al igual que otros cultivos es susceptible a diversas plagas de importancia agrícola.

Igual que en muchas zonas agrícolas, los agricultores recurren al control químico de plagas, una práctica que conlleva a más daños que beneficios, pues la aplicación constante de insecticidas ocasiona resistencia en los insectos que además daña el medio ambiente, afecta cuerpos de agua y tiene consecuencias directas en la salud humana. Es por lo que surge la necesidad de recurrir a métodos alternativos que minimicen estos impactos, siendo el primer paso realizar un diagnóstico de la entomofauna asociada al cultivo de maíz y con base en estos resultados buscar medidas encaminadas al manejo de las plagas, evitando el uso indiscriminado de los pesticidas.

La entomofauna relacionada con el maíz desempeña un papel importante en la salud y el rendimiento de los cultivos, el conocimiento de las plagas comprender mejor las interacciones ecológicas y los posibles daños ocasionados, además nos brinda información para desarrollar estrategias de control efectivas para minimizar las pérdidas económicas.

Sin embargo, en el estado de Morelos, específicamente en el poblado de Quebrantadero carecemos de datos precisos en cuanto a la entomofauna asociada al maíz. Esta localidad es reconocida por su extensa superficie dedicada al cultivo de este grano, por lo que se convierte en un punto clave ampliar el conocimiento en cuanto a este importante tema. La recopilación de estos datos no solo beneficiará a agricultores y productores locales, sino que también contribuirá al desarrollo sostenible de la agricultura en la región.

IV. OBJETIVOS

4.1 General

Realizar el diagnóstico e infestación de las especies de insectos benéficas y perjudiciales asociadas al cultivo de maíz (*Zea mays* L) de temporal, así como estimar los daños de las especies más abundantes durante el ciclo agrícola 2023, en la localidad de Quebrantadero, Axochiapan, Morelos, México.

4.2 Particulares

Caracterizar la diversidad de insectos (riqueza) asociados al cultivo de maíz y separarlas de acuerdo con su importancia en relación con el cultivo, benéficas y perjudiciales.

Estimar el porcentaje de infestación y daños de las principales plagas que causan daños al cultivo del maíz en la zona de estudio.

Determinar la fluctuación poblacional de las especies asociadas al cultivo de maíz de temporal durante el ciclo agrícola 2023, en la localidad de Quebrantadero, Axochiapan, Morelos.

V. HIPÓTESIS

El diagnóstico y los daños que ocasionan las plagas en el cultivo de maíz de temporal en Quebrantadero, Morelos permitirá ampliar el conocimiento para detectar las de mayor importancia agrícola y en cuales buscar medidas de control.

VI. METODOLOGÍA

6.1 Zona de estudio

El trabajo de campo se desarrolló en una parcela ubicada en la comunidad de Quebrantadero que pertenece al municipio de Axochiapan, se localiza al sur del estado de Morelos en las coordenadas 18° 33' 17" Norte; 98 48' 33" Oeste, colindando al sur con Joaquín Camaño, al norte con Telixtac y Tepalcingo, al este con Axochiapan y al poniente con Contla e Ixtlilco el Grande (Figura 1); con una superficie de 3.42 Km², una altitud de 1028 m sobre el nivel del mar, el clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad, la temperatura media anual en promedio es de 22 a 24° C con una precipitación pluvial de 1000 mm anuales, la vegetación predominante es la selva baja caducifolia; también cuenta con pozos manantiales, barrancas donde se aprecia vegetación semi conservada y fauna característica de la zona. Se encuentra entre barrancas y una estructura geológica con grandes sedimentos que hacen al municipio rico en minerales. Del total de la superficie 1093 h son de uso agrícola y 780 de uso ganadero. El tipo de suelo predominante es el vertisol pélico de textura fina y fase pedregosa y el regosol etrico y vertisol pélico de textura media (INEGI., 2019).

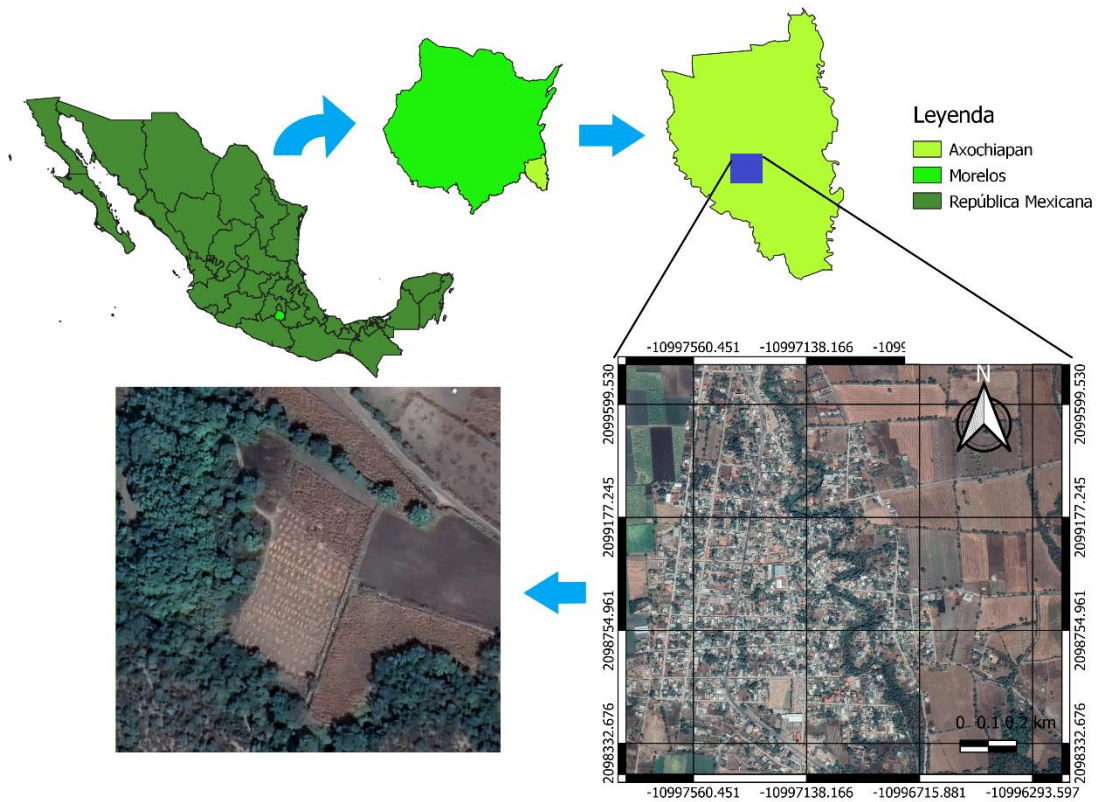


Figura 1. Ubicación del área de estudio. Elaborado en QGis versión 3.16.16

6.2 Selección de la parcela representativa.

El estudio se realizó durante el ciclo agrícola de temporal 2023 (mayo-noviembre). Consistió en seleccionar una parcela agrícola, la cual fue representativa agroecológicamente, con respecto a las demás parcelas de la localidad, ya que la mayoría de los productores realizan las labores propias del cultivo de forma agroecológica. Contó con un área de 6.003 m² cercana a un cuerpo de agua, donde con anterioridad se había sembrado y cultivado maíz por dos años consecutivos, así mismo se contó con la autorización y consentimiento del productor, además de estar de acuerdo en no aplicar ningún producto químico sintético para controlar las plagas en el cultivo.

Previo a la siembra del cultivo se procedió a limpiar la parcela de malezas secundarias y de igual manera a retirar los restos de cultivo del ciclo agrícola

anterior, así como realizar el barbecho correspondiente mediante un tractor. Para la siembra del cultivo se realizaron surcos con tractor a una distancia promedio de 40 cm entre cada uno, en cada surco se colocaron matas de cuatro semillas de maíz separadas 30 cm entre cada una y se cubrieron con suelo. Empleando una semilla de maíz híbrido blanco marca Zapata para temporal, una vez germinada la semilla estuvo sometida a las condiciones de temporal en cuanto a lluvias y de igual manera se aplicó un control para detener el crecimiento de malezas.

6.3 Entomofauna del suelo

Previo a la siembra del grano se realizó un muestreo de suelo con el propósito de recolectar información sobre la entomofauna relacionada el cultivo localizada en el suelo; en el área correspondiente al cultivo se procedió a trazar un cuadrante de 60 x 36 m donde se trazaron cuatro transectos de 60 m de longitud separados 10 m entre sí, a lo largo de cada uno se seleccionaron 5 puntos de muestreo separados 5 m entre sí, de donde se extrajeron monolitos de suelo con 30 cm de lado con una pala de asa redonda número 3 (Figura 2), las muestras de suelo recolectadas se depositaron sobre un plástico negro que se revisó de acuerdo a la metodología propuesta por Aragón *et al.* (2012). Los estados inmaduros colectados se depositaron en frascos con líquido Pampel (55 partes de alcohol, 27 partes de agua 11 partes de Formaldehido y 7 partes de ácido acético glacial) por cuatro días para después conservarse en alcohol al 70%, mientras que los adultos se sacrificaron con acetato de etilo. Los insectos capturados se etiquetaron y una vez determinados taxonómicamente se depositaron en la Colección Entomológica Miguel Ángel Morón Ríos del Instituto de Ciencias de la BUAP. Este proceso se repitió después de la cosecha del cultivo de maíz.



Figura 2. Transectos para colectar muestras de suelo, modificado de Google Earth.

6.4 Entomofauna del cultivo

Para conocer los insectos asociados con el cultivo de maíz, se realizaron muestreos durante el desarrollo fenológico del mismo, muestreando follaje, fruto y tallos

6.4.1 Follaje

Para conocer la diversidad de insectos presente en el follaje del cultivo se enumeraron cada una de las plantas en orden ascendente cuando estas presentaron 10 cm de altura, enumerando 6742 matas de maíz (Figura 3), de éstas se seleccionaron 30 de ellas con un generador de números al azar, mediante búsqueda visual se revisaron buscando a los organismos que se encontraron en el follaje, mismos que se colectaron con pinzas y manualmente, después se colectaron los organismos de vuelo rápido mediante una red entomológica, para los muestreos con la red esta se pasó a lo largo de 3 m aproximadamente en medio de dos surcos donde estaban ubicadas las plantas seleccionadas dando 20 golpes en cada uno

de los surcos. Todos los insectos adultos capturados se introdujeron en una cámara letal con vapor de acetato de etilo para ser sacrificados, mientras que los estados inmaduros se sacrificaron en líquido PAMPEL por cuatro días y se conservaron debidamente etiquetados en alcohol al 70%, de los adultos el 20% de la población se montó en alfileres entomológicos y el resto se conservó en alcohol al 70%, una vez etiquetado todo el material se procedió a su determinación taxonómica por el Dr. Armando Equihua Martínez y el Dr. Néstor Bautista Martínez del Colegio de Postgraduados Campus Montecillos del Estado de México y el Dr. Vicente Hernández Ortiz del Instituto de Ecología A. C. Xalapa, Veracruz y por comparación con los ejemplares de la colección Entomológica del Instituto de Ciencias de la BUAP. El material se depositó en la colección Entomológica Miguel Ángel Morón Ríos del Instituto de Ciencias de la BUAP. Este muestreo se repitió cada 20 días seleccionando 30 plantas diferentes en cada uno de ellos y hasta la cosecha del maíz, realizando un total de 7 muestreos.



Figura 3. Enumeración de las plántulas de maíz en el sitio de estudio. Elaborado con editor de fotos Windows 10.

6.4.2 Fruto

Una vez alcanzada la fase de desarrollo del fruto se procedió a realizar 3 colectas con una separación de 20 días para registrar a los insectos que se encontraban entre las hojas del fruto y dentro de los granos de éste, mediante colecta directa y de igual manera utilizando aspiradores entomológicos y sacrificando a los insectos de acuerdo con la metodología descrita antes.

6.4.3 Tallo

En las mismas 30 plantas seleccionadas durante cada muestreo y cuando la planta presentó en promedio un metro de altura, se revisaron los tallos buscando daños ocasionados por barrenadores, en caso de encontrarlos se abrió el tallo para sacrificar al insecto correspondiente y procesarlo de acuerdo con la metodología ya descrita.

6.5 Conocimiento de los hábitos de las especies más frecuentes

Durante las colectas se realizaron observaciones sobre el lugar, horario y tipo de daño que realicen las especies más frecuentes o aquellas consideradas como plagas para la zona de estudio, así mismo, se relacionó su presencia con cada una de las fases fenológicas del cultivo, se separaron cada una de estas de acuerdo con su relación con la planta: benéficas y dañinas con ayuda de literatura e información especializada.

6.6 Porcentaje de infestación

Se obtuvo el porcentaje de infestación de las especies que se observaron causando daños importantes al cultivo de maíz, para realizar esto se registraron las 6742 plantas de maíz ubicadas en la parcela de estudio en orden ascendente, mismas que después con ayuda del programa Excel se ordenaron aleatoriamente y se separaron en bloques de 100 para obtener las plantas que se revisaron en cada una

de las fechas establecidas donde después se contabilizó el número de plantas que presentaron daños realizados por la especie observada.

Se obtuvo el porcentaje de daño ocasionado por *S. frugiperda* y *D. saccharalis* en los que se evaluó el porcentaje de infestación, para registrar este dato se consideraron 100 plantas de maíz seleccionadas al azar utilizando el mecanismo antes mencionado y por observación directa se obtuvo el porcentaje de daño de las plantas, que se estimó bajo una escala de daño de cuatro de niveles propuesta por Aragón *et al.* (2005) (Cuadro 1).

Cuadro 2. Escala de daño para plantas de maíz.

No. de nivel	% de daño	Características del daño
1	0 - 25	Leve
2	26 – 50	Moderado
3	51 – 75	Severo
4	76 - 100	Muy severo

6.7 Fluctuación poblacional

Para conocer la dinámica poblacional se llevó un registro del número de insectos presentes en relación con las fases de desarrollo de las plantas, se contaron los insectos presentes en todas las plantas monitoreadas en cada uno de los muestreos considerando larvas y adultos.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Insectos presentes en el cultivo de maíz.

Se encontraron un total de 500 insectos, 260 larvas y 240 adultos distribuidos en 8 órdenes, 31 familias, 38 géneros y 14 especies (Cuadro 2), destacando el orden Coleoptera con mayor abundancia, seguido del orden Diptera; por otro lado, menos representados encontramos a los órdenes Dermaptera, Dictyoptera y Neuroptera (Figura 4). Así mismo las especies más abundantes fueron *S. frugiperda* y *D. saccharalis* con el 0.24 y 0.16 de abundancia relativa respectivamente (Cuadro 2)

Cuadro 2. Insectos encontrados en el cultivo de Zea mays seleccionado en Quebrantadero, Morelos.

Orden	Familia	Género	Epíteto específico	Abundancia relativa %
Dermaptera	Forficulidae	<i>Doru</i>	<i>D. taeniatum</i>	0.012
Dictyoptera	Ectobilidae	<i>Pseudomops</i>	<i>P. interceptus</i>	0.006
Hemiptera	Liviidae	<i>Diaphorina</i>	sp	0.020
		No determinado	No determinado	0.006
	Aphidae	<i>Myzus</i>	<i>M. persicae</i>	0.016
		<i>Rhopalosiphum</i>	<i>R. maidis</i>	0.014
	Cicadellidae	<i>Dalbulus</i>	<i>D. maidis</i>	0.008
		No determinado	No determinado	0.008
	Cercopidae	<i>Aeneolamia</i>	sp	0.006
	Berytidae	<i>Jalysus</i>	sp	0.002
Hymenoptera	Formicidae	<i>Pheidole</i>	sp	0.008
		<i>Solenopsis</i>	sp	0.030
		<i>Atta</i>	<i>A. mexicana</i>	0.012
	Braconidae	<i>Aphidus</i>	sp	0.008
		No determinado	No determinado	0.006
	Pteromalidae	<i>Asaphes</i>	sp	0.020
	Apiidae	<i>Plebeia</i>	sp	0.008
Coleoptera	Curculionidae	<i>Nicentrus</i>	<i>N. testaceipes</i>	0.026
		<i>Sepedophilus</i>	sp	0.022
	Chrysomelidae	<i>Typophorus</i>	sp	0.010

		<i>Colaspis</i>	sp	0.016
		<i>Disonycha</i>	sp	0.008
		<i>Mimosestes</i>	sp	0.008
		<i>Zygogramma</i>	<i>Z. signatipennis</i>	0.010
	Coccinellidae	<i>Cycloneda</i>	<i>C. sanguinea</i>	0.014
		<i>Hippodamia</i>	<i>H. convergens</i>	0.008
	Nictidulidae	<i>Carpophilus</i>	<i>C. hemipterus</i>	0.006
	Anticidae	<i>Anthicus</i>	sp	0.006
	Scarabaeidae	<i>Phyllophaga</i>	<i>P. vetula</i>	0.006
Diptera	Agromyzidae	<i>Liriomyza</i>	sp	0.026
	Muscidae	<i>Musca</i>	sp	0.020
	Tephritidae	<i>Sphenella</i>	sp	0.020
	Drosophilidae	<i>Drosophila</i>	sp	0.026
	Syrphidae	No determinado	No determinado	0.010
	Mycetophilidae	<i>Rymosia</i>	sp	0.016
	Dolichopodidae	<i>Chrysosoma</i>	sp	0.010
	Sarcophagidae	No determinado	No determinado	0.004
	Chironomidae	<i>Chironomus</i>	sp	0.004
Lepidoptera	Noctuidae	<i>Spodoptera</i>	<i>S. frugiperda</i>	0.240
		<i>Heliothis</i>	sp	0.120
	Pyralidae	<i>Diatrea</i>	<i>D. saccharalis</i>	0.160
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla</i>	sp	0.002
Total				1

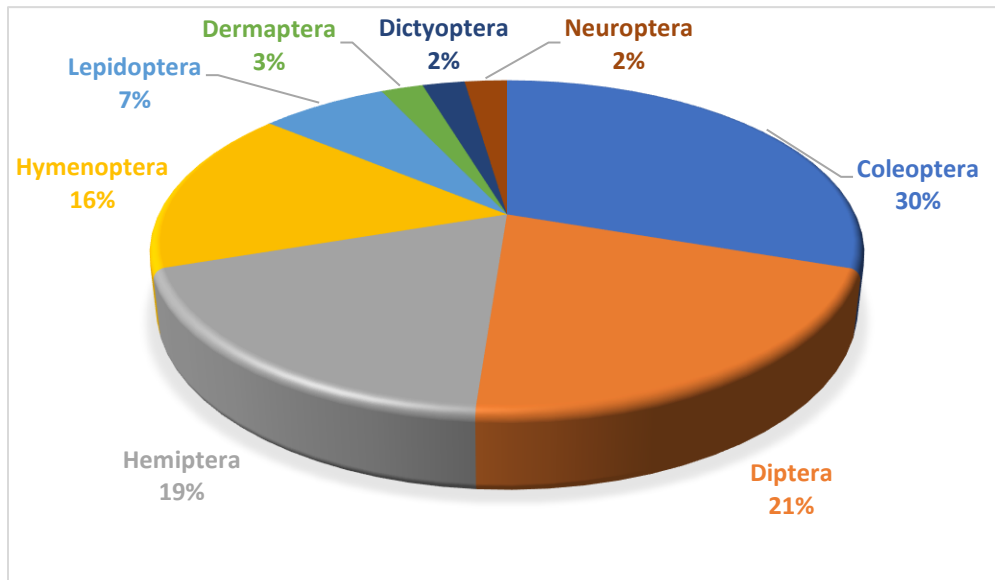


Figura 4. Porcentaje de insectos presentes en el cultivo de maíz durante el ciclo agrícola 2023.

De acuerdo con lo reportado por Merino (1991) de los principales órdenes de insectos presentes en maíz destacan Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera y Lepidoptera, mismos que coinciden con lo encontrado en este trabajo. Así mismo, Blanco y Leyva (2009) mencionan que hay 8 órdenes de insectos presentes en el cultivo de maíz siendo estos Coleoptera, Dermaptera, Diptera, Hymenoptera Lepidoptera, Homoptera, Orthoptera y Hemiptera.

Mirabal *et al* (2016) afirman que los órdenes representados en mayor medida son Coleoptera y Diptera, que a su vez coinciden con los datos encontrados en el cultivo de *Z. mays* elegido para el estudio en Quebrantadero, Morelos.

7.2 Insectos benéficos

Las especies catalogadas como benéficas se presentan en el cuadro 3, donde destacan *Doru taeniatum* que, de acuerdo con Marengo y Saunders (1993) es el principal depredador de los primeros estadios larvales de *S. frugiperda*. Según lo reportado por Kim *et al* (2021) *Aphidus* sp se utiliza y produce comercialmente como agentes de biocontrol pues es endoparásitoide de pulgones. Kamijo y Takada (1973) mencionan que *Asaphes* sp. es uno de los hiperparásitos de varias especies de Aphidiidae. Mientras que *Plebeia* sp. destaca por su actividad como polinizador en la agricultura según lo reportado por Ayala (2016).

Las larvas de *Cycloneda sanguinea* destacan por su actividad depredadora pues de acuerdo con Funichello *et al* (2012) cada larva puede consumir hasta 40 pulgones al día. De igual manera *Hippodamia convergens* es uno de los depredadores importantes de áfidos plaga según Naranjo-Acosta *et al* (2022).

Chrysoperla spp también es uno de los insectos benéficos que destacan por su actividad, Valencia *et al* (2006) lo consideran como uno de los principales insectos entomófagos, ya que son insectos que de forma normal regulan las poblaciones de insectos plaga.

Cuadro 3. Especies consideradas benéficas de acuerdo con la literatura revisada.

Orden	Familia	Género	Especie
Dermaptera	Forficulidae	<i>Doru</i>	<i>D. taeniatum</i>
Hymenoptera	Braconidae	<i>Aphidus</i>	No determinada
		No determinado	No determinada
	Pteromalidae	<i>Asaphes</i>	sp
	Apidae	<i>Plebeia</i>	sp
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Cycloneda</i>	<i>C. sanguinea</i>
		<i>Hippodamia</i>	<i>H. convergens</i>
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla</i>	sp

7.3 Insectos dañinos

De los insectos recolectados se encontraron aquellos que son catalogados como plaga para el cultivo de maíz o bien impiden su desarrollo óptimo, mismos que se presentan el cuadro 4; tal es el caso de *Diaphorina* sp que de acuerdo con Ortega-Arenas *et al* (2013) causa distorsión en los brotes jóvenes y alteraciones en el crecimiento. HortoInfo (2022) señala a *Myzus persicae* como una plaga cosmopolita y polífaga, extraen la savia elaborada provocando debilitamiento y a su vez retraso en el crecimiento de la planta. Así como *Rhopalosiphum maidis* que es una de las plagas agrícolas importantes ya que se alimentan de todas las partes de la planta según lo encontrado por Alam *et al* (2020). *Aeneolamia* sp también es una de las plagas importantes pues Gómez (2007) asevera que las ninfas chupan la savia de las raíces y los adultos la savia de las hojas al mismo tiempo que inyectan una toxina en la planta.

Dalbulus maidis es considerada una de las plagas más importantes para el maíz pues lo encontrado por Virla *et al* (1990) la señala como un insecto transmisor de patógenos que causan diversas enfermedades en el cultivo de maíz. De acuerdo con lo reportado por Serratos *et al* (2017) *Atta mexicana* es una de las plagas con mayor importancia pues provoca pérdidas que son producto de la defoliación ocasionada por esta especie, similar en actividad con *Nicentrus testaceipes* que es una plaga debido a que el adulto se alimenta de las hojas tiernas del cogollo mientras que las larvas barrenan el tallo según Pérez *et al* (2011).

Castellón y González (2019) citan a *Typophorus* sp. como un insecto que ocasiona lesiones en la raíz. Similar en actividad a *Colaspis* sp. pues de acuerdo con SAGARPA (2015) es una plaga rizófaga que provoca fallas en la germinación. Mientras que Amador *et al* (2021) señalan que *Mimosestes* sp. es un insecto capaz de alimentarse de semillas. De acuerdo con Burgos y Anaya (2004) las larvas y adultos de *Zygogramma signatipennis* se caracterizan por ser herbívoros defoliadores. Las especies del género *Phyllophaga* son catalogadas como las plagas de suelo de mayor impacto económico pues ocasionan el amarillamiento de

las plantas hasta la pérdida total del cultivo según lo reportado por Marin y Bujanos-Muñiz (2008)

Parrella (1987) comenta que *Liriomyza* sp. es una de las plagas que más causa daño en la agricultura y plantas de ornato debido a que son minadores. *Sphenella* sp infesta flores provocando hinchazón y en ocasiones agallas en el tallo de acuerdo con lo reportado por Munro (1957).

Hernández *et al* (2019) citan que *S. frugiperda* es el insecto plaga de mayor importancia en el cultivo de maíz, debido a que se alimenta de las primeras etapas vegetativas hasta defoliar por completo.

Respecto a *Diatrea saccharalis* Serna *et al* (2005) comentan que ocasiona un daño inicial a las hojas del cultivo de maíz y al realizar su primera muda larval perfora el tallo ocasionando el acame y disminuye la producción.

Cuadro 4. Especies consideradas dañinas de acuerdo con la literatura revisada.

Orden	Familia	Género	Especie
Hemiptera	Liviidae	<i>Diaphorina</i>	sp
	Aphidae	<i>Myzus</i>	<i>M. persicae</i>
		<i>Rhopalosiphum</i>	<i>R. maidis</i>
	Cicadellidae	<i>Dalbulus</i>	<i>D. maidis</i>
	Cercopidae	<i>Aeneolamia</i>	sp
Hymenoptera	Formicidae	<i>Atta</i>	<i>A. mexicana</i>
Coleoptera	Curculionidae	<i>Nicentrus</i>	<i>N. testaceipes</i>
	Chrysomelidae	<i>Typophorus</i>	sp
		<i>Colaspis</i>	Sp
		<i>Mimosestes</i>	sp
		<i>Zygogramma</i>	<i>Z. signatipennis</i>
Scarabaeidae	<i>Phyllophaga</i>	<i>P. ravida</i>	
Diptera	Agromyzidae	<i>Liriomyza</i>	sp
	Tephritidae	<i>Sphenella</i>	sp
Lepidoptera	Noctuidae	<i>Spodoptera</i>	<i>S. frugiperda</i>
	Pyralidae	<i>Diatraea</i>	<i>D. saccharalis</i>

7.4 Porcentaje de infestación

Spodoptera frugiperda es considerada como la plaga principal del cultivo de maíz en México debido a su amplia distribución, así como por el daño que ocasiona durante todo el desarrollo de la planta generando así pérdidas considerables en cuanto a producción Figueroa (2011). Las larvas de esta se alimentan de las plántulas tempranas ocasionando daños en el haz y envés de las hojas, a las plantas recién nacidas le causan la muerte y a aquellas de mayor desarrollo ocasionan un crecimiento anormal (Páliz y Mendoza., 1999).

Dicha plaga insectil resultó la especie con mayor abundancia en el estudio realizado en Quebrantadero estando presente durante todo el desarrollo fenológico del cultivo de maíz.

Los datos resultado del monitoreo sobre la actividad de las larvas de esta especie muestran que los daños ocasionados por esta plaga incrementan gradualmente a medida que las plantas de maíz cumplen su desarrollo fenológico, encontrando así el porcentaje de plantas dañadas considerable a partir del mes de septiembre e incrementando hasta dañar un 100% de las plantas (Figura 5) lo que se traduce a pérdidas considerables causadas por este insecto.

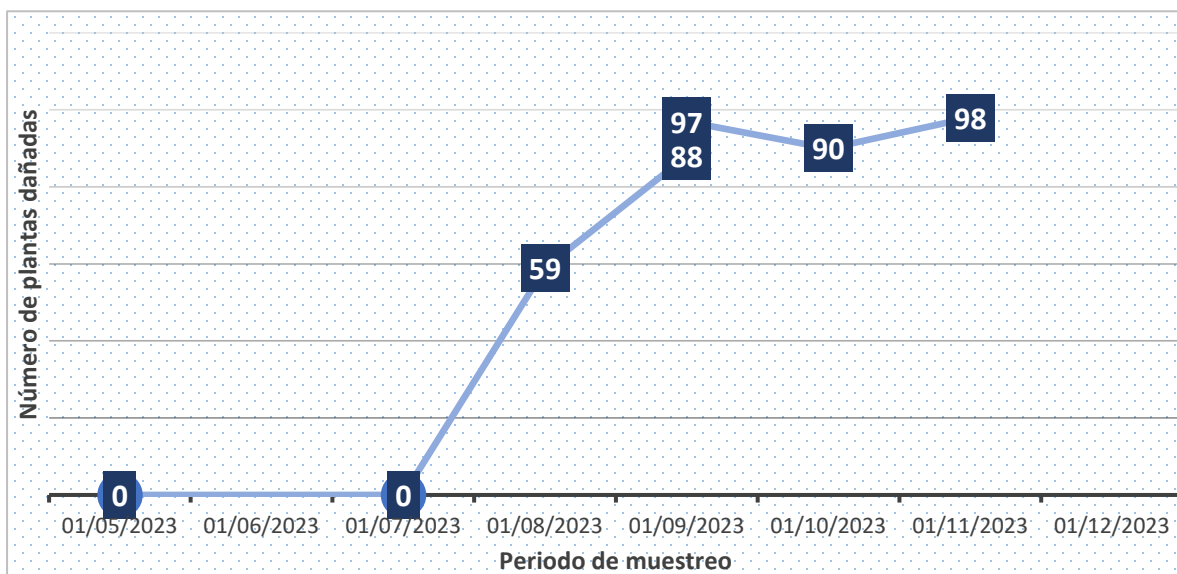


Figura 5. Número de plantas dañadas por *Spodoptera frugiperda* durante el ciclo agrícola 2023.

Diatrea saccharalis es catalogada como una de las plagas principales que atacan el cultivo de maíz, provocando pérdidas económicas ya que las larvas tienen hábitos barrenadores, perforando y debilitando el tallo en cualquiera de los estados fenológicos de la planta (Arispe *et al.*, 2019).

De los tallos revisados pocos se encontraban exentos del daño ocasionado por *D. saccharalis*, sin embargo, la mayoría presentaba actividad propia de este insecto plaga, pues de los nudos totales de cada tallo un porcentaje considerable presentaba daños ocasionados por esta plaga reflejando e influyendo en el desarrollo óptimo de la planta (Figura 6).

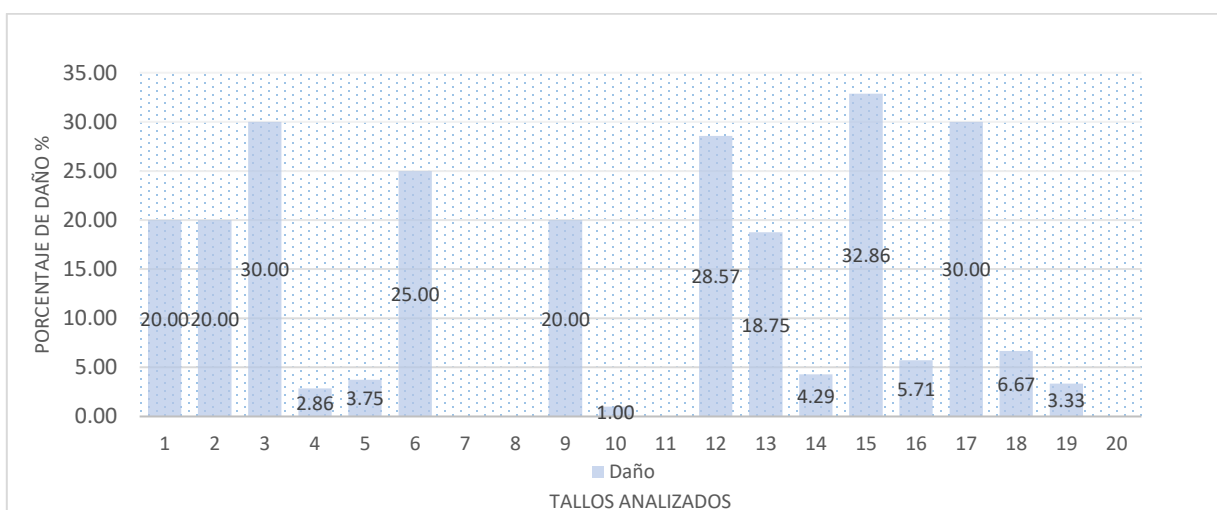


Figura 6. Daño ocasionado por *Diatrea saccharalis* en tallos de maíz durante el ciclo agrícola 2023.

7.5 Diagnóstico de plagas

Spodoptera frugiperda y *D. saccharalis* se reportaron como las principales plagas agrícolas en el cultivo de maíz analizado en Quebrantadero, de acuerdo con los datos obtenidos estuvieron presentes a lo largo del desarrollo de la planta lo que indica un impacto directo en la producción. Al mismo tiempo, los muestreos realizados revelaron que la abundancia de entomofauna está mayormente compuesta por estas dos especies.

Ambas especies poseen hábitos de alimentación que los vuelven dañinos para los cultivos de maíz, *S. frugiperda* ataca los brotes tiernos y las hojas jóvenes, mientras que *D. saccharalis* se alimenta de los tejidos internos del tallo, debilitando la estructura de la planta (Figura 7 y 8). Debido a esto, es necesario implementar medidas de control efectivas para reducir y controlar la población de dichas plagas y así minimizar pérdidas en la producción agrícola.

Una detección temprana y la aplicación oportuna de métodos de control son cruciales para proteger el rendimiento del cultivo y al mismo tiempo garantizar el suministro que provee esta semilla (Restrepo, 2000).



Figura 7. Presencia de *Spodoptera frugiperda* y daño ocasionado en las plantas de maíz durante el ciclo agrícola 2023.



Figura 8. Daño ocasionado por *Diatrea saccharalis* en las plantas de maíz durante el ciclo agrícola 2023.

7.6 Fluctuación poblacional

En cuanto al comportamiento de la población de insectos, se notó una variabilidad considerable a lo largo del periodo de muestreo (Figura 9). Las especies catalogadas como dañinas tuvieron una representatividad mayor en comparación con las especies benéficas; de entre ellas *S. frugiperda* catalogada como la plaga principal en este trabajo tuvo variaciones respecto a la presencia de individuos, pues si bien estuvo presente durante todo el ciclo agrícola la población no se mantuvo homogénea, siendo los picos máximos en cuanto a población en los meses de agosto y octubre, mientras que a finales del mes de septiembre se encontró la menor población (Figura 10).

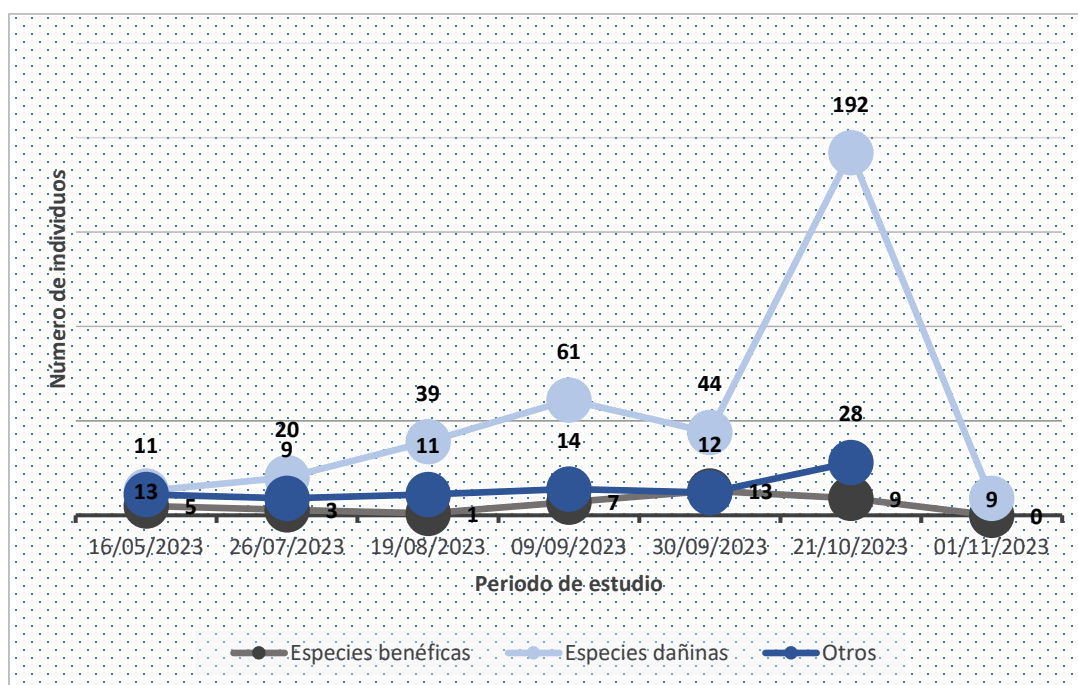


Figura 9. Fluctuación poblacional de la entomofauna presente en el cultivo de *Z. mays* durante el ciclo agrícola 2023.

De acuerdo con Martínez *et al* (2011) en el estado de Guanajuato los adultos se presentan con mayor abundancia durante mayo y junio mientras que en septiembre se reporta la menor población. Por otro lado, Mena (2008), comenta que en el estado de Zacatecas la actividad inicia en el mes de abril y se presentan tres generaciones al año en los meses de mayo, julio y septiembre.

Nexticapan *et al* (2009) reportan que, en un estudio de dos años consecutivos en Yucatán, tuvieron mayores registros de machos adultos en la temporada de lluvia de junio a septiembre; en el primer año se tuvieron las mayores capturas en julio mientras que en el segundo año esto ocurrió en el mes de agosto.

En Chiapas Malo *et al* (2001) obtuvieron más capturas de machos al inicio del cultivo en los meses de julio y agosto en cultivo de maíz de temporal

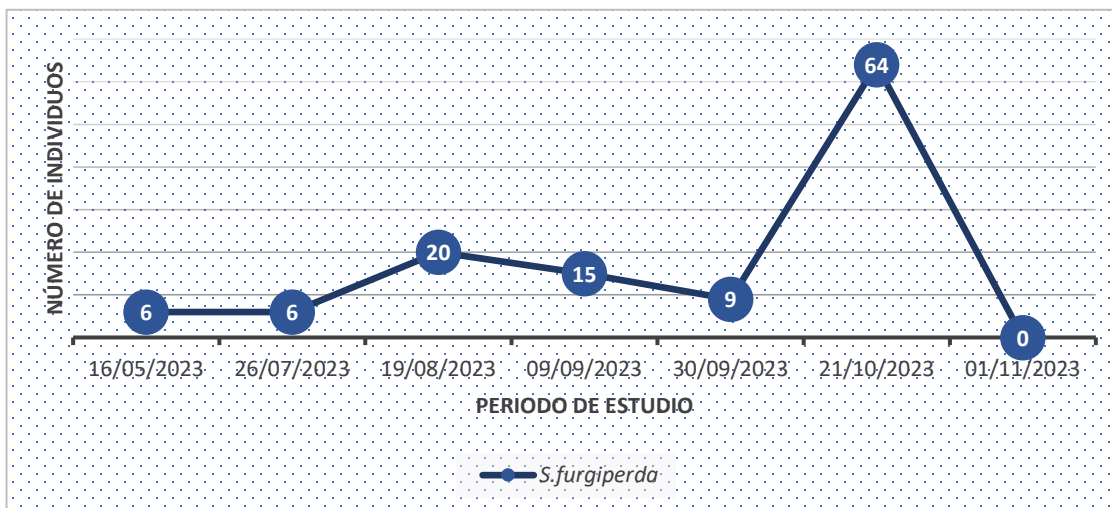


Figura 10. Fluctuación poblacional de *S. frugiperda* en el cultivo de *Z. mays* durante el ciclo agrícola 2023.

Pese a lo obtenido en este trabajo, el SMN (2023) reportó sequías considerables en el país a lo largo del ciclo agrícola 2023; particularmente en el municipio de Axochiapan en donde el SMN reportó sequía moderada a finales del mes de julio y en el mes de septiembre alcanzando el nivel de sequía severa (Figura 11 y 12), condiciones que se vieron reflejadas en la diversidad de insectos presentes, pues del total de plantas de maíz sembradas solo el 3.70% logró sobrevivir a las condiciones climáticas mientras que el resto pereció antes de alcanzar la etapa final de desarrollo pues al carecer de lluvia las plantas no se desarrollaron de forma óptima.

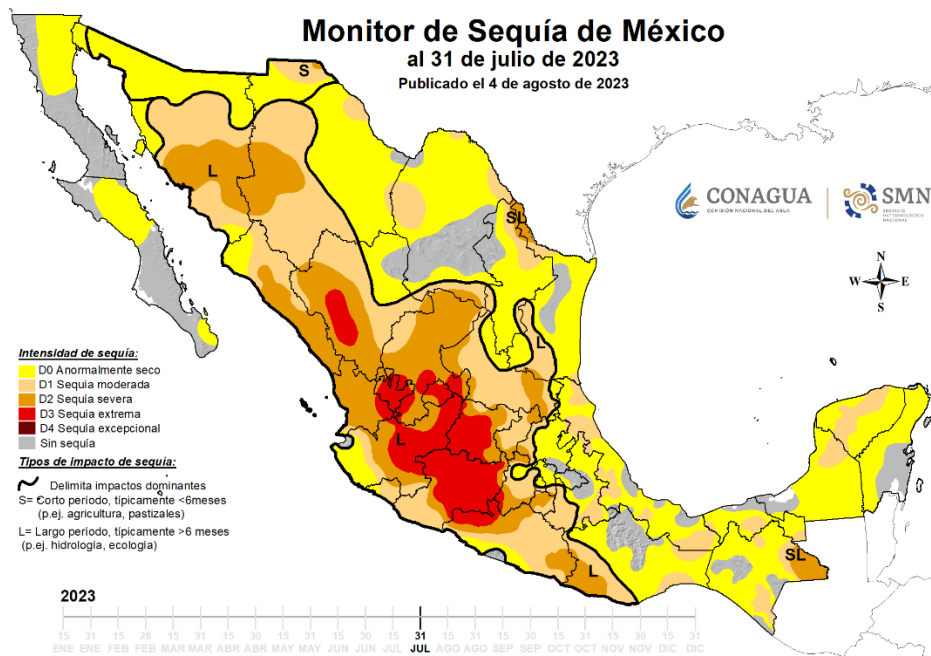


Figura 11. Sequía reportada en la República Mexicana en el mes de julio. Sistema Meteorológico Nacional.

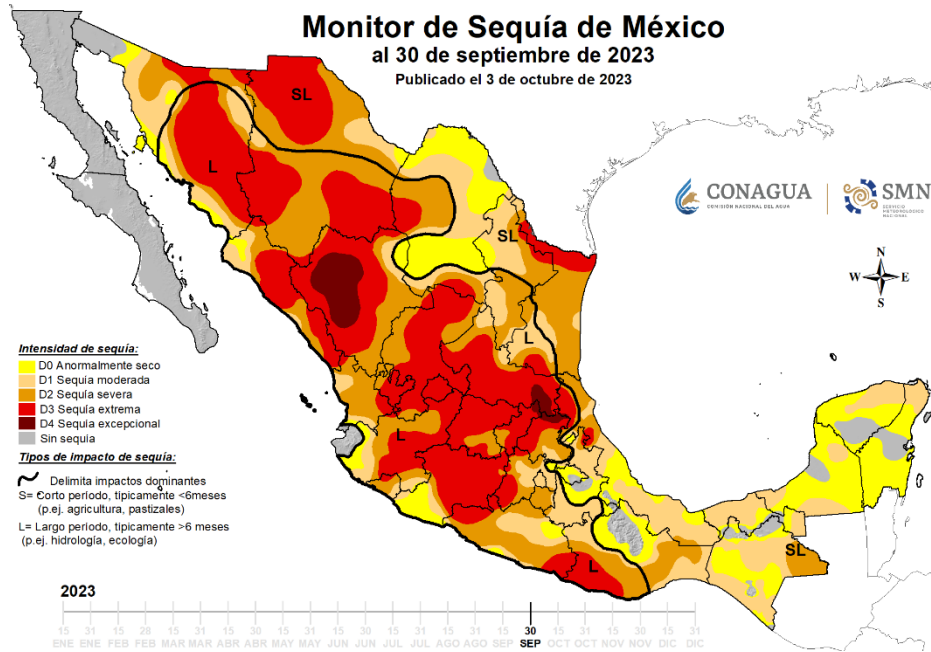


Figura 12. Sequía reportada en la República Mexicana en el mes de septiembre. Sistema Meteorológico Nacional.

VIII. CONCLUSIONES

Se encontraron 500 insectos, con 260 larvas y 240 adultos distribuidos en 8 órdenes, 31 familias, 38 géneros y 14 especies presentes en el cultivo de maíz en Quebrantadero, Morelos, México.

Los órdenes Coleoptera y Diptera estuvieron representados en mayor medida con un 30% y 20%, respectivamente, mientras que en menor medida estuvieron representados los órdenes Dictyoptera y Neuroptera con un 2% de la población total.

Se encontraron un total de 7 especies catalogadas como benéficas para el cultivo, contrastando con las especies que se describen como plagas de las cuales se encontraron 16 especies, incluyendo géneros no identificados hasta especie

Spodoptera frugiperda fue la principal plaga en este trabajo, pues estuvo presente durante todo el desarrollo fenológico de la planta y fue la especie con el mayor número de individuos.

El mayor porcentaje de daño en tallos de maíz ocasionado por *Diatrea saccharalis* fue de 32.86%, contrastando con un mínimo daño de 1%, sin considerar los tallos que se encontraban exentos de daño.

Debido a la sequía reportada por el Sistema Meteorológico Nacional durante el ciclo agrícola 2023 las plantas de maíz presentaron afectaciones considerables en su desarrollo y la población de insectos se redujo considerablemente.

Del total de plantas de maíz sembradas, únicamente un 3.70% resistió a las sequías y lograron desarrollarse en su totalidad.

IX. LITERATURA CITADA

- Acosta, R. 2009. El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El maíz en Cuba. Cultivos Tropicales; 30(2): 113-120.
- Alam M., J., Mukta L., N., Nahar, N., Haque M. S., y Razib S. M. H. 2020. Management practices of aphid (*Rhopalosiphum maidis*) in infested. Bangladesh journal of Enviromental Science. 38: 23-28.
- Amador-Mojena, P., M. Rocha-Barreto, M. Romero-Nápoles, J. Cardoso-Snipe R y A. A. Mojena. 2021. Registro y daño causado por *Mimosestes enterolobii* Kingsolver & Johnson, 1978 (Coleoptera: Bruchidae) en semillas de *Enterolobium schomburgkii* Benth. (Benthian, 1844) (Fabaceae) en Mato Grosso, Brasil. Acta zoológica mexicana. 36: 1-7.
- Aragón G. A., M. A Morón, F. López-Olguín y L. Cervantes-Peredo. 2005. Ciclo de vida y conducta de adultos de cinco especies de *Phyllophaga harris*, 1827 (Coleoptera: Melolonthidae; Melolonthinae). Acta zoológica mexicana. 21(2): 87-99.
- Aragón G. A., M. A. Morón, M. A. Damián H., F. López-Olguín, E. P. Pinzón R y J. N. Pérez Q. 2012. Fauna de Coleóptera Lamellicornia de la zona cañera del ingenio de Atencingo, Puebla, México. Acta Zoológica Mexicana (n. s.). 28(1): 161-171
- Arispe J. L., A. Sánchez y M. E Galindo. 2019. Presencia de *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae) en Tepalcingo, Morelos, México, con evaluación del daño causado en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Revista Chilena de Entomología. 45(4): 587-592.
- Ávila M. J. A., J. M. Ávila S, D. Martínez H, y J. Rivas S. 2014. El cultivo de maíz: Generalidades y sistemas de producción en el Noreste. Hermosillo, Sonora: Departamento de Agricultura y Ganadería. 106 p.

- Ávila R. V., U. Nava C, A. Czaja, J. Estrada R, M. C. García-de la Peña, A. L. Hernández A, J. L. Reyes-Muñoz. 2023. Diversidad de Insectos en Maíz en la Comarca Lagunera, México. *Southwestern Entomologist*. 48(1): 203-212.
- Ayala B. R., 2016. Sistemática y morfología las abejas del género *Plebeia* Schwarz (Apidae: Meliponini) de México. *Entomología mexicana*. 3: 937-942.
- Blanco. Y. y Leyva. A. 2009. Los Arvenses y su entomofauna asociada en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) posterior al periodo crítico de competencia. *Cultivos Tropicales*. 30(1): 11-17.
- Bolaños-Espinoza, A., H. Bravo-Mojica, A. Equihua-Martínez, A. Trinidad-Santos, G. Ramírez-Valverde y J. A. Domínguez-Valenzuela. 2001. Densidad y daños de plagas del maíz, bajo labranza convencional y de conservación. *Acta zoológica mexicana*. 83:127-141.
- Damián H. M. A. 2010. Manejo del maíz en el estado de Tlaxcala, México: entre lo convencional y lo agroecológico. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*. 6(2): 67-76.
- Deras F. H. 2020. Guía técnica El cultivo del maíz. El Salvador. IICA. 42 p.
- Duran J. E. y R. Balduque M. 1983. Plagas del maíz. Madrid. Publicaciones de Extensión Agraria. 24p.
- Escalante-Estrada Y. I., L. D. Samper-Escalante y L. E. Escalante-Estrada. 2021. Infestación de cultivos de maíz (*Zea mays* L.) por *Spodoptera frugiperda* (j. e. Smith) y sus aspectos ecofisiológicos. *Foro de Estudios Sobre Guerrero*. 8(1): 191-196.
- Estrada M. M. E. 2022. Principales insectos plaga del maíz (*Zea mays*, L.) en Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*. 10(3): 182-191.

- Fernández S. R., L. A Morales C. y A. Gálvez M. 2013. Importancia de los maíces nativos de México en la dieta nacional. Una revisión indispensable. *Revista fitotecnia mexicana*. 36: 275-283.
- Figueroa B. R. 2011. Incidencia del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* Smith en Ocoyucan, Puebla y actividad bioinsecticida de semillas de *Carica papaya* L. Y *Trichilia havanensis* JACQ. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados, Puebla. Obtenido de http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/494/Figueroa_Brito_R_DC_EDAR_2011.pdf; jsessionid=E16DE0B5EF35585EF7AA3F5673C39FAC?sequence=1
- Flores. F. 2010. Manejo de plagas en el cultivo de maíz. Estación experimental agropecuaria Marcos Juárez. Instituto Nacional de Tecnologías Agropecuarias-INTA. 7 p.
- Funichello M., L, Costa L. A. Gil, O. Jeremías y A. Busoli. 2012. Aspectos biológicos de *Cycloneda sanguinea* (Coleoptera: Coccinellidae) alimentadas con pulgones criados en algodón transgénico Bollgard I®. *Revista Colombiana de Entomología*. 38(1): 156-161.
- García G. M. T., L. I. Rodríguez-Coca, Y. Fernández C, M. M. Rodríguez J., Z. Gil U. 2022. Biodiversidad de insectos en sistemas de policultivos de maíz (*Zea mays* L.). *Ecosistemas*. 31(3): 1-6.
- García-Gutiérrez C., M. B. González-Maldonado y E. Cortez-Mondaca. 2012. Uso de enemigos naturales y biorracionales para el control de plagas de maíz. *Ra Ximhai*. 8(3): 57-70.
- García-Lara S. y J. Bergvinson D. 2007. Programa integral para reducir pérdidas postcosecha en maíz. *Agricultura Técnica en México*. 33(2): 181-189.
- García P. G. A. 2013. Manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de maíz amiláceo blanco. Cusco, Perú: URCOS. 21 p.

- Gómez L.A. 2007. Manejo del salivazo *Aeneolamia varia* en cultivos de caña de azúcar en el valle del río Cauca. Carta Trimestral. 2: 10-17.
- Hernández A. L., R. Hernández G, C. J. Morales M, E. Aguilar A, J. Ovando C, F. Guevara H, L. A. Rodríguez L. 2007. Entomofauna en cinco sistemas de maíz (*Zea mays* L.) en el Ejido de 24 de febrero, Villacorzo, Chiapas, México. 1-16.
- Hernández-Trejo A., E. Osorio-Hernández, J.A. López S, C. Ríos-Velasco, S. E. Varela-Fuentes y R. Rodríguez-Herrera. 2018. Insectos benéficos asociados al control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Agro Productividad. 11(1): 9-14.
- Hernández T., A. Estrada., B. Rodríguez H., R. García G., J., M. Patiño A., S, A. y Osorio H., E. 2019. Importancia del control biológico de plagas en maíz (*Zea mays* L.). Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 803-813.
- INEGI. 2019. Síntesis estadística municipal. 55 p.
- Jiménez M. E. 2009. Métodos de Control de Plagas. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria. 141 p.
- Kato Y. T. Á., C. Mapes S, L. M. Mera O, J. A. Serratos H y R. A. Bye B.R. 2009. Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica. México, D.F. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 115 p.
- Kamijo K. y H. Takada. 1973. Studies on aphid hyperparasites of Japan, 2 - aphid hyperparasites of the Pteromalidae occurring in Japan (Hymenoptera) Insecta matsumurana. New series: Journal of the Faculty of Agriculture Hokkaido University. 2: 39-76.
- Kim S., Z. Tomanovic, Y. Yu, J. Sohn, J. Ha, G. Lee, y H. Kim. 2021. Three new species of the genus *Aphidius* (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) from South Korea. Journal of Hymenoptera Research. 86: 63-77.

- Malo E. A., L. Cruz-López, J. Valle-Mora, A. Virgen, J. A. Sánchez y J. C. Rojas .2001. Evaluation of commercial pheromone lures and traps for monitoring male fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) in the coastal region of Chiapas, México. Florida Entomologist, 659-664.
- Marenco R. A. y L. Saunders J. 1993. Depredación de *Spodoptera frugiperda* por *Doru* sp. en maíz, en Turrialba, Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas. 27(27): 24-26.
- Marin J. A. y R. Bujanos M. 2008. Especies del complejo "gallina ciega" del género *Phyllophaga* en Guanajuato, México. Agricultura técnica en México. 34(3): 349-355.
- Martínez O. A., D. Salas M, M. Bucio C y E. Salazar. 2011. Modelo de predicción de la densidad poblacional de adultos de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). Entomotropica. 26(2):79-87.
- Mena C. J. 2008. Una estrategia de manejo para el gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda*. Obtenido de Centro de Investigación Regional Norte Centro, INIFAP: http://www.inifap-nortecentro.gob.mx/files/noticias/gusano_cogollero.pdf
- Merino C. F. L. 1991. Sistema experto para diagnóstico de plagas insectiles de maíz (*Zea mays* L.) en Centro América. Agronomía Mesoamericana. 2: 80-88.
- Mirabal. L, C. González, N. Castillo, N. Pérez, J. Gómez, A. López y A. Amador. 2016. Entomofauna asociada a dos agroecosistemas de maíz (*Zea mays* L.) en San José de las Lajas, Mayabeque. Métodos en Ecología y Sistemática. 11(2): 47-57.
- Munro H., K. 1957. *Sphenella* and some allied genera (Trypetidae, Diptera). Journal of the Entomological Society of Southern Africa. 20(1):14-57.

- Nájera R. M. B. y B. Souza. 2010. Insectos Benéficos. Guía para su identificación. México: INIFAP. 73 p
- Naranjo-Acosta. J., D. C. Díaz-Mesa, C. I. Melo-Cerón y M. Manzano. 2022. Depredación, reproducción y desarrollo de la catarina *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae). Revista de Biología Tropical. 70(1): 621-635.
- Nexticapan-Garcéz A., A. Magdub-Méndez, S. Vergara-Yoisura, R. Martín-Mex y Y. A. Larqué-Saavedra. 2009. Fluctuación poblacional y daños causados por gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* JE Smith.) en maíz cultivado en el sistema de producción continua afectado por el huracán Isidoro. Universidad y Ciencia Trópico Húmedo. 25(3): 273-277.
- Ortega-Arenas L. D., Á. Villegas-Monter, A. J. Ramírez-Reyes y E. E. Mendoza-García. 2013. Abundancia estacional de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) en plantaciones de cítricos en Cazones, Veracruz, México. Acta zoológica mexicana. 29(2):317-333.
- Ortigoza G. J., C. A. López T. y J. D. González V. 2019. Guía Técnica Cultivo de Maíz. San Lorenzo, Paraguay: FCA UNA. 48 p.
- Páliz S. V. y J. R. Mendoza M. 1999. Plagas del maíz (*Zea mays*) en el litoral ecuatoriano sus características y control. Quito, Ecuador: Quevedo, EC: INIAP. Estación Experimental Tropical Pichilingue, Programa Nacional de Sanidad Vegetal. 78 p.
- Parrella M. P. 1987. Biology of *Liriomyza*. Annual Reviews of Entomology. 32(1): 201-224.
- Pérez K., N. Villareal y C. F. Herrera. 2011. Bioecología del Picudo del tallo del maíz *Linogeraeus capillatus* (Coleoptera: Curculionidae) en el departamento de Córdoba-Colombia. Temas Agrarios. 16(1): 23-35.

- Restrepo M. J., D. I. Angel S y M. Prager M. 2000. Agroecología. Universidad Nacional de Colombia y Fundación para la Investigación y el Desarrollo Agrícola. Colombia. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal. 120 p.
- Ribera I y Melic A. 2015. Orden Neuroptera. Revista IDE-SEA. 58(1): 1-12.
- Rodríguez del Bosque L. A y C. Arreondo-Bernal. 2007. Teoría y Aplicación del Control Biológico. México: Sociedad Mexicana de Control Biológico, México. 303 p.
- SAGARPA. 2015. Campaña de Manejo Fitosanitario del Maíz. Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de México. Estado de México. 8 p.
- Sánchez O. I. 2014. Maíz (*Zea mays*). Reduca (Biología). Serie Botánica. 7(2): 151-171.
- Savidan A y DJ. BergvinsoN. 2000. Insects in stored maize. XXI International Congress of Entomology. Iguassu Falls, Brasil. 89 p.
- Segura F. 1990. Guía de campo para el manejo de insectos plagas en sorgo y maíz. 179-182.
- Selfa J y L. Anento J. 1997. Plagas agrícolas y forestales. Bol. SEA. 20: 75-91.
- Serna G. E., F. Garcés J, E. Mejía J y C. Fernández. 2005. Evaluación del daño causado por *Diatrea saccharalis* Fabricius en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el medio sinu. Temas agrarios. 10(2): 35-42.
- Serratos T. C., A. Aragón G, B. Pérez y J. F. López O. 2017. Alternativa Agroecológica para el Manejo de *Atta mexicana* en Puebla, México. Southwestern entomologist. 42(1): 261-273.
- Silva A. M., A. E. Castro R, J. L. León C y M. Ishiki I. 2003. Entomofauna asociada a maíz de temporal con diferentes manejos de malezas en Chiapas, México. Manejo Integral de Plagas y Agroecología. 70: 65-73.

- Sistema Meteorológico Nacional. 2023. Monitor de Sequía en México (MSM). Recuperado el 12 de febrero de 2024, de Gobierno de México: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>
- Strable J y J. Scanton M. 2009. Maize (*Zea mays*): A Model Organism for Basic and Applied Research in Plant Biology. Cold Spring Harbor Protocols. 2009(10): 33-41.
- Valdés M. D. C., C, E. G. Vázquez R. 2019. Momento de aparición de las lesiones causadas por *Typophorus nigrinus* (F.) en el boniato en época de primavera. Revista de Agricultura Tropical. 5(1): 51-55.
- Valencia L. L. A., J. Romero N, J. Valdez C, J. L. Carrillo S y V. López M. 2006. Taxonomía y registros de Chrysopidae (Insecta: Neuroptera) en el estado de Morelos, México. Acta zoológica mexicana. 22(1): 17-61.
- Venegas G. M. D. R. S. 2016. Producción y comercialización del maíz en México, Cobertura de riesgo con derivados. 21° Encuentro Nacional sobre Desarrollo Regional en México. Mérida, Yucatán. 21p.
- Virla E. G., A. M. Marino de Remeses L y L. Paradell S. 1990. Presencia de *Dalbulus maidis* (Insecta, Homoptera, Cicadellidae) sobre el maíz y teosinte en Argentina. Revista de la Facultad de Agronomía. 66: 23-30.
- Zumbado A. M y D. Azofeifa J. 2018. Insectos de importancia agrícola. Heredia, Costa Rica. Programa Nacional de Agricultura Orgánica. 204 p.