



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

ESCUELA DE BIOLOGÍA

**DIAGNOSTICO Y EFECTO DE EXTRACTOS
VEGETALES SOBRE INSECTOS ASOCIADOS AL
CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) EN CUAUTINCHÁN,
PUEBLA.**

Tesis que para obtener el título de

LICENCIADA EN BIOLOGÍA

PRESENTA:
ANAHI ROJAS RAMÍREZ

DIRECTOR: DR. AGUSTÍN ARAGÓN GARCÍA

MAYO 2021



ÍNDICE

Índice de figuras	i
Índice de cuadros	ii
Resumen	iii
I. Introducción	1
II. Antecedentes	2
2.1 origen e importancia del cultivo de maíz	2
2.2 <i>Zea mays</i> LINNEO	2
2.2.1 Generalidades del maíz	2
2.2.2 Ubicación taxonómica	3
2.2.3 Descripción botánica	3
2.2.4 Propiedades nutritivas y usos	4
2.3 Principales plagas a nivel mundial	4
2.3.1 Principales plagas en México	5
2.4 Métodos de control de plagas	7
2.4.1 Control Químico	7
2.4.2 Control físico	8
2.4.3 Control cultural	8
2.4.4 Control biológico	8
2.4.5 Manejo Agroecológico de plagas	9
2.4.5.1 Beneficios	9
2.5 Extractos vegetales como alternativa para el control de plagas agrícolas	10
2.5.1 Investigaciones con productos vegetales para el control de insectos	12
2.5.2 <i>Argemone mexicana</i>	14
2.5.2.1 Generalidades y descripción de la especie	14
2.5.2.3 Distribución en México	14
2.5.2.4 Investigaciones fotoquímicas	14
2.5.2.5 Actividad biológica	14
2.5.2.6 Investigaciones con extractos vegetales de <i>Argemone mexicana</i> para el control de insectos	15
2.5.3 Investigaciones sobre el uso de jabón para el control de insectos	15
III. JUSTIFICACIÓN	17
IV OBJETIVOS	18
4.1 Objetivo general	18
4.2 Objetivos particulares	18
V. HIPÓTESIS	18
VI. ZONA DE ESTUDIO	19
VII. METODOLOGÍA	20
7.1 Selección de la parcela experimental	20
7.2 Entomofauna asociada al cultivo de maíz	21
7.3 Manejo de insectos plaga asociados al follaje del cultivo de maíz	22
7.3.1 Tratamientos	23
7.3.2 Preparación de los extractos	23
7.3.3 Aplicación de los tratamientos	24

7.3.4 Variables de estudio	24
7.3.4.1 Porcentaje de infestación	24
7.3.4.2 Porcentaje de daños por planta	25
7.3.4.3 Producción de maíz	25
7.3.5 Análisis estadístico	25
VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
8.1 Insectos asociados al cultivo de maíz en Cuautinchán, Puebla	26
8.1.1 Insectos benéficos asociados al cultivo de maíz de temporal	28
8.1.2 Insectos perjudiciales asociados al cultivo de maíz de temporal	29
8.2 Control de plagas del maíz bajo diferentes tratamientos a base de <i>Argemone mexicana</i>	32
8.2.1 Efecto de los tratamientos en porcentaje de infestación	32
8.2.2 Efecto de los tratamientos en porcentaje de daños	33
8.2.3 Efecto de los tratamientos en la producción de maíz	34
IX. CONCLUSIONES	36
X. LITERATURA CITADA	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Localización geográfica de la zona de estudio, en Cuautinchán, Puebla.	19
2	Diagrama de campo de parcelas divididas en Cuautinchán, Puebla.	20
3	Distribución de las plantas de maíz de temporal utilizadas para el diagnóstico de plagas, en Cuautinchán, Puebla, donde se observan las plantas de la unidad experimental y de las cuales se seleccionaron ocho.	22
4	Diagrama de la distribución de los tratamientos en la parcela experimental, en Cuautinchán, Puebla.	23
5	Porcentaje de los órdenes de insectos colectados en el cultivo de maíz.	28

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Especies de insectos asociados al cultivo de maíz de temporal	27
2	Especies de insectos benéficos encontrados en el cultivo de maíz	29
3	Especies de insectos que dañan el cultivo de maíz	31
4	Porcentaje de infestación \pm error estándar de los organismos encontrados en la plantas de maíz para cada tratamiento en Cuautinchán, Puebla.	32
5	Media \pm error estándar del porcentaje de daños de las plantas de maíz en Cuautinchán, Puebla.	33
6	Media \pm error estándar y grupos homogéneos de la producción de maíz (kg/ha) en Cuautinchán, Puebla.	35

RESUMEN

En México, el cultivo de maíz *Zea mays* es de máxima relevancia y esto se debe a que es considerado el principal alimento para la población mexicana, sin embargo existen numerosas plagas que le causan daños, ante esto el productor recurre a los pesticidas químicos sintéticos para su control, los cuales ocasionan muchos más problemas que beneficios y esto se debe a la falta de información sobre productos orgánicos o métodos alternativos en el control de plagas, por lo que el objetivo de este trabajo fue obtener el diagnóstico de los insectos asociados al cultivo de maíz de temporal y evaluar el efecto de extractos vegetales a base de chicalote y jabón, sobre los insectos que ocasionan daño al cultivo de maíz, en el municipio de Cuautinchán, Puebla.

En una parcela sembrada con maíz de temporal de 45 metros por 7 metros, se dividió en tres partes iguales, en la que se probaron tres tratamientos a base de extracto de chicalote para el control de plagas del maíz, el tratamiento uno se aplicó extracto acuoso de chicalote, el tratamiento dos se aplicó extracto de aceite de chicalote y el tratamiento 3 fue el testigo (solo se le aplicó agua), además en los 3 tratamientos se realizó el diagnóstico de los insectos asociados al cultivo de maíz, realizando muestreos durante los meses de Junio a Agosto. Se encontraron 40 especies de insectos asociados al maíz ubicados en 36 géneros de 24 familias y ocho órdenes.

Los extractos de *Argemone mexicana* a base de aceite y agua, propiciaron menor número de infestación y porcentaje de daños, con una mayor producción de maíz, siendo estadísticamente diferentes que el tratamiento testigo, con lo que se concluye que el uso de extractos vegetales resulta ser una buena alternativa para la protección del daño que le ocasionan las plagas al cultivo de maíz, además que no dañan a los insectos benéficos, no contaminan el ambiente y los mantos freáticos, no dañan la salud de los humanos y son de fácil acceso.

I. INTRODUCCIÓN

En México, el cultivo de maíz *Zea mays* es uno de los cultivos de máxima relevancia, es considerado el principal alimento para el 94% de la población mexicana (González *et al.*, 2016) y uno de los mayores proveedores de materias primas para la industria alimenticia humana y pecuaria (SAGARPA, 2017).

Este cultivo como muchos más presentan daños por insectos, destacando los chapulines, pulgones, frailecillos, gusano cogollero, etc., lo cual al aumentar su densidad hasta niveles anormales lo único que generan son pérdidas económicas (Brechelt, 2004). Los agricultores al observar estas plagas, han recurrido al uso de insecticidas químicos como método de control asegurando su producción y rebajando el costo de mano de obra (Ruíz-Nájera *et al.*, 2011), sin embargo el uso irracional de estos plaguicidas sintéticos han provocado la ruptura en el sistema, ocasionando contaminación ambiental, contaminación de corrientes subterráneas de agua, disminución de organismos benéficos y especies silvestres, además de intoxicaciones (Jazo, 2018) y resistencia e incluso nuevos insectos plaga (Pérez-Torres *et al.*, 2009).

De acuerdo con Ortiz-García *et al.* (2017), citan que para lograr el manejo adecuado de las plagas, es necesario realizar el diagnóstico de las mismas, de esta forma se tendrán los conocimientos necesarios para decidir el método de control más adecuado. Así mismo, Aragón *et al.* (2019), proponen que para evitar los problemas que ocasionan el mal manejo de los pesticidas, se recomienda el uso de extractos vegetales para el control de plagas, ante esto, en el presente trabajo se propuso conocer las especies de insectos que se encuentran asociadas al cultivo de maíz, así mismo, se buscó una alternativa con productos de origen vegetal para ejercer un método de control, disminuyendo así los daños que realizan los insectos plaga, obteniendo una mejor producción, cuidando la salud humana y evitando los problemas ocasionados por el mal uso de los insecticidas químicos.

II. ANTECEDENTES

2.1. ORIGEN E IMPORTANCIA DEL CULTIVO MAÍZ

El maíz se originó en una parte restringida de México y los tipos más desarrollados emigraron hacia otros sitios de América entre los años 8000 y 600 A.C. en Mesoamérica (México y Guatemala), el ecosistema que dio lugar al maíz era de invierno-seco estacional en alternancia con lluvias de verano, en una región montañosa y sobre roca caliza (Acosta, 2009). Prácticamente se cultiva en todas las zonas del mundo y ocupa la tercera posición en cuanto a producción total, detrás del arroz y el trigo (Monsanto, 2000). Los principales países productores de maíz son Estados Unidos de América, seguido de China, Brasil y México (Cruz *et al.*, 2010).

Desde el punto de vista alimentario, económico y social, el maíz es el cultivo más importante del país, el consumo per cápita en México es aproximadamente 10 veces mayor que el de Estados Unidos de América, siendo cerca del 60% de la producción destinada al consumo humano. La superficie agrícola sembrada cuenta con un aproximado de 7.5 millones de hectáreas, principalmente en las zonas sub-húmeda tropical, templada húmeda y sub- húmeda. De la superficie total sembrada con maíz, la mayor parte es de temporal (80%) o seco (Massieu y Lechuga, 2002; Fernández *et al.*, 2013). El cultivo de maíz en México se caracteriza por la producción de una amplia gama de variedades, sin embargo en nuestro país la más importante es la de maíz blanco, cuya participación en la producción total de maíz es de 94%, con respecto del año agrícola, la producción generada en el ciclo de Primavera Verano representa el 79% promedio anual y en el ciclo Otoño Invierno se produce el 21% restante (Cruz *et al.*, 2010).

2.2. *Zea mays* LINNEO

2.2.1. Generalidades del maíz

El maíz es una planta monocotiledónea, pertenece a la familia de las Poáceas, de la tribu Maydeas, las especies del género *Tripsacum* son formas salvajes parientes del maíz, también de origen americano, pero sin valor económico. En

general, solo *Zea mays* se considera como una especie de gran importancia económica dentro de las Maydeas (Sánchez, 2014).

2.2.2. Ubicación taxonómica

La ubicación taxonómica del maíz de acuerdo con Wilkes, 1985 es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Subfamilia: Panicoideae

Tribu: Maydeae

Género: *Zea*

Especie: *Zea mays* L.

2.2.3. Descripción botánica

La planta de maíz es de porte robusto de fácil desarrollo y de producción anual, el tallo tiene aspecto de caña, con entrenudos rellenos de una médula esponjosa, es erecto, sin ramificaciones y de elevada longitud, pudiendo alcanzar 4 metros de altura. El maíz es de inflorescencia monoica (inflorescencia masculina y femenina) separada dentro de la misma planta, en cuanto a la inflorescencia masculina presenta una panícula de coloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de polen que va de 20 a 25 millones de granos y se encuentra en la parte superior de la planta en forma de eje central. En cada florecilla que compone la panícula se presenta tres estambres donde se desarrolla el polen, la inflorescencia femenina surge hacia la mitad del tallo, marca un menor contenido de granos y se forma en unas estructuras vegetativas denominadas espádices que se disponen de forma lateral. Las hojas son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades, las raíces son fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta,

sobresalen unos nudos de las raíces del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundaria o adventicias (Ortas, 2008; Caicedo-Camposano *et al.* 2019).

2.2.4. Propiedades nutritivas y usos

En México, el maíz es consumido en varias formas: en elote, en tlaxcal, tamales, bebidas fermentadas, pero principalmente en forma de tortilla, con un consumo per cápita de 100 kg de maíz al año en diferentes formas. La tortilla es considerada como un alimento de primera necesidad para el 94% de la población mexicana, su consumo provee el 70% de total de las calorías, cerca de 50% de proteínas y 49% de calcio (González *et al.*, 2016).

Otros usos son la elaboración de jarabe y almidón; este último tiene aportes energéticos importantes para el ser humano y es un proveedor de materias primas para la industria alimenticia, tanto humana como pecuaria (SAGARPA, 2017).

2.3. Principales plagas a nivel mundial

Entre los insectos que se consideran dañando el cultivo de maíz están las hormigas cortadoras de hojas (*Acromyrmex* sp. y *Atta* sp.) causantes de pérdidas económicas considerables (Muñoz, 2017), la lagarta cortadora (*Agrotis ipsilon*) causantes de muerte en las plantas por la corta de brotes (San Blas y Barrionuevo, 2013) y el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) plaga que siempre pone en riesgo la productividad del cultivo (Casmuz *et al.*, 2010). Existen otro grupo de insectos que son considerados secundarios ya sea porque no causan pérdidas económicas muy grandes o porque sus ataques no son frecuentes, como el barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*), la lagarta elasmó (*Elasmopalpus lignosellus*), el gusano elotero (*Heliothis zea*) y el pulgón del maíz (*Rhopalosiphum maidis*) (Zerbino y Fassio, 1995).

El mismo autor cita que de acuerdo al ciclo del cultivo estos insectos pueden causar daño en la implantación, hoja, tallo y espiga, siendo el primero el que tiene mayor relevancia dado que las plantas dañadas son de difícil recuperación y una

vez detectado el daño existen serias dificultades para realizar un método de control.

2.3.1. Principales plagas en México

En México existen numerosas plagas que causan daño al cultivo de maíz, atacando la semilla, las raíces, el tallo, las hojas y el fruto, sin embargo pocos son de importancia económica (Páliz y Mendoza, 1999).

Se han citado pérdidas del 48% en cultivo de maíz cuando este es dañado por plagas de la raíz (Aragón *et al.*, 2001). Lugo-García *et al.* (2012) consideran que las larvas de coleópteros Melolonthidae conocidas como gallina ciega son una de las principales plagas rizófagas del maíz, teniendo una importancia económica. Ramírez-Salinas y Castro-Ramírez (2000), reportan para el maíz de temporal que la mayor abundancia de gallina ciega se presenta en la etapa juvenil del cultivo, entre los meses de Agosto y Septiembre, generando daños por manchones de las plantas.

Otras plagas rizófagas importantes son el gusano de alambre (*Aeolus* sp. y *Metanotus* sp.) y el gusano alfilerillo (*Diabrotica* spp.), teniendo una infestación promedio del 40% en las regiones productoras (SAGARPA, 2015).

Las larvas de *Aeolus* spp. aparecen especialmente al comienzo del ciclo vegetativo del maíz, devoran las raíces de las plantas jóvenes y presentan una notable reducción de la población hasta el punto de producir manifestaciones de marchitez y muerte de las plantas (Páliz y Mendoza, 1999).

El gusano alfilerillo nombre que se le da a la larva de la diabrotica (*Diabrotica* spp.) es una de las plagas que ocasiona daños en la raíz de las plantas, lo cual provoca deterioro fisiológico y daños de importancia económica desde la perdida en rendimiento de grano (Pérez *et al.*, 2006). En estado adulto la diabrotica daña el follaje de las plantas y los estigmas (cabellitos del elote), los cuales al ser destruidos provocan una polinización deficiente. Las poblaciones más altas se han

localizado durante los meses de Julio a Octubre, lo cual coincide con la floración y la maduración del grano (González, 1995).

Los chapulines son un grupo de insectos pertenecientes al orden Orthoptera de gran importancia agrícola, su población se ha visto en aumento produciendo importantes pérdidas económicas entre el 20 y 30% de la producción. El chapulín en estado de ninfa y adulto causa severos daños, llegando a consumir casi la mitad de su peso corporal de forraje verde en un día, en general invaden los cultivos en los meses de julio a septiembre (Huerta *et al.*, 2014).

AgroSintesis (2017), reporta a *S. frugiperda* mejor conocido como gusano cogollero como una de las principales plagas del follaje de la planta de maíz, siendo las larvas completamente desarrolladas las que se alimentan del cogollo de la planta cuando esta mide alrededor de 50 cm de altura, generando perforaciones a las hojas y en ocasiones la muerte del cogollo, también pueden atacar la flor masculina provocando la interrupción del proceso normal de polinización.

Mocis latipes mejor conocido como falso medidor, es una especie polífaga que ocasiona daños en estado larval, defolia rápidamente las plantas dejando solo la nervadura central, cuando hay fuertes infestaciones puede llegar a reducir el rendimiento (Ruíz *et al.*, 2013).

El mismo autor cita que *Rhopalosiphum maidis*, conocido como pulgón verde del maíz, infesta todas las partes de la planta, pero el daño más severo se produce en la espiga, viéndose afectada la polinización. En condiciones de infestación severa las hojas se secan y ocurre clorosis, estos áfidos excretan maleza, la cual puede atraer hormigas, hongos patógenos y otras plagas del maíz.

Otra especie como *Nicentrites testaceipes* (picudo chico del maíz) es considerado una plaga ocasional, puede causar daños graves si no se controla, principalmente en los maíces tardíos. Las larvas de este insecto barrenan el tallo del maíz, se alimentan de las hojas envolventes del tallo, los estigmas y las raíces de las plantas lo cual las vuelve vulnerables al acame (Pérez *et al.*, 2011a).

Geraeus senilis (picudo de la hoja del maíz) reduce el peso del grano y daña la mazorca, lo que ocasiona la disminución de la capacidad de la planta de producir y traslocar fotosintatos (Pérez-Domínguez e Ireta-Moreno, 2017)

2.4 MÉTODOS DE CONTROL DE PLAGAS

Actualmente en México los productores han tomado medidas de control bastantes inmediatas, con el fin de eliminar los insectos plagas con seguridad y sin mucha mano de obra, por lo que han recurrido al uso de insecticidas químicos como primera opción en cuanto a un método de control, quienes por condiciones laborales y culturales minimizan el riesgo para su salud, o bien ignoran el peligro que enfrentan y que pone en riesgo su vida (Ruíz-Nájera *et al.*, 2011).

Las consecuencias ecológicas del uso de insecticidas causan gran precaución, aunque otros aspectos de la agricultura moderna por lo general tienen un mayor impacto en el medio ambiente, los insecticidas se encuentran entre las herramientas agrícolas que están más asociadas con el daño ambiental, a pesar de tener como objetivo específico matar insectos plaga, puede que esta tenga un impacto letal o subletal en organismos que no son su objetivo y reducir o contaminar productos alimenticios para los niveles tróficos superiores (Devine *et al.*, 2008).

A continuación se dan a conocer diferentes métodos de control en el sistema agrícola.

2.4.1 Control químico

Esta alternativa de control se recomienda solo en casos en que la plaga haya superado el umbral de daño económico y cuando ninguna otra alternativa sea eficiente (Quiroz *et al.*, 2016). Actualmente aunque los plaguicidas sintéticos representan una de las principales y más efectivas armas para el manejo de plagas agrícolas, estos provocan altos costos económicos, contaminación ambiental, contaminación de corrientes subterráneas de agua, disminución de

organismos benéficos y especies silvestres, intoxicaciones, efectos negativos sobre aplicadores y personas relacionadas con su manejo y desarrollo de resistencia de las plagas (Zepeda-Jazo, 2018).

2.4.2 Control físico

Es otro método alternativo que consiste en el empleo de medios físicos directos o indirectos, con el objeto de destruir a los insectos provocando cambios en su actividad fisiológica normal o modificar el medio ambiente para hacerlo desfavorable e interrumpir sus funciones vitales (Martínez, 2010). El fundamento del método es que las plagas sólo puedan desarrollarse y sobrevivir dentro de ciertos límites mínimos y máximos, que varían según las especies de insectos y estado de desarrollo (Cisneros, 1995).

2.4.3 Control cultural

Se realiza a través de prácticas agronómicas que contribuyen a mantener un agroecosistema menos favorable para el establecimiento, desarrollo y supervivencia de organismos dañinos, básicamente este método de control es preventivo, es decir se efectúa aún antes de que las plagas se presenten. Entre las prácticas más comunes se encuentran: fecha de siembra, rotación y asociación de cultivos, manejo de suelo y agua, métodos de labranza, etc. (Nájera-Rincón *et al.*, 2010). Así mismo consiste en remover y destruir insectos y órganos que infestan las plantas, evitando el paso de los insectos y otros animales mediante barreras físicas. Se recomienda este método en áreas pequeñas debido a que se requiere mucha mano de obra (Ureta *et al.*, 2014).

2.4.4 Control biológico

Con el control biológico se intenta restablecer el perturbado equilibrio ecológico, mediante la utilización de organismos vivos o sus metabolitos, esto para reducir los daños causados por organismos perjudiciales (Badii y Abreu, 2006), lo cual significa la regulación de la población de un organismo que está afectando al cultivo y generando pérdidas económicas (plaga), mediante la acción de otro que

naturalmente ha sido diseñado para ejercer dicha función, buscando estabilizar poblaciones y llevarlas por debajo del Nivel de Daño Económico (NDE). Se han definido tres tipos de controladores en el ámbito entomológico: los depredadores, que son artrópodos (insectos y arácnidos) atrapan a su presa y la devoran; los parasitoides, que de forma interna o externa se alimentan de un hospedante (la plaga) y limitan su estabilidad; y los Entomopatógenos que pueden ser bacterias, hongos, virus u otros microorganismos que provocan enfermedades en los insectos (Rodríguez *et al.*, 2010).

2.4.5 Manejo Agroecológico de plagas

Es una estrategia holística que se sustenta en principios agroecológicos y busca restablecer el equilibrio entre las poblaciones de insectos dañinos y benéficos, promoviendo la restauración de la biodiversidad funcional y aplicando alternativas de manejo que no generen impactos indeseables para los productores, los consumidores y el ambiente (Bahena, 2018), en general las áreas de agricultura orgánica tienen un sistema especial, pues el manejo de plagas es totalmente agroecológico (Vázquez, 2006).

2.4.5.1. Beneficios

Algunos objetivos de la estrategia agroecológica según Chou *et al.* (2016)

1. Lograr conservar los recursos naturales y mantener niveles continuos de producción agrícola.
2. Minimizar los impactos en el medio ambiente.
3. Adecuar ganancias económicas (viabilidad y eficiencia).
4. Satisfacer las necesidades humanas y de ingresos.
5. Responder a las necesidades sociales de las familias y comunidades (nutrición, salud, etc.).

Altieri y Nicholls (2000), citan que la agroecología enfatiza un enfoque que consiste en ensamblar los componentes del agroecosistema (cultivos, animales, árboles, suelos, etc.), de manera que las interacciones temporales y espaciales

entre estos componentes se traduzcan en rendimientos derivados de fuentes internas, reciclaje de nutrientes y materia orgánica, y de relaciones tróficas entre plantas, insectos, patógenos, etc.

2.5 EXTRACTOS VEGETALES COMO ALTERNATIVA PARA EL CONTROL DE PLAGAS AGRÍCOLAS

Desde la antigüedad los extractos vegetales han sido utilizados por los hindúes, chinos, griegos y romanos con fines rodenticidas, insecticidas y conservación de víveres almacenados. Durante muchos siglos, las formulaciones basadas en las plantas se utilizaron para combatir los insectos plaga, utilizados como fitosanitarios moléculas de origen vegetal como los alcaloides, pero después de esta primera generación, los fitosanitarios de origen vegetal fueron sustituidos por pesticidas de síntesis química (Celis *et al.*, 2009).

Los extractos vegetales se caracterizan por la presencia de determinados metabolitos secundarios que son normalmente no esenciales para el proceso metabólico básico de la planta, entre ellos se encuentran terpenos, lignanos, alcaloides, esteroides y ácidos grasos (Celis *et al.*, 2008).

La revalorización de las plantas como fuente de sustancias insecticidas se viene difundiendo desde los últimos 35 años y en algunos países de América Latina como Brasil, México, Ecuador y Chile, se han desarrollado líneas de investigación que buscan en las plantas compuestos químicos con menor impacto ambiental y potencial para el control de plagas agrícolas. El uso de polvos vegetales es una alternativa recuperada de la agricultura, que en evaluaciones con rigor científico han demostrado actuar como repelentes, deterrentes de oviposición y alimentación, reguladores de crecimiento e insecticidas tanto adultos como larvas (Silva *et al.*, 2005).

Pérez (2007), menciona las principales formas en que los compuestos de las plantas actúan sobre los organismos:

- Insecticidas de contacto: El extracto vegetal actúa en la pared del cuerpo del insecto.
- Sustancias alimentarias: Inhiben la alimentación normal del insecto.
- Agentes morfogénicos: Causan alteraciones en el desarrollo o en la fisiología normal del insecto.
- Sustancias repelentes: Al aplicarse estas sustancias, los insectos se alejan del lugar de la aplicación.
- Sustancias atrayentes: Las plantas son empleadas para la elaboración de trampas.

Actualmente en el mundo se han registrado el uso de aproximadamente 2400 especies de plantas como plaguicidas. En América se han empleado las especies de *Lonchocarpus nicou*, *Tephrosia vogelii*, *Schoenocaulon officinale* y *Anabasis* spp. para controlar insectos (Villavicencio-Nieto y Pérez-Escandón, 2010).

El mismo autor cita que las especies de plantas con mayor importancia de uso plaguicidas en México son: *Trichilia havanensis*, *Psidium guajava*, *Nicotiana tabacum*, *Tagetes erecta*, *Mentha rotundifolia*, *Ipomoea stans*, *Tagetes lucida*, *Parthenium hysterophorus* y *Schinus molle*. Las familias más importantes son Asteraceae, Solaneae, Meliaceae y Fabaceae, empleando todas las partes vegetales y todas las formas de vida.

Terrile (2010), describe algunas elaboraciones para la extracción de las propiedades insecticidas de las plantas:

- Infusiones: Los preparados se realizan por medio de un té de hierbas, se sumergen las partes tiernas o secas de las plantas como flores, hojas, etc. en agua hirviendo, dejando de 12 a 24 h de reposo.
- Decocción: Para extraer sus sustancias activas se utilizan las partes duras de las plantas como las hojas coriáceas, la corteza de árboles, las raíces, semillas, cascaras, etc., haciendo hervir no más de 30 minutos las partes de interés.

- Purín: Pueden ser de fermentación o en fermentación, de fermentación consta de la preparación a partir de estiércoles, plantas, hierbas o restos vegetales que puedan ser enriquecidos con algún compuesto mineral como por ejemplo cenizas; en fermentación, se prepara sumergiendo la planta de interés en agua por el termino de cuatro a siete días.
- Macerado: Se realizan a partir de plantas frescas o secas colocadas en agua durante no más de 3 días.

2.5.1. Productos vegetales para el control de insectos

Rodríguez y López (2001), reportan el uso del extracto vegetal de chilaca (*Senecio salignus*) para el control de *Zabrotes subfasciatus* en frijol almacenado.

Pérez-Pacheco *et al.* (2004), reportaron el uso de extractos vegetales acuosos y acetonicos de la semilla de Anona (*Annona squamosa* L.), vaina de huizache (*Acacia farnesiana* L.) y corteza de guamúchil (*Pithecellobium Roxb*), contra la mortalidad de larvas de mosquito *Culex quinquefasciatus*.

González *et al.* (2006), reportaron que los productos de extractos vegetales y aceites minerales como Extranatural y Safe-T-Side son productos que reducen las poblaciones de mosca blanca.

Aragón *et al.* (2008), citan que el uso de extractos acuosos de *Gliricidia sepium* alternadas con aplicaciones de jabón neutro, para el control de plagas insectiles que afectan el follaje del cultivo de Jamaica.

El extracto de *Polygonum hydropiperoides* con diclorometano, presentó efecto insecticida y antialimentario contra larvas de *S. frugiperda* en plantas de maíz. (Lizarazo *et al.*, 2008).

Cerna Chávez *et al.* (2010), reportaron el uso de aceite de soya y el extracto de neem como controladores de *Sitophilus zeamaiz*.

Aragón *et al.* (2014), reportaron el extracto acuoso de *Gliricidia sepium* alternado con aplicaciones de jabón neutro, para el control de plagas insectiles del follaje de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.).

Ángel-Ríos *et al.* (2015), reportaron los extractos vegetales de *Melia azedarach*, *Annona muricata* y *Ricinus communis*, para el control de larvas de *S. frugiperda* del maíz.

Rodríguez-Rodríguez *et al.* (2016), reportaron el extracto de cempasúchil (*Tagetes erecta*) para el control de pulgón amarillo (*Melanaphis sacchari*) en sorgo.

Almazán y Aragón (2016), reportan el extracto acetónico sólido a 500 ppm, el cual protege al cultivo de amaranto de los daños que le ocasionan *Spodoptera exigua*, *Herpetogramma bipunctalis* y *Pholisora catullus*.

Orozco (2016), reporta los extractos de ruda y neem como controlador contra insectos y homópteros en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

Corrales *et al.* (2018), reportaron el efecto repelente del extracto natural de canela/clavo de olor para combatir la mosca blanca en el cultivo de melón.

Sariol-Sánchez *et al.* (2018), citan que el extracto acuoso de boniato apestoso (*Agdestis clematedea*) el cual regula poblaciones de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en cultivo de pimiento.

Figuroa-Gualteros *et al.* (2019), reportaron los extractos de *Azadirachta indica*, *Piper nigrum*, *Petiveria alliacea*, *Nicotina tabacum*, *Lippia alba* y *Allium sativum* los cuales protegen las plantas de maíz amarillo, contra los daños ocasionados por *S. frugiperda*.

2.5.2. *Argemone mexicana*

2.5.2.1. Generalidades y descripción de la especie

Nombre común: Chicalote, amapola montés, cardo, cardo santo y amapolilla (Vibrans, 2009). Nativa de México (Villaseñor y Espinosa, 1998)

Argemone mexicana L. pertenece a la familia de las Papaveraceae, es una planta herbácea anual o perenne de vida corta, con látex blanco, de 60 a 80 centímetros de alto. Presenta hojas sésiles, con aguijones en el margen y en los nervios, sus flores son de color amarillo intenso o amarillo pálido, obcuneados a obovados. El fruto es una cápsula de 4 a 6 carpelares, cilíndricas a ampliamente elipsoides, a menudo truncadas en el ápice. La raíz es pivotante (Carmona *et al.*, 2008).

2.5.2.3 Distribución.

Se han registrado en Aguascalientes, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Colima, Durango, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Estado de México, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán, Zacatecas, Centroamérica, Sudamérica, las Antillas y Estados Unidos de América (Villaseñor y Espinosa, 1998; Diego-Pérez y Bustamante-García, 2017).

2.5.2.4 Fitoquímica de *Argemone mexicana*

Argemone mexicana presenta alcaloides como berberina, protropina, sanguinaria; aminoácidos, compuestos fenólicos y ácidos grasos como ácido mirístico, palmítico, oleico, linoleico, etc. (Díaz, 2016). La berberina ésta distribuida en todos los tejidos e inclusive en semillas de estado inmaduro y la sanguinaria en raíz y en semillas maduras (Laines, 2019).

2.5.2.5 Actividad biológica

Shripad (2017), cita que la especie de *A. mexicana* ha sido estudiada por su actividad antimicrobiana, anticancerosa, antioxidante, antidiabética,

antiinflamatoria y analgésica, de igual manera para tos y gripe (Soria y Ramos, 2015).

2.5.2.6 Control de insectos con extractos de *Argemone mexicana*

Aragón *et al.* (2009), reportaron que el extracto acuoso de *A. mexicana* es efectivo para el control los insectos que dañan el cultivo de amaranto.

Granados-Echegoyen *et al.* (2013), reportaron el extracto etanolico de hojas de *A. mexicana*, para el control de ninfas de *Bactericera cockerelli* en jitomate.

Torija-Torres *et al.* (2014), citan que el extracto acuoso de *A. mexicana* resultó efectivo para el control de *Rhagoletis zoqui* en huertos de nogal de castilla *Juglans regia*.

Martínez-Tomas *et al.* (2015), reportaron a *A. mexicana* en extracto acuoso para el control de mosca blanca *Bemisia tabaci* en el cultivo de jitomate.

Vázquez *et al.* (2016), comentan que el uso de los extractos acuosos de *A. mexicana* en combinación con *Beauveria bassiana* es una buena alternativa para el control de *Sphenarium purpurascens* en amaranto.

Aragón *et al.* (2019), reportaron el uso de los extractos vegetales en extracción acuosa y aceitosa de *A. mexicana* (chicalote) utilizando el producto Entobiomex (elaborado a base de chicalote), para evitar los daños que ocasiona el chapulín en cultivo de maíz.

2.5.3 Uso de jabón para el control de insectos

Vargas (1999), reporta el uso de jabón doméstico para la protección de daños de cultivos ocasionados por *Atta colombica*. Así mismo, Polack (2005), reporta el uso de jabones insecticidas para el control de mosquita blanca en cultivos hortícolas.

Porcuna (2008), reporta el uso de jabón agrícola para la protección de daños por mosquita blanca en el cultivo de jitomate.

González-Maldonado y García-Gutiérrez (2012), reportaron el uso de jabón zote para el control de mosquita blanca en cultivo de tomate, mientras que Blanco-Metzler y Zúñiga (2013), reportan el uso de jabones comerciales de barra para el control de *Aulacaspis yasumatsui*.

III. JUSTIFICACIÓN

El maíz es uno de los cultivos básicos e importantes dentro de la industria comercial y alimentaria, algunos productos derivados son las harinas, aceites, jarabes, etc., además de ser altamente utilizado como alimento de gran parte de los animales que son consumidos o utilizados como productos de alimento. Algunos problemas que se enfrenta el agricultor, son los daños ocasionados por los insectos que se encuentran asociados a su cultivo, como los chapulines, pulgones, frailecillos, gusano cogollero, etc., lo que genera que su producción disminuya y recurra al uso de insecticidas sintéticos con el único fin de combatir las plagas presentes, al utilizar estos químicos lo único que hace el agricultor es ocasionar daños al medio ambiente y a la salud humana, ya sea por las altas dosis o mezclas de estos productos, generando resistencia e incluso nuevos insectos plaga, así mismo se dañan a los insectos benéficos (Pérez-Torres *et al.*, 2009).

La falta de información adecuada a agricultores sobre productos orgánicos o métodos alternativos en el control de plagas es muy evidente, sobre todo porque existen muy pocos estudios que tomen en cuenta el uso de extractos vegetales para el control de plagas. Lo que se busca en este estudio es dar a conocer por medio del diagnóstico de insectos, que organismos son benéficos y cuáles perjudiciales para el cultivo de maíz, además de emplear el uso de extractos vegetales para el control de las plagas, los cuales no dañan a los insectos benéficos, no contaminan el ambiente, ni los mantos freáticos y sobre todo no dañan la salud de los humanos.

IV. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general.

Obtener el diagnóstico de los insectos asociados al cultivo de maíz de temporal y evaluar el efecto de los extractos vegetales a base de chicalote y jabón, sobre los insectos que ocasionan daño al cultivo de maíz, en el municipio de Cuautinchán, Puebla.

4.2 Objetivos particulares.

1. Identificar las especies de insectos asociados al cultivo de maíz de temporal durante el ciclo agrícola 2019, separando benéficos y perjudiciales.
2. Conocer el efecto de *Argemone mexicana* en extracto acuoso y aceitoso alternado con la aplicación de jabón neutro, sobre los insectos presentes en el follaje del cultivo de maíz en el municipio de Cuautinchán, Puebla.

V. HIPÓTESIS

Con al menos uno de los extractos vegetales de *A. mexicana* se afectará la población de insectos asociados al cultivo de maíz, en el municipio de Cuautinchán, Puebla.

VI. ZONA DE ESTUDIO

El municipio de Cuautinchán se localiza en la parte central del estado de Puebla (Figura 1), sus coordenadas geográficas son los paralelos 18° 54'18" y 19°00'30" de latitud norte y los meridianos 97°56'24" y 98°09'18" de longitud occidental con una altitud entre 2000 y 2500 m. Colinda al Norte con los municipios de Amozoc y Acajete, al Este con los municipios de Acajete, Tepeaca y Tecali de Herrera, al Sur con los municipios de Tecali de Herrera, Tzicatlacoyan y Puebla; al Oeste con los municipios de Puebla y Amozoc. Presenta una región hidrográfica con el río balsas, la cuenca con el río Atoyac, la subcuenca con el río Atoyac- Balcón del Diablo, río Alseseca y presa Miguel Ávila Camacho. En la región predomina el clima templado subhúmedo con lluvias en verano y un rango de precipitación de 700- 900 mm (INEGI, 2009).

El tipo de vegetación que predomina es el pastizal seguida de bosque y área sin vegetación (que se han utilizado para la zona agrícola), presentan cuatro tipos de suelo: leptosol, durisol, phaeozem y calcisol, el principal uso del suelo es la agricultura de temporal y posteriormente la zona urbana (INEGI, 2009).

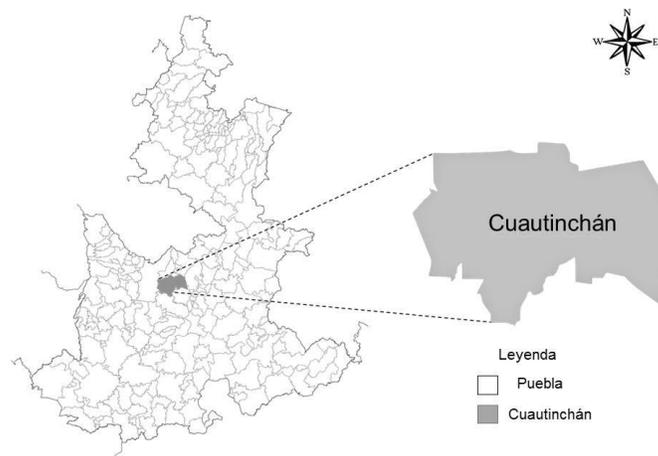


Figura1. Localización geográfica de la zona de estudio, en Cuautinchán, Puebla.

VII. METODOLOGÍA

7.1 SELECCIÓN DE LA PARCELA EXPERIMENTAL

Esta investigación se realizó en una parcela representativa con cultivo de maíz de temporal ubicada en el municipio de Cuautinchán, Puebla; y en el laboratorio de Manejo Agroecológico de Plagas del Centro de Agroecología (CENAGRO) del Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

La parcela seleccionada contó con una superficie de 5000 m², en la cual se delimitó una superficie de 45m de largo por 7m de ancho. Dentro de la superficie se estableció un diseño de parcelas divididas, con tres tratamientos y cuatro repeticiones, la unidad experimental presento una superficie de 24.5 m² (7 X 3.5m), donde se sembraron 55 plantas de maíz con una separación entre plantas de 30cm y entre surcos de 50cm. La separación de cada parcela fue de 1.5m y entre cada unidad experimental de 60 cm (Figura 2). La siembra del maíz se realizó como tradicionalmente la hace el productor y realizando todas las labores agrícolas propias del cultivo de maíz, lo único se cambio fue la aplicación de los tres tratamientos en cada parcela.

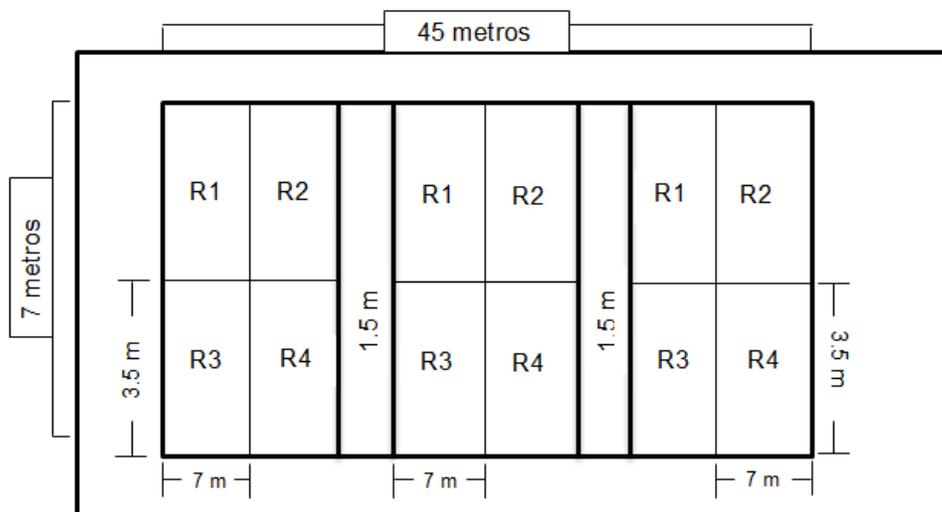


Figura 2. Diagrama de campo de parcelas divididas en Cuautinchán, Puebla.

7.2 ENTOMOFAUNA ASOCIADA AL CULTIVO DE MAÍZ

A partir de la emergencia de la planta y hasta antes de la cosecha se realizaron muestreos quincenales, por tres métodos. En cada muestreo se seleccionaron, con una tabla de números aleatorios, ocho plantas al azar por cada unidad experimental dando un total de 32 por cada parcela (figura 3), los insectos presentes en estas plantas, se colectaron de 3 formas: la primera por colecta directa, dirigida a los insectos no voladores de las hojas (haz y envés) y tallos, el segundo con aspirador entomológico que sirvió para colectar los insectos pequeños y el tercero por red de golpeo, en este caso se pasó por toda la parcela para colectar los insectos de vuelo rápido.

Al final de la cosecha se eligieron 30 plantas al azar por cada unidad experimental donde se colectaron los insectos presentes en la raíz y tallo, el muestreo para la raíz consistió en extraer un monolito de suelo de 30 x 30 x 30 cm y se revisó cuidadosamente para colectar los insectos asociados a la raíz de las plantas de maíz, se incluyó una planta de maíz la cual se colectó y se revisó cuidadosamente, realizándole una disección vertical, con el fin de colectar los organismos que se encontraron presentes en el tallo.

Los insectos colectados fueron depositados en frascos de plástico de 35 ml de capacidad, para el caso de larvas se fijaron en líquido pampel (Morón y Terrón, 1988) por cinco días y posteriormente se pasaron a alcohol al 70% para su conservación, para los adultos se colocaron en frascos letales a base de acetato de etilo y se montaron al menos 6 organismos por especie en alfiler entomológico. Todos los frascos fueron etiquetados con los datos de colecta: municipio, localidad, fecha, número de planta, método de colecta y colector. Todo el material fue trasladado al laboratorio de Sistemática y diagnóstico de plagas del CENAGRO para su procesamiento y determinación.

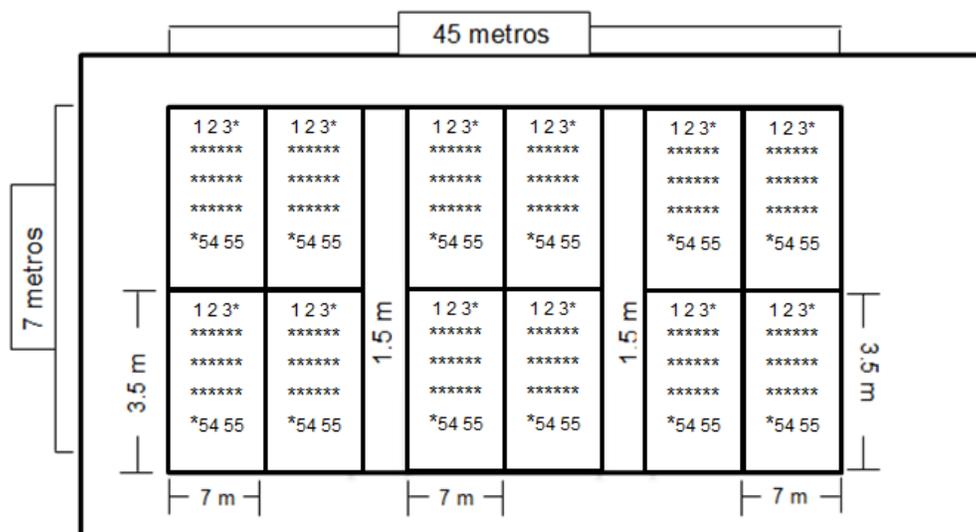


Figura 3. Distribución de las plantas de maíz de temporal utilizadas para el diagnóstico de plagas, en Cuautichán, Puebla, donde se observan las 55 plantas de la unidad experimental y de las cuales se seleccionaron ocho.

7.3 MANEJO DE INSECTOS PLAGA ASOCIADOS AL FOLLAJE DEL CULTIVO DE MAÍZ

La selección de la especie vegetal para la elaboración de los extractos fue *A. mexicana*, esto en base a las recomendaciones realizadas por Aragón *et al.* (2019), el producto pulverizado de la planta vegetal (chicalote) se tomó del bioinsecticida Entobiomex elaborado en el laboratorio de Manejo Agroecológico de plagas del CENAGRO, la extracción de los principios activos del chicalote se realizó en dos formas acuoso y aceite. El acuoso se preparó un día antes de utilizarlo, mientras que, el extracto a base de aceite se realizó en el 2019 y consistió en agregar 500 g de materia vegetal por un litro de aceite vegetal (Aragón *et al.*, 2019), la mezcla se dejó reposar durante 30 días, posteriormente se filtró con una prensa manual y se envasó.

7.3.1 Tratamientos

Se probaron tres tratamientos, uno a base de aceite al 0.31%, uno acuoso al 3%, ambos de la planta seleccionada (chicalote) y se alternaron las aplicaciones de ambos tratamientos con jabón neutro y el testigo que consistió en aplicar agua. La distribución de los tratamientos dentro de las parcelas divididas se muestra en la Figura 4, donde se observa que el testigo se colocó en la parte de en medio, de esta forma sirvió de barrera entre los dos tratamientos a base de chicalote.

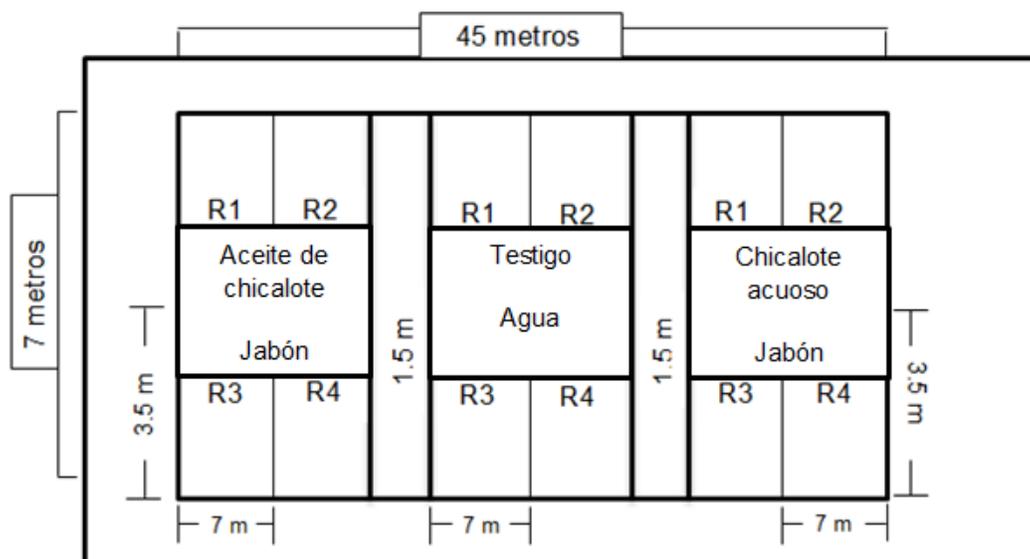


Figura 4. Diagrama de la distribución de los tratamientos en la parcela experimental, en Cuautinchán, Puebla.

7.3.2 Preparación de los extractos

Para la concentración del 3% del extracto acuoso se agregó 30 gramos de materia vegetal por cada litro de agua, la cual se dejó reposar durante 24 horas antes de la aplicación, transcurrido este tiempo se filtró con una malla fina y posteriormente se aplicó.

Para el extracto a base de aceite se aplicó a una concentración de 0.31 %, se tomó 3.1 mililitros de aceite de chicalote por cada litro de agua, al cual se agregó 1 mililitro de surfatol por cada litro de agua, con la finalidad de ayudar a disolver la consistencia aceitosa del tratamiento.

La preparación de jabón neutro fue de 100 g de jabón por 16 litros de agua, el producto se molio en una licuadora industrial marca **pdh** modelo **PD14**, donde se dejó reposar por 12 horas, se filtro con una malla fina y se aplicó.

Todas las cantidades de extractos que se prepararon estuvo acorde al consumo de agua que requería el follaje del cultivo de acuerdo a su desarrollo.

7.3.3 Aplicación de los tratamientos

La aplicación de tratamientos comenzó cuando la planta presento una altura de 15 cm en promedio, se hicieron 10 aplicaciones de cada tratamiento con intervalos de ocho días, alternando una semana extractos de chicalote y otra semana jabón, por lo tanto se realizaron 5 aplicaciones de extractos de chicalote y 5 aplicaciones de jabón. La aplicación de los tratamientos se hizo con ayuda de dos aspersoras de mochila de 16 litros de capacidad, y se realizaron después de evaluar las variables de interés.

7.3.4 Variables de estudio

La variable que se consideró para evaluar el efecto de los tratamientos en el control de plagas fue: el porcentaje de infestación, porcentaje de daños por planta y la producción de maíz al momento de la cosecha.

7.3.4.1 Porcentaje de infestación

Para determinar el porcentaje de infestación se contó el número de insectos presentes en las 55 plantas de cada unidad experimental de cada tratamiento.

7.3.4.2 Porcentaje de daños por planta

El daño foliar se realizó con base al porcentaje del área foliar afectada que presentaron las plantas de cada tratamiento, considerando como el 100% de daño cuando la planta estaba totalmente dañada y 0% cuando no había daño, de acuerdo a la metodología propuesta por Vázquez *et al.*, 2016.

7.3.4.3 Producción de maíz

Una vez realizada la cosecha de las 55 plantas de cada unidad experimental, se limpió la semilla y se obtuvo el peso en kilogramos para cada tratamiento.

7.3.5 Análisis estadístico

Se verificó la hipótesis de varianzas homogéneas mediante la prueba de Bartlett, se realizó el análisis de la varianza de acuerdo con el diseño experimental utilizado y la comparación múltiple de medias mediante la prueba de Tukey (Steel and Torrie, 1960).

Todos los cálculos y pruebas estadísticas se realizaron utilizando el software estadístico Statgraphics Centurion XVI (Statgraphics, 2010) a un nivel de confianza del 95%.

VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1 INSECTOS ASOCIADOS AL CULTIVO DE MAÍZ EN CUAUTINCHÁN, PUEBLA.

El diagnóstico de los insectos asociados en el cultivo de maíz de temporal, se realizó entre los meses de Junio a Noviembre del 2019, se colectaron 4,678 organismos, representados por 8 órdenes que comprenden a 24 familias, 36 géneros y 40 especies (Cuadro 1). El orden Coleoptera fue el más representado con un 46% de las especies, seguido por Hemiptera con 25%, los Diptera 9%, mientras que los Orthoptera, Hymenoptera, Neuroptera, Dermaptera y Lepidoptera con el 4% cada uno (Figura 5).

De los 8 órdenes de insectos encontrados en este trabajo, 5 concuerdan con lo obtenido por Merino (1991), quien reporta el orden coleoptera, Hemiptera, Diptera, Orthoptera, Hymenoptera y Lepidoptera como los más representativos en el diagnóstico de maíz, mientras que Blanco y Leyva (2009), reportan a 7 ordenes siendo estos Coleoptera, Dermaptera, Diptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Orthoptera e Hemiptera.

Mirabal *et al.* (2016), señalaron que el orden con mayor cantidad de especies asociadas a sembrados de maíz fue Coleoptera, lo que coincide con los resultados obtenidos en este trabajo. De las especies encontradas en este trabajo coinciden por las reportadas por AgroSintesis (2017), quienes citan a *S. frugiperda* como una de las principales plagas del follaje de la planta de maíz, mientras que Ruíz *et al.*, 2013 comenta que *Rhopalosiphum maidis*, infesta todas las partes de la planta, pero el daño más severo se produce en la espiga, viéndose afectada la polinización; Ramírez-Salinas y Castro-Ramírez (2000) reportaron que entre las especies que dañan la raíz del maíz en los altos de Chiapas se encuentra la gallina ciega representada por el género *Phyllophaga*.

Cuadro 1. Especies de insectos asociadas al cultivo de maíz de temporal.

Orden	Familia	Género	Especie
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Hippodamia</i>	<i>H. convergens</i>
		<i>Cycloneda</i>	<i>C. sanguinea</i>
		<i>Anisorhizobius</i>	<i>A. funebris</i>
	Chrysomelidae	<i>Chalcophana</i>	<i>Chalcophana</i> sp.
		<i>Disonycha</i>	<i>D. melanocephala</i>
		<i>Zygogramma</i>	<i>Z. signatipennis</i>
		<i>Acalymma</i>	<i>A. vittatum</i>
		<i>Diabrotica</i>	<i>D. balteata</i>
			<i>D. virgifera</i>
		<i>Systema</i>	<i>Systema</i> sp.
		<i>Pachybrachis</i>	<i>Pachybrachis</i> sp.
		<i>Dysphenges</i>	<i>Dysphenges</i> sp.
	Scarabaeidae	<i>Macroductylus</i>	<i>M. nigripes</i>
			<i>M. mexicanus</i>
	Curculionidae	<i>Phyllophaga</i>	<i>Phyllophaga</i> sp
		<i>Nicentrites</i>	<i>N. testaceipes</i>
	Archeocrypticidae	<i>Anthonomus</i>	<i>Anthonomus</i> sp.
		<i>Enneboeus</i>	<i>Enneboeus</i> sp.
	Nitidulidae	<i>Carpophilus</i>	<i>Carpophilus</i> sp.
	Bruchidae	<i>Acanthoscelides</i>	<i>A. mexicanus</i>
Apionidae	<i>Aizobius</i>	<i>Aizobius</i> sp.	
Carabidae	<i>Lachnophorini</i>	<i>Lachnophorini</i> sp.	
Cantharidae	<i>Cantharis</i>	<i>Cantharis</i> sp.	
Tenebrionidae	<i>Eleodes</i>	<i>E. armata</i>	
Hemiptera	Pentatomidae	<i>Euschistus</i>	<i>E. servus</i>
	Tingidae	<i>Corythucha</i>	<i>C. ciliata</i>
	Miridae	<i>Closterotomus</i>	<i>Closterotomus</i> sp.
	Anthocoridae	<i>Orius</i>	<i>O. insidiosus</i>
			<i>Orius</i> sp.
	Aphididae	<i>Rhopalosiphum</i>	<i>R. maidis</i>
	Pyrrhocoridae	<i>Dysdercus</i>	<i>Dysdercus</i> sp.
Diptera	Muscidae	<i>Coenosia</i>	<i>Coenosia</i> sp.
	Drosophilidae	<i>Drosophila</i>	<i>Drosophila</i> sp.
Dermaptera	Forficulidae	<i>Forficula</i>	<i>Forficula</i> sp.
		<i>Doru</i>	<i>D. lineare</i>
			<i>D. taeniatum</i>
Orthoptera	Pyrgomorphidae	<i>Sphenarium</i>	<i>S. purpurascens</i>
Hymenoptera	Apidae	<i>Apis</i>	<i>A. mellifera</i>
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla</i>	<i>C. carnea</i>
Lepidoptera	Noctuidae	<i>Heliothis</i>	<i>H. zea</i>

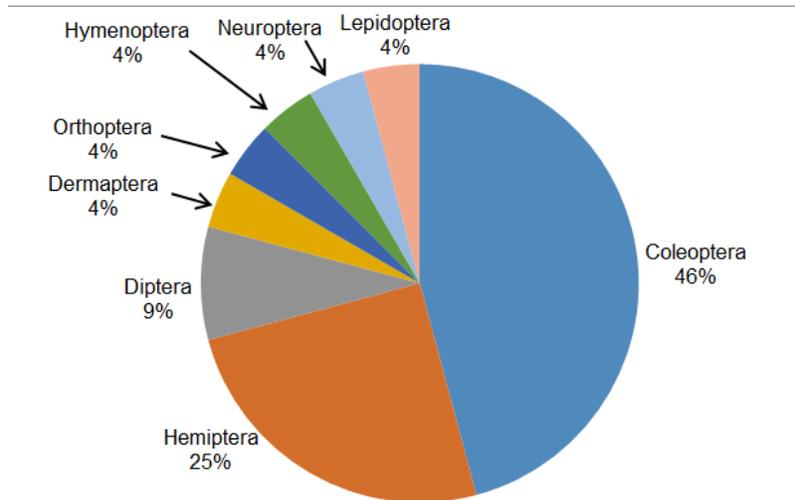


Figura 5. Porcentaje de los órdenes de insectos colectados en el cultivo de maíz de temporal.

8.1.1 Insectos benéficos asociados al cultivo de maíz de temporal

En el cuadro 2, se presenta un listado de las especies benéficas que se encontraron en el cultivo de maíz. De acuerdo a sus hábitos alimenticios se clasificaron en depredadores y polinizadores. Dentro de los depredadores se encontraron las especies: *Hippodamia convergens*, *Cycloneda sanguinea*, *Anisorhizobius funebris*, *Enneboeus* sp, *Lachnophorini* sp, *Cantharis* sp, *Eleodes armata*, *Orius insidiosus*, *Oris* sp, *Doru lineare*, *Doru taeniatum*, *Crysoperla carnea* y *Coenosia* sp. En cuanto a polinizadores se encontró *Apis mellifera*.

Hernández-Trejo *et al.* (2018), reportan a las especies *Hippodamia convergens*, *Chrysoperla* spp. y *Doru* sp. como insectos depredadores en el cultivo de maíz, lo cual concuerda con lo obtenido en este trabajo.

Orius insidiosus se reporta como una especie depredadora tal como lo mencionan Mirabal *et al.* (2016), al detectar esta especie como una de las chinches biorreguladoras más comunes en los agroecosistemas de maíz.

Arias (2017), cita a *Apis mellifera* como el principal polinizador agrícola capaz de aumentar el rendimiento en 96% de los cultivos, esto concuerda con lo obtenido en este trabajo al encontrar organismos de esta especie durante la floración del cultivo de maíz.

Cuadro 2. Especies de insectos benéficos encontrados en el cultivo de maíz.

Especie	Especie que depreda	Referencia bibliográfica
<i>Hippodamia convergens</i>	<i>R. maidis</i>	Se observó en este trabajo
<i>Cycloneda sanguínea</i>	<i>R. maidis</i>	Se observó en este trabajo
<i>Anisorhizobius funebris</i>	Insectos herbívoros	Palomares-Pérez <i>et al.</i> (2016)
<i>Enneboeus</i> sp.	Insectos como presas potenciales	Delgado y Navarrete-Heredia (2018)
<i>Lachnophorini</i> sp.	Gusanos, chapulines entre otros insectos.	Jiménez (2009)
<i>Cantharis</i> sp.	Larvas de coleópteros	Zaragoza-Caballero y Pérez-Hernández (2013)
<i>Eleodes armata</i>	Larvas y huevos de otros insectos	Quiroga-Murcia y Posada-Flórez (2013)
<i>Orius insidiosus</i>	Ácaros, áfidos, huevos de lepidópteros y coleópteros.	Lefebvre <i>et al.</i> (2013)
<i>Orius</i> sp.	Araña roja, huevos de lepidópteros y áfidos.	Gonzalez (2003)
<i>Doru lineare</i>	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Romero y Virla (2009)
<i>Doru taeniatum</i>	<i>Spodoptera frugiperda</i> y huevos de insectos	Jones <i>et al.</i> (1989)
<i>Coenosia</i> sp.	Mosca blanca y mosca minadora	Salas y Larraín (2009)
<i>Apis mellifera</i>	Polinizador	Arias (2017)
<i>Chrysoperla carnea</i>	<i>R. maidis</i>	Se observó en este trabajo

8.1.2 Insectos perjudiciales asociados al cultivo de maíz de temporal.

En el Cuadro 3, se presenta un listado de las especies perjudiciales, la cual se clasifico de acuerdo a sus hábitos alimenticios en: fitófagos y rizófagos, siendo las especies fitófagas: *M. nigripes*, *M. mexicanus*, *A. vittatum*, *D. balteata*, *D. virgifera*, *Systema* sp., *Pachybrachis* sp., *Chalcophana* sp., *D. melanocephala*, *Z. signatipennis*, *Dysphenges* sp., *N. testaceipes*, *Anthonomus* sp., *Carpophilus* sp.,

A. mexicanus, *Aizobius* sp., *E. servus*, *Closterotomus* sp., *Corythucha ciliata*, *Dysdercus* sp., *R. maidis*, *Forficula* sp., *S.purpurascens* y *Heliiothis zea*. Dentro de los rizófagos se encontró *Phyllophaga* sp.

Merino (1991), reporta a 52 principales plagas insectiles del maíz, de los cuales *Heliiothis zea*, *Diabrotica* sp., *Rhopalosiphum* sp., *Diabrotica balteata* y *Phyllophaga* sp., coinciden con lo reportado en este trabajo.

De la Paz *et al.* (2009), presentaron las especies *Rhopalosiphum maidis*, *Nicentrites testaceipes* y *Diabrotica* spp., que sobresalieron con frecuencia en los muestreos del follaje de las plantas de maíz, estos resultados concuerdan con lo obtenido en este trabajo, al hallar estos organismos en casi todos los muestreos realizados.

Pérez *et al.* (2011b), reportan a *Sphenarium purpurascens* como una especie fitófaga del cultivo de amaranto, citan que es más común en verano y otoño debido a que los huevecillos eclosionan después de las lluvias, este dato concuerda con lo obtenido en este trabajo, al encontrar organismos en el follaje y durante todo el ciclo vegetativo del cultivo de maíz.

Hernández-Trejo *et al.* (2019), reportan a *Phyllophaga* spp. como una de las principales plagas que dañan el sistema radicular de las plantas de maíz, el daño lo ocasiona en etapa larval, provocando que se pierda la germinación y se desarrollen plantas raquílicas, este resultado concuerda con lo obtenido en este trabajo al encontrar organismos de *Phyllophaga* sp. en las raíces de las plantas evaluadas.

Cuadro 3. Especies de insectos que dañan el cultivo de maíz y parte de la planta que dañan.

Especie	Parte de la planta que dañan
<i>Macrodactylu nigripes</i>	Hoja y Floración
<i>Macrodactylu mexicanus</i>	Hoja y Floración
<i>Phyllophaga</i> sp.	Raíz
<i>Acalymma vittatum</i>	Hoja, Tallo y Fruto
<i>Diabrotica balteata</i>	Hoja y Floración

<i>Diabrotica virgifera</i>	Hoja y floración
<i>Systema</i> sp.	Hoja
<i>Pachybrachis</i> sp.	Tallo
<i>Chalcophana</i> sp.	Hoja
<i>Disonycha melanocephala</i>	Hoja
<i>Zygogramma signatipennis</i>	Hoja
<i>Dysphenges</i> sp.	Floración
<i>Nicentrites testaceipes</i>	Cogollo, tallo y Floración
<i>Anthonomus</i> sp.	Hoja, Tallo, Floración y Fruto
<i>Carpophilus</i> sp.	Fruto
<i>Acanthoscelides mexicanus</i>	Fruto
<i>Aizobius</i> sp.	Tallo
<i>Euschistus servus</i>	Hoja
<i>Closterotomus</i> sp.	Hoja
<i>Corythucha ciliata</i>	Hoja
<i>Dysdercus</i> sp.	Fruto
<i>Rhopalosiphum maidis</i>	Hoja y Floración
<i>Forficula</i> sp.	Hoja, Floración y fruto
<i>Sphenarium purpurascens</i>	Hoja y Floración
<i>Heliiothis zea</i>	Fruto

8.2 CONTROL DE PLAGAS DEL MAÍZ BAJO DIFERENTES TRATAMIENTOS A BASE DE *Argemone mexicana*

8.2.1 Efecto de los tratamientos en el la infestación de insectos

Los datos obtenidos sobre el porcentaje de infestación se sometieron al análisis de homogeneidad de varianzas y posteriormente a la comparación de medias mediante la prueba de Tukey, para cada uno de los tratamientos evaluados a partir del 26 de Junio y hasta el 23 de Agosto. Se presentaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre el efecto de los tratamientos, en general el tratamiento de aceite de chicalote presentó menor infestación, mientras que el tratamiento testigo (Agua) presentó mayor infestación (Cuadro 4).

Cuadro 4. Número de insectos presentes en las 55 plantas de maíz \pm error estándar para cada tratamiento en Cuautinchán, Puebla.

Tratamientos	Media \pm Error estándar					
	26-junio	11-julio	25-Julio	8-Agosto	15-Agosto	23-Agosto
Aceite de chicalote	17 \pm 0.57 b	17 \pm 0.57 a	15 \pm 1.08 a	98 \pm 0.40 a	125 \pm 0.81 a	132 \pm 0.40 a
Chicalote acuoso	19 \pm 0.40 b	18 \pm 0.81 a b	38 \pm 1.0 b	118 \pm 0.81 a	148 \pm 18.06 ab	156 \pm 0.81 b
Testigo	9 \pm 0.40 a	21 \pm 0.40 b	49 \pm 0 c	164 \pm 14.43 b	185 \pm 0 b	197 \pm 0.70 c

Promedios con la misma letra no difieren significativamente a $P=0.05$

Estos datos obtenidos sobre la variable de infestación concuerdan con lo reportado por Ortiz-García *et al.* (2018), quienes mencionan que los tratamientos de *A. mexicana* con respecto al testigo presentaron diferencias significativas, en cuanto al número de plantas de maíz infestadas con *S. frugiperda*.

En este trabajo al realizar semanalmente aplicaciones de extractos de chicalote alternadas con aplicaciones de jabón zote durante el desarrollo de la planta de maíz, se logró disminuir la población de insectos plaga en las plantas tratadas a comparación del tratamiento testigo. Esto concuerda con lo reportado por Aragón *et al.* (2012), quienes mencionan que al aplicar un paquete tecnológico a base de extractos vegetales de *A. mexicana* y jabón zote en el cultivo de amaranto se disminuye considerablemente la infestación por insectos, presentando un mejor desarrollo y mayor rendimiento con respecto a las plantas que no son tratadas.

8.2.2 Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de daños

Los datos obtenidos sobre el porcentaje de daño se sometieron al análisis de homogeneidad de varianzas y posteriormente a la comparación de medias mediante la prueba de Tukey, a partir de la emergencia de la planta y después de realizar 10 aplicaciones de los tratamientos en cada bloque.

Se presentaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre el efecto de los tratamientos, siendo el tratamiento de aceite de chicalote el que presento el menor porcentaje promedio de daños en las plantas de maíz, mientras que el tratamiento testigo (Agua) presento el mayor porcentaje promedio de daños (Cuadro 5).

Cuadro 5. Media \pm error estándar del porcentaje de daños de las plantas de maíz, al finalizar la aplicación de los tratamientos en Cuautinchán, Puebla.

Tratamientos	Media \pm Error estándar	Grupos homogéneos
Aceite de chicalote	8.68 \pm 0.16	a
Chicalote acuoso	9.16 \pm 0.24	a b
Testigo	9.65 \pm 0.10	b

Promedios con la misma letra no difieren significativamente a $P=0.05$

Estos datos por la variable de porcentaje de daño, concuerdan con lo reportado por Aragón *et al.* (2019), donde publicaron que las plantas de maíz tratadas con *A. mexicana* (Entobiomex), alternado con aplicaciones de jabón, presento el menor porcentaje de daños para el control del chapulín a comparación del tratamiento testigo.

Esto se debe probablemente a la presencia de alcaloides naturales (berberina, argemonina) y un complejo liposoluble con acción insecticida y efecto antialimentario que contiene la planta de chicalote, puesto que inhibe y bloquea el comportamiento de búsqueda y alimentación de los insectos (Rodríguez-Flores *et al.*, 2012).

En el caso del jabón neutro actúa por contacto en insectos inmaduros e imagos de cuerpo blando, disuelve la cutícula y membrana de las larvas para ser expuesta al sol o a los cambios climáticos causando desecación y muerte (Pérez-Torres *et al.*, 2014).

Los datos obtenidos en este trabajo concuerda con lo reportado por Ortiz-García *et al.* (2018), quienes señalan que el extracto de *A. mexicana* (Entobiomex) alternado con la aplicación de jabón zote, mostró mayor efecto en la disminución

del daño foliar del maíz, en comparación con las plantas no tratadas las cuales presentaron mayor infestación de larvas de *S. frugiperda*.

8.2.3 Efecto de los tratamientos en la producción de maíz

Los datos obtenidos de la producción promedio en kg/ha del maíz para cada uno de los tratamientos evaluados en la comunidad de Cuautinchán, se sometieron a un análisis de varianza, donde se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$ sobre el efecto de los tratamientos en la variable de producción).

Los datos fueron sometidos a la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey (Cuadro 6), donde se muestra que existe diferencia significativa entre las medias de producción de los tratamientos. La prueba de Tukey separo dos grupos de medias, resultando que el tratamiento de chicalote a base de aceite y agua tuvieron la mejor producción promedio con 12371.5 y 11107.2 kg/ha respectivamente, mientras que el tratamiento Testigo (Agua) obtuvo una producción promedio de 9485.7 kg/ha, el cual resulto estadísticamente menor al resto de los tratamientos.

Cuadro 6. Media \pm error estándar y grupos homogéneos de la producción de maíz (kg/ha) en Cuautinchán, Puebla.

Tratamientos	Media \pm Error estándar Producción Kg/ha	Grupos homogéneos
Aceite de chicalote	12371.5 \pm 594.2	a
Chicalote acuoso	11107.2 \pm 4.3	a
Testigo	9485.7 \pm 138.4	b

Promedios con la misma letra no difieren significativamente a $P=0.05$

Estos datos de producción concuerdan con los datos obtenidos por Aragón *et al.* (2019), quienes mencionan que la producción de maíz al combatir el chapulín, con

el tratamiento de chicalote a base de aceite y acuoso fueron los que obtuvieron mayor incremento a comparación del tratamiento testigo (Agua).

El tratamiento testigo (Agua) al presentar el mayor número de insectos plaga, presento menor producción, lo cual concuerda con Hernández-Trejo *et al.* (2019), donde mencionan que los insectos plaga son una de las principales limitantes en la producción del cultivo de maíz, por lo cual provocan daño en el desarrollo de la planta y por ende el rendimiento.

Aragón y Tapia Rojas (2009), reportaron que se obtuvo una mejor protección de los daños por insectos plaga en el follaje y una mayor producción en el cultivo de Amarantho, cuando las aplicaciones de extractos vegetales acuosos se alternaron con jabón de barra. Esto se asemeja a lo que se obtuvo en este trabajo con el tratamiento de Chicalote acuoso, el cual resulto con un menor porcentaje de daños y una mayor producción de maíz a comparación con lo obtenido del tratamiento testigo (Agua).

Los datos obtenidos en este trabajo demuestran que el uso del extracto vegetal de chicalote es efectivo para el control de las plagas, además de que su uso no requiere de grandes cuidados como el caso de los insecticidas sintéticos, es una tecnología limpia, accesible a los productores de escasos recurso y amigable con el medio ambiente y sobre todo que se conservan los insectos benéficos, lo cual se ve reflejado en este trabajo, y que muchas de las veces no se consideran en estudios de esta índole.

IX. CONCLUSIONES

Se identificaron 40 especies de insectos asociados al cultivo de maíz en el municipio de Cuautinchán, Puebla, de las cuales 23 son consideradas como plagas fitófagas y 1 especie como plaga rizófaga.

Se determinaron 15 especies de insectos benéficos presentes en el cultivo de maíz, de las cuales 14 especies son consideradas depredadoras y 1 especie polinizadora.

El extracto vegetal aceitoso al 0.31% de *Argemone mexicana*, fue el tratamiento que obtuvo estadísticamente mayor diferencia significativa en cuanto a las variables evaluadas, presentando menor porcentaje de infestación, menor porcentaje de daños y mayor producción de maíz a comparación de los otros tratamientos.

El testigo (Agua) fue el tratamiento que presentó significativamente mayor porcentaje de infestación por insectos plaga en las plantas de maíz, mayor porcentaje de daños y menor producción de acuerdo a los demás tratamientos evaluados.

El uso del producto Entobiomex a base de extracto vegetal aplicado a las plantas de maíz y alternado con aplicaciones de jabón, resultó una buena alternativa para la protección de plagas del cultivo.

X. LITERATURA CITADA

- Acosta R. 2009. El cultivo de maíz, su origen y clasificación. El maíz en cuba. Cultivos tropicales 30 (2):113-120.
- AgroSintesis. 2017. Principales plagas del cultivo de Maíz. Consultado el 25-10-2019 en <https://www.agrosintesis.com/principales-plagas-del-cultivo-maiz>
- Almazán A. A. y A. Aragón G. 2016. Manejo agroecológico de tres especies de larvas de lepidópteros asociados al cultivo de *Amaranthus hypochondriacus* en Amilcingo, Temoac, Morelos, México. Revista Tlamati sabiduría 7(2): 1-10.
- Altieri M. y I. Nicholls C. 2000. Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable. México D.F. pp. 13-44.
- Ángel-Ríos M. D., J. Pérez-Salgado y F. Morales de Jesús. 2015. Toxicidad de extractos vegetales y hongos entomopatógenos en el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae), del maíz en el Estado de Guerrero. Entomología Mexicana 2: 260-265.
- Aragón A., M. A. Morón, A. M Tapia-Rojas y R. Rojas-García. 2001. Fauna de Coleóptera Melolonthidae en el Rancho "La Joya", Atlixco, Puebla, México. Acta Zoológica Mexicana (83): 143-164.
- Aragón G. A., A. Torija-Torres, R. Avelleira-Cortés, A. M. Tapia-Rojas, I. R. Contreras-Mora y J. F. López-Olguín. 2008. Control de Plagas de la Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) con *Gliricidia sepium* (Jacq.) en Chiautla de Tapia, Puebla. Avances en Investigación Agropecuaria 12(3): 33-42.
- Aragón G. A., B. C. Pérez-Torres, J. F. López-Olguín, M. A. Damián-Huato, D. Jiménez G. y G. M. González P. 2009. Estrategia agroecológica para disminuir los daños por plagas en el cultivo de amaranto *Amaranthus hypochondriacus* L. (Caryophyllales: Amaranthaceae). Entomología Mexicana pp: 131-136.

- Aragón G. A., B. C. Pérez-Torres, M. Aragón-Sánchez, D. Juárez R., Ma. G. Hernández L. y G. A. Lugo-García. 2019. Control de chapulín *Sphenarium purpurascens* Charpentier 1845 (Orthoptera: Pyrgomorphidae) con extractos vegetales, en cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Entomología Mexicana 6: 75-81.
- Aragón G. A., B. C. Pérez-Torres, M. Aragón-Sánchez, V. A. Cuate-Mozo, D. Juárez-Ramón y R. Hernández- Loma. 2014. Manejo agroecológico de insectos que dañan el follaje de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) (Malvaceae) en el sur de Puebla, México. Acta agrícola y pecuaria 1(1):24-28.
- Aragón G. A. y A. M. Tapia-Rojas. 2009. Amaranto orgánico: Métodos alternativos para el control de plagas y enfermedades. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. 63 p.
- Arias B. E. 2017. Análisis del mercado potencial de servicios de polinización en cultivos de aguacate (*Persea* sp.) con abejas (*Apis mellifera*). Caso Fresno, Tolima. Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Badii M. H. y L. Abreu J. 2006. Control biológico una forma sustentable de control de plagas. Daena: International Journal of Good Conscience 1(1): 82-89.
- Bahena J. F. 2018. Manejo Agroecológico de plagas. Revista Enlace 43: 3-7
- Blanco Y. y Leyva Á. 2009. Las arvenses y su entomofauna asociada en el cultivo del maíz (*Zea mays*, L.) posterior al periodo crítico de competencia. Cultivos tropicales 30(1): 11-17.
- Blanco-Metzler H. y A. Zúñiga O. 2013. Manejo de *Aulacaspis yasumatsui* (Hemiptera: Diaspididae) mediante el uso de jabones comerciales en Costa Rica. Intersedes 14(27): 114-122.

- Brechelt A. 2004. Manejo Ecológico de plagas y enfermedades. Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina. Santiago de Chile, Chile. 35 p.
- Caicedo-Camposano O., D. Cadena-Piedrahita, E. Galarza-Centeno y D. Solorzano-Galarza. 2019. Permisibilidad del maíz (*Zea mays* L.) sometido a diferentes condiciones de inundación: Determinación del tiempo de drenaje en Babahoyo, Ecuador. Revista Científica y Tecnológica UPSE 6(2): 67-75.
- Carmona A. Juan., Gil O. Ricardo., Rodríguez A. María Concepción. 2008. Descripción taxonómica, morfológica y etnobotánica de 26 hierbas comunes que crecen en la ciudad de Mérida- Venezuela. Boletín Antropológico 26(73): 113-129.
- Casmuz A., L. Juárez M., G. Socías M., G. Murúa M., Prieto S., Medina S., Willink E. y Gastaminza G. 2010. Revisión de los hospederos del gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Revista de la Sociedad Entomológica Argentina 69(3-4): 209-231.
- Celis A., C. Mendoza F. y M. E. Pachón. 2009. Revisión: uso de extractos vegetales en el manejo integrado de plagas, enfermedades y arvenses. Temas agrarios 14(1): 5-16.
- Celis A., C. Mendoza, M. Pachón, J. Cardona, W. Delgado y L. E. Cuca. 2008. Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae. Una revisión. Agronomía Colombiana 26(1): 97-106.
- Cerna Chávez E., J. Landeros Flores, Y. M. Ochoa Fuentes, L. Guevara Acecedo, M. H. Badii Zabeth y V. Olalde Portugal. 2010. Evaluación de aceites y extractos vegetales para el control de *Sitophilus zeamais* y su efecto en la calidad de semilla de maíz. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias 42(1): 135-145.

- Chou A. Y., A. Crespo M., B. Benítez F., M I. Pavón R., G. R. Almenares y R Guillermo. 2016. Uso de manejo de prácticas agroecológicas en fincas de la localidad de San Andrés, municipio La Palma. *Cultivos tropicales* 37(3): 15-21.
- Cisneros V. F. 1995. Control Físico. Control de Plagas Agrícolas. Grupo Entomológico Molinero-GEM. pp: 84-87.
- Corrales C. J., A. Rodríguez A, K. Villalobos M., S. Hernández V. y O. Alvarado R. 2018. Evaluación de tres extractos naturales contra *Bemisia tabaci* en el cultivo del melón, Puntarenas, Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 42(2):93-106.
- Cruz D. M. S., M. M. Gómez V., M. E. Ortiz P. y C. Y. Suárez H. 2010. Maíz situación actual y perspectivas 1996-2010. SIAP. 174 p.
- De la Paz G. S., J. J. Sánchez G., J. A. Ruiz C., J. Ron P., R. Miranda M., L. De la Cruz L. y R. Lépiz I. 2009. Diversidad de especies insectiles en Maíz y Teocintle en México. *Entomologia Mexicana* 48(2): 103-118.
- Delgado C. L. L. y J. L. Navarrete-Heredia. 2018. Coleópteros micetobiontes (Insecta: Coleoptera). *Conabio*. pp: 457-467.
- Devine G. J., D. Eza., E. Ogusuku y M. J. Furlong. 2008. Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica* 25(1): 74-100.
- Díaz M. H. L. 2016. Actividad antiinflamatoria y antioxidante del extracto hidroalcohólico del látex de *Argemone mexicana* ("Cardo santo"). Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima-Perú.
- Diego-Pérez N. y R. Bustamante-García. 2017. Papaveraceae - Primulaceae. *Flora de Guerrero* 78. pp: 5-11.

- Fernández S. R., 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 (Supl. 3-a): 275-283.
- Figuroa-Gualteros A. M., A. E. Castro Triviño y H. T. Castro Salazar. 2019. Efecto bioplaguicida de extractos vegetales para el control de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz (*Zea mays*). *Acta biológica Colombiana* 24(1): 58-66.
- González A. A., E. M. Del Pozo N., B. Galván P., A. González C. y J. C. González C. 2006. Extractos vegetales y aceites minerales como alternativa de control de mosca blanca (*Bemisia* spp.) en berenjena (*Solanum melongena* L.) en el Valle de Culiacán, Sinaloa, México. *Revista UDO Agrícola* 6(1): 84-91.
- González C. J. 2003. *Producción de chinche nativa depredadora (Orius Tristicolor) y la respuesta funcional de su F5 como agente de control biológico*. Tesis de maestría, Universidad Autónoma Chapingo, México.
- González D. L. 1995. Evaluación de la falta de grano en la mazorca como consecuencia del daño que causa la diabrótica (*Diabrotica* spp.) a los estilos tiernos del maíz. *CIENCIA ERGO SUM* (2): 1-4.
- González-Cortés N., H. Silos-Espino, J. C. Estrada C., J. A. Chávez-Muñoz y L. Tejero J. 2016. Características y propiedades del maíz (*Zea mays* L.) criollo cultivado en Aguascalientes, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 7(3): 669-680.
- González-Maldonado M. B. y C. García-Gutiérrez. 2012. Uso de biorracionales para el control de plaga de hortalizas en el Norte de Sinaloa. *Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable*. 8(3): 31-45.
- Granados-Echegoyen C., R. Pérez-Pacheco, M. Velasco, N. Alonso-Hernández y H. E. Granados-Echegoyen. 2013. Susceptibilidad de *Bactericera cockerelli*

(Sulc) (Hemiptera: Psyllidae) a extractos derivados de especies vegetales. Sociedad Mexicana de Entomología pp: 212-217.

Hernández-Trejo A., B. Estrada D., R. Rodríguez-Herrera, J. García G., S. A. Patiño-Arellano y E. Osorio-Hernández. 2019. Importancia del control biológico de plagas en maíz (*Zea mays* L.). Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 10(4): 803-813.

Hernández-Trejo A., E. Osorio-Hernández, J. A. López-Santilla, C. Ríos-Velasco, S. E. Varela-Fuentes y Rodríguez-Herrera R. 2018. Insectos benéficos asociados al control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Agroproductividad 11(1): 9-14.

Huerta J. A., F. Espinoza, A. Tellez-Jurado, A. P. Maqueda G. y A. Arana-Cuenca. 2014. Control Biológico del Chapulín en México. BioTecnología (18): 28-49.

INEGI. 2009. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Consultado el 26-07-2019 en http://www3.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/21/21040.pdf

Jiménez M. E. 2009. Manejo Integrado de Plagas. UNA, Nicaragua. 120 p.

Jones R. W., F. E. Gilstrap y K. L. Andrews. 1989. Dinámica poblacional de la tijereta, *Doru taeniatum* (Dohrn) (Dermaptera: Forticulidae) en maíz y sorgo en honduras. CEIBA. 30(1): 67-80.

Laines H. J. I. 2019. *Análisis de la síntesis de alcaloides en fruto y semilla de Argemone mexicana* L. Tesis de maestría, Centro de Investigación Científica de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.

Lefebvre M. G., C. Reguilón y S. Kirschbaum D. 2013. Evaluación del efecto de la liberación de *Orius insidiosus* (Hemiptera:anthocoridae), como agente de

- control biológico de trips en el cultivo de frutilla. *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 39(3): 273-280.
- Lizarazo H. K., C. Mendoza F. y R. Carrero S. 2008. Efecto de extractos vegetales de *Polygonum hydropiperoides*, *Solanum nigrum* y *Calliandra pittieri* sobre el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). *Agronomía colombiana* 26(3): 427-433.
- Lugo-García G. A., L. D. Ortega-Arenas, A. Aragón-García, H. González-Hernández, 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.
- Martínez N. 2010. Manejo integrado de plagas: una solución a la contaminación ambiental. *Comunidad y salud* 8(1): 73-82.
- Martínez- Tomás S. H., C. Rodríguez-Hernández, R. Pérez- Pacheco, C. Granados-Echegoyen, Y. D. Ortiz- Hernández y F. Floreán-Méndez. 2015. Evaluación de tres extractos vegetales en la población de mosca blanca en el cultivo orgánico de jitomate en el invernadero. *Entomología mexicana* 2: 371-375.
- Massieu T. Y. y J. Lechuga M. 2002. El maíz en México: biodiversidad y cambios en el consumo. *Análisis económico*, XVII (36): 281-303.
- 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 M., N. Castillo, N. Pérez, J. Gómez, A. López, M. Ceballo 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.

- Monsanto 2000. Consultado 15-09-2019 en <https://www.monsantoglobal.com-global/ar/productos/documents/triptico-cadenamaiz.pdf>
- Morón M. A y R. A. Terrón. 1988. Entomología práctica. Publicación 22. Instituto de Ecología A.C. México, D.F. 534 p.
- Muñoz G. N. A. 2017. Hormigas cortadoras de hojas en el departamento del Vaupés, Colombia: Una propuesta de manejo integrado. VAUPÉS INNOVA. 19 p.
- Nájera-Rincón M. B., A. Castro-Ramírez y A. Aragón-García. 2010. 8. Prácticas culturales y Físicas. En *plagas del suelo* (pp: 149-168). México D.F. Mundi Prensa México, S. A. de C.V.
- Nord R. 2017. *Caracterización de genotipos mexicanos de jitomate (Solanum lycopersicum L.): su potencial como portainjertos de variedades comerciales en el occidente de México*. Tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional, México.
- Ortas L. 2008. El cultivo de maíz: fisiología y aspectos generales. AGRIGAN, S.A. 7: 1-4.
- Ortiz-García K. P., A. Aragón-García, B. C. Pérez-Torres, D. Juárez-Ramón y J. F. López-Olguín. 2018. Efecto de extractos vegetales y hongos entomopatógenos para el control de *Spodoptera frugiperda*, Smith (Lepidoptera: Noctuidae) en el cultivo de maíz. *Entomología mexicana* 5: 136-140.
- Ortiz-García K. P., A. Aragón-García, B. C. Pérez-Torres. 2017. Diagnóstico del complejo “gallina ciega” (Coleoptera: Scarabaeoidea) asociado al cultivo de *Amaranthus hypochondriacus* L., en el municipio de San Felipe Teotlalcingo, Puebla. *Entomología Mexicana* 4: 253-259
- Páliz S. V. N. y J. R. Mendoza M. 1999. Plagas del maíz (*Zea mays*) en el litoral Ecuatoriano, sus características y control. INIAP. 78 p.

- Palomares-Pérez M., B. Rodríguez-Vélez, M. A. Ayala-Zermeño, J. J. Cruz-Llanas, A. M. Mendoza-Castañeda, J. A. Sánchez-González, H. C. Arredondo-Bernal y E. G. Cordoba-Urtíz. 2016. Aspectos biológicos y capacidad de depredación de *Exochomus marginipennis* (Le Conte) (Coleoptera: Coccinellidae) sobre *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae). Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences, ex Agro-Ciencia 32(2): 102-109.
- Pérez D. J. F., F. Romero R., L. Soltero D. y R. Álvarez Z. 2006. Susceptibilidad en híbridos de maíz a Diabrotica (*Diabrotica virgifera zea*) en México. Agricultura Técnica en México 32(2): 143-151.
- Pérez G. K., N. Villarreal P. y C. Fernández H. 2011a. Bioecología del picudo del tallo del maíz *Linogeraeus capillatus* (LeConte) (Coleoptera:Curculionidae)
- Pérez T. B. C. 2007. *Diagnóstico y propuesta de manejo de plagas de la Jamaica (Hibiscus sabdariffa L.) con extractos vegetales en el municipio de Chiautla de Tapia, Puebla*. Tesis de maestría, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla.
- Pérez T. B. C., A. Aragón G., R. Pérez A., L. R. Hernández y J. F. López O. 2011b. Estudio entomofaunístico del cultivo de Amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) en Puebla, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 2(3): 359-371.
- Pérez-Domínguez J. F. e J. Ireta-Moreno. 2017. Daños causados por barrenadores del tallo y pudrición de tallo en maíz de la región Ciénega de Chapala, Jalisco. Entomología Agrícola 5: 428-434.
- Pérez-Pacheco R., C. Rodríguez., J. Lara-Reyna, R. Montes. y G. Ramírez V. 2004. Toxicidad de aceites, esencias y extractos vegetales en lavas de mosquito *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). Acta Zoológica Mexicana 20(1): 141-152.

- Pérez-Torres B. C., A. Aragón G., N. Bautista M., A. M. Tapia R. y J. F. López-Olguín. 2009. Entomofauna asociada al cultivo de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) en el municipio de Chiautla de Tapia, Puebla. *Acta Zoológica Mexicana* 25(2): 239-247.
- Pérez-Torres B. C., A. Aragón-García, L. R. Román-Fernández, D. Castillo H., D. Jiménez-García y O. Romero-Arenas. 2014. Efecto de los extractos acuosos sobre las plagas del follaje en el cultivo de amaranto en el municipio de Tochimilco, Puebla. *Entomología mexicana* 1: 251-256.
- Polack A. 2005. Manejo Integrado de Moscas Blancas. *Boletín Hortícola* 31: 1-7.
- Quiroga-Murcia D. y F. J. Posada-Flórez. 2013. Daño ocasionado por el falso gusano de alambre *Eleodes* sp. *Omissoides Blaisdell* (Coleoptera: Tenebrionidae) en semillas de gramíneas y Leguminosas. *Revista U. D. C. A. Actualidad & Divulgación Científica* 16(2): 391-400.
- Quiroz C., Luengo F., Salas C., Abarca P., Bermudez P., Lobos G., Larraín P., Rodríguez F., Riquelme J. y Santelices S. 2016. Manejo integrado de plagas del nopal en la provincia de Choapa. *Boletín INIA N °324*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional Intihuasi, Centro Experimental Choapa, La Serena, Chile. 122 p.
- Ramírez-salinas C. y A. Castro-Ramírez. 2000. El complejo de "gallina ciega" (Coleoptera: Melolonthidae) en el cultivo de maíz, en El Madronal, municipio de Amatenango del Valle, Chiapas, México. *Acta Zoológica mexicana* (79): 17-41.
- Rodríguez H. C. y López P. E. 2001. Actividad insecticida e insectistática de la chilaca (*Senecio salignus*) sobre *Zabrotes subfasciatus*. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 59: 19-26.
- Rodríguez M. A., C. Guillén S., V. Uva M., R. Segura M., S. Laprade C. y J. Sandoval F. 2010. Aspectos a considerar sobre el control biológico. *Corbana* (2): 1-2.

- Rodríguez-Flores E., L. Aldana-Llanos, M. E. Valdés-Estrada, D. O. Salinas-Sánchez, M. Gutiérrez-Ochoa y R. Figueroa-Brito. 2012. Actividad de fitoextractos en *Spodoptera frugiperda* J.E.Smith (Lepidoptera: Noctuidae). *Entomología mexicana* 11(1): 158-162.
- Rodríguez-Rodríguez J. F., E. Cerna-Chávez, Y. M. Ochoa F. y O. Hernández-Bautista O. 2016. Evaluación de extractos vegetales sobre pulgón amarillo (*Melanaphis sacchari*) (Hemiptera: Aphididae) en Sorgo en Guanajuato. *Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias* 3(7): 18-24.
- Romero S. M. y V. Eduardo G. 2009. *Doru lineare* (Dermaptera: Forficulidae), insecto benéfico en cultivos de maíz del norte argentino: preferencias y tasas de consumo. *Boletín de sanidad vegetal plagas* 35(1): 39-47.
- Ruíz N. R. E., J. A. Ruiz N., S. Guzmán G. y E. J. Pérez L. 2011. Manejo y control de plagas del cultivo de tomate en Cintalapa, Chiapas, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 27(2): 129-137.
- Ruíz., J. A., E. Bravo M., G. Ramírez O., A. D. Báez G., M. Álvarez C., J. L. Ramos G., U. Nava C y K. F. Byerly M. 2013. Plagas de importancia económica en México: aspectos de su biología y ecología. Libro técnico Núm. 2. INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Tepatitlán de Morelos, Jalisco. 448 p.
- SAGARPA. 2015. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Consultado 23-10-2019 en <https://www.gob.mx/agricultura>
- SAGARPA. 2017. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Consultado 9-10-2019 en <https://www.gob.mx/agricultura>
- Salas F. C. y P. Larraín S. 2011. Género *Coenosia* (Diptera: Muscidae) las moscas cazadoras de plagas. *Tierra adentro* 94: 59-60.

- San Blas G. y J. Barrionuevo M. 2013. Estado de redescrición de la especie de plaga sudamericana *Agrotis robusta* (Lepidoptera:Noctuidae): una historia de identificaciones erróneas. Revista Mexicana de Biodiversidad 84(4): 1153-1158.
- Sánchez O. I. 2014. Maíz I (*Zea mays*). REDUCA (Biología) 7 (2): 1-2.
- Sariol-Sánchez D. M., A. L. Puertas-Arias y J. F. León-de la Rocha. 2018. Efecto del extracto acuoso de *A. Clematidea* en el manejo de *B. Tabacy*. Revista científico- educacional de la provincia Granma 14(1): 177-191.
- Shripad M. B., I. B. Pathan y N. Nitin. 2017. Evaluación de la actividad diurética y laxante del extracto acuoso de hojas de *Argemone mexicana* en ratas. Ars Pharmaceutica 58(2): 53-58.
- Silva G., O. Orrego, R. Hepp y M. Tapia. 2005. Búsqueda de plantas con propiedades insecticidas para el control de *Sitophilus zeamais* en maíz almacenado. Pesq. agropec. bras, Brasilia 40(1): 11-17.
- Soria N. y P. Ramos. 2015. Uso de plantas medicinales en la atención primaria de salud en Paraguay: algunas consideraciones para su uso seguro y eficaz. Mem, Inst. Investig. Cienc. Salud 13(2): 8-7.
- Statgraphics. 2010. Statgraphics Centurion XVI User Manual. Stat Point Technologies, Inc. E. S. A. 305 p.
- Steel, R. G and J. H. Torrie.1960. Principles and procedures of statistic. McGraw-Hill Book Company Inc. New York, EUA. 362 p.
- Terrile R. 2010. Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana. IPES/FAO. pp: 33-41.
- Torija-Torres A., A. Huerta-De la Peña y A. Aragón-García. 2014. Evaluación de dos extractos vegetales y el colorante Phloxine-B, para la captura de la mosca del nogal de castilla, en Puebla, México. Ra Ximhai 10(6): 9-22.

- Ureta C., A. Elisa E. y E. Ureta. 2014. El control de plagas agrícolas: pasado, presente y futuro. *Revista Ciencia*. 86 p.
- Vargas S. E. 1999. *Evaluación de la efectividad de marcas, dosis y técnicas de aplicación de jabón para el control de Zompopos (Atta colombica)*. Tesis de Licenciatura, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- Vázquez J. M. A., A. Aragón G., M. D. Bibbins M., D. Castillo H., S. B. Nava G. y B. C. Pérez T. 2016. Control de *Sphenarium purpurascens* con *Beauveria bassiana* y extractos vegetales en amaranto (*Amaranthus hypocondriacus* L.). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 7(2): 235-247.
- Vázquez M. L. L. 2006 La lucha contra las plagas agrícolas en Cuba. De las aplicaciones de plaguicidas químicos por calendario al manejo agroecológico de plagas. *Fitosanidad* 10(3): 221-242.
- Vibrans H. 2009. Malezas de México. CONABIO. *Argemone mexicana*. Consultado el 18-11-19 en <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/papaveraceae/argemone-mexicana/fichas/ficha.htm>
- Villaseñor J. L. y F. Espinosa. 1998. Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- Villavicencio-Nieto M. A. y B. E. Pérez-Escandón. Plantas tradicionales usadas como plaguicidas en el estado de Hidalgo, México. *Polibotánica* (30): 193-238.
- Wilkes H. G. 1985. Teosinte: the closet relative of maize revisited. *Maydica*. 233 p.
- Zaragoza-Caballero S. y C. X. Pérez-Hernández. 2014. Biodiversidad de cantaroides (Coleoptera: Elateroidea (Cantharidae, Lampyridae, Lycidae, Phengodidae, Telegeusidae)) en México, *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 279-289.

Zepeda-Jazo I. 2018. Manejo sustentable de plagas agrícolas en México. Agricultura, sociedad y desarrollo (15): 99-108.

Zerbino M. S. y A. Fassio. 1995. Insectos plaga del maíz. INIA. 23 p.