

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**DINÁMICA DE LA POBLACIÓN DE INSECTOS EN UN SISTEMA DE
POLICULTIVO ORGÁNICO MAÍZ- FRIJOL-CALABAZA.**

POR:

MARIA DEL ROSARIO TORRALBA PONCE

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

Torreón, Coahuila, México

Mayo 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**DINÁMICA DE LA POBLACIÓN DE INSECTOS EN UN SISTEMA DE
POLICULTIVO ORGÁNICO MAÍZ-FRIJOL-CALABAZA**

P O R

MARIA DEL ROSARIO TORRALBA PONCE

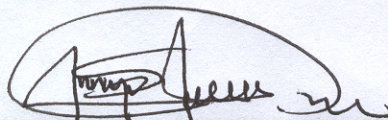
TESIS

**QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

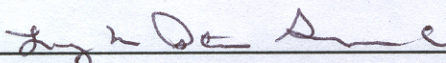
REVISADA POR EL COMITÉ ASESOR

ASESOR PRINCIPAL



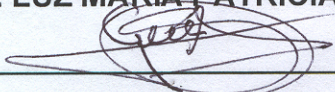
DR. JESÚS VÁSQUEZ ARROYO

ASESOR:



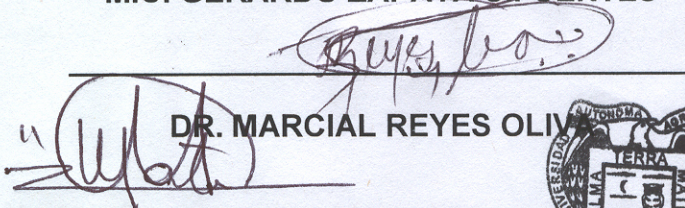
M.C. LUZ MARÍA PATRICIA GUZMÁN CEDILLO

ASESOR:



M.C. GERARDO ZAPATA SIFUENTES

ASESOR:



DR. MARCIAL REYES OLIVARES

M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

Coordinador de la División de Carreras Agronómicas



**Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas**

Torreón, Coahuila, México

Mayo 2010

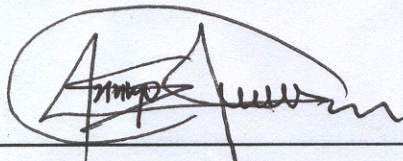
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DE LA C. MARIA DEL ROSARIO TORRALBA PONCE QUE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

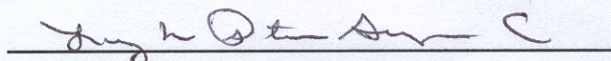
APROBADA POR:

PRESIDENTE:



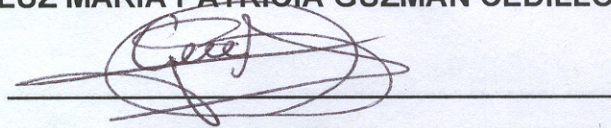
DR. JESÚS VÁSQUEZ ARROYO

VOCAL:



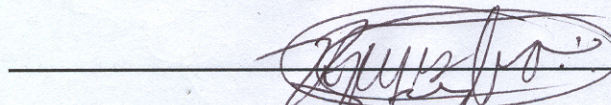
M.C. LUZ MARÍA PATRICIA GUZMÁN CEDILLO

VOCAL:

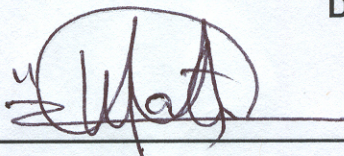


M.C. GERARDO ZAPATA SIFUENTES

VOCAL SUPLENTE:



DR. MARCIAL REYES OLIVA



M.C. VICTOR MARTÍNEZ CUETO

Coordinador de la División de Carreras Agronómicas



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas
Mayo 2010

Torreón, Coahuila, México

AGRADECIMIENTOS

A mi Dios, porque me ha demostrado su gran AMOR al obsequiarme la vida, por darme la sabiduría para discernir entre lo bueno y lo malo y permanecer con migo en cada instante, demostrándome que cada vez que quiera puedo lograr mis sueños, siendo también su voluntad.

A mi “Alma Terra Mater” al darme la oportunidad de realizar mis estudios Profesionales, por las facilidades brindadas a lo largo de mi carrera.

Un agradecimiento especial a mi asesor el Dr. Jesús Vásquez Arroyo, por su apoyo y paciencia brindada, no solo durante la realización del trabajo, sino a lo largo de mi carrera.

A mi maestra y AMIGA MC. Luz María Patricia Guzmán Cedillo, sentí su gran afecto, gracias por estar pendiente de mí y por sus enseñanzas también.

A todos mis maestros que han contribuido en la formación de mi vida profesional, sin ellos no lo habría logrado, gracias por sus enseñanzas y consejos.

A mis amigos; Naye, Isrra, Victor, Erika, Celina, Tenxi, Amelio, Hanna, Ale Tenorio, Honorio López, Zenen Ricardo, Fredo, Sra Neli. Algunos muy cerca otros lejos pero estuvieron con migo siempre. Gracias por su linda amistad y para mis amigos que no menciono pero estoy infinitamente agradecida con ustedes, gracias por apoyarme en todo momento.

Un agradecimiento muy especial a Rosendo Castañeda López, antes de ser mi cuñado, es uno de mis mejores amigos, gracias Ros, por brindarme tu sincera amistad y sobre todo tu apoyo incondicional. Eres genial.

Gracias por confiar en mí...

Afectuosamente: Charo

DEDICATORIA

A mis amorosos padres:

Dionicio Torralba Pérez

Medarda Ponce Ramos

Su inmenso amor, la pasión de luchar cada día y darlo todo por mí.

Estoy infinitamente agradecida porque DIOS me ha dado por padres a dos personas que eran justo lo que necesitaba para ser lo que soy ahora y lo que vendrá. Gracias por sus consejos, su apoyo incondicional, por cada palabra que emana con tan solo escucharla me llena de fortaleza para continuar.

Tantas cosas he aprendido de ustedes, me han sabido dar lo que necesito su GRAN, INCOMPARABLE e INFINITO AMOR.

A mis queridos hermanos:

Juan Carlos Torralba Ponce (†)

Leonel Torralba Ponce

Isaac Torralba Ponce

Miriam Torralba Ponce

Verónica Torralba Ponce

Han sido la pieza fundamental para mi crecimiento como persona. Gracias por sus consejos y apoyo; fueron primordiales para continuar y terminar mi carrera. Cada uno me ha sabido dar una parte especial que ha sido grabada en mi mente y en mi corazón, que hizo que todo estuviera en equilibrio.

Gracias confiar en mí...

Afectuosamente: Charo

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos.....	4
1.1.1 Objetivo General.....	4
1.1.2 Objetivo Específico.....	4
1.2 Hipótesis.....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1 Antecedentes.....	5
2.2. Sistemas de policultivos.....	6
2.2.1 Efectos de los sistemas de policultivos sobre los insectos plaga.....	7
2.3 Importancia de los insectos.....	9
2.3.1. Características principales de los insectos.....	9
2.4 Morfología y fisiología de los insectos.....	10
2.4.1. Estructura corporal de los insectos: Tactatización.....	10
2.4.2 Desarrollo y Metamorfosis de los Insectos.....	11
2.4.3 Forma en que se alimentan los insectos: tipos de aparatos bucales.....	12
2.5 Razones por la cual un organismo se convierte en plaga.....	13
2.5.1 Tipos de plaga.....	14
2.6. Insectos benéficos e insectos dañinos de importancia para los cultivos.....	15
2.6.1 Catarinita (<i>Coccinella sp</i>).....	16
2.6.2 Crisopa (<i>Chrysopa sp</i>).....	16
2.6.3 Chinche asesina Familia: Redúvidos (<i>Reduviidae</i>).....	17
2.6.4 Parasitoides.....	18
2.6.4.1 <i>Trichogramma spp</i>	19
2.6.4.2 <i>Cotesia flavipes</i>	20
2.6.5 Diabrotica (<i>Diabrotica sp</i>).....	20

2.6.6 Chicharritas del Maíz <i>Dalbulus</i> (Hemiptera: Cicadellidae)	21
2.6.7 Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>).....	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
3.1 Localización Geográfica de la Comarca Lagunera.....	25
3.2 Área de estudio.....	25
3.3 Material genético.....	25
3.4 Diseño del estudio.....	26
3.5 Manejo Agronómico.....	27
3.6 Monitoreo y colecta de muestras de insectos en campo.....	28
3.7 Procesamiento de muestras.....	28
3.8 Identificación de insectos.....	28
3.9 Determinaciones de diversidad de insectos.....	29
3.9.1 Índice de Margalef (D_{Mg}).....	29
3.9.2 Índice de Menhinick (D_{Mn}).....	29
3.9.3 El coeficiente de comunidad (CC).....	29
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
V. CONCLUSIÓN.....	40
VI. LITERATURA CITADA.....	41

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Resultados de los índices de diversidad correspondiente al primer muestreo.....	30
Cuadro 2. Estimación del número de especies que se comparten entre tratamientos y el coeficiente de comunidad (muestreo 1).....	31
Cuadro 3. Estimación del número de especies que se comparten entre tratamientos y el coeficiente de comunidad (muestreo 2).....	32
Cuadro 4. Índices de diversidad correspondiente al segundo muestreo.....	32
Cuadro 5. Estimación del número de especies que se comparten entre tratamientos y el coeficiente de comunidad (muestreo 3).....	33
Cuadro 6. Índices de diversidad correspondiente al tercer muestreo.....	33
Cuadro 7. Estimación del número de especies que se comparten entre tratamientos y el coeficiente de comunidad (muestreo 4).....	34
Cuadro 8. Índice de diversidad correspondiente al cuarto muestreo.....	34
Cuadro 9. Estimación del número de especies que se comparten entre tratamientos y el coeficiente de comunidad (muestreo 5).....	35
Cuadro 10. Índice de diversidad correspondiente al quinto muestreo.....	35
Cuadro 11. Estimación del número de especies que se comparten entre tratamientos y el coeficiente de comunidad (muestreo 6).....	36
Cuadro 12. Índice de diversidad correspondiente al sexto muestreo.....	36
Cuadro 13. Estimación del número de especies que se comparten entre tratamientos y el coeficiente de comunidad (muestreo 7).....	37
Cuadro 14. Índice de diversidad correspondiente al séptimo muestreo.....	37
Cuadro 15. Insectos encontrados en las asociaciones de cultivo.....	38

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, Unidad Laguna, en los meses de mayo a septiembre 2009. Se estableció un sistema de policultivo de maíz-frijol-calabaza, fueron cuatro tratamientos y tres repeticiones: T1 (M), T2 (M-F), T3 (M-C) y T4 (M-F-C), con el objetivo de describir y cuantificar las poblaciones de insectos benéficos e insectos plaga asociados de forma natural, para lo cual se realizaron 7 muestreos. La colección de insectos, se realizó capturando los especímenes con la ayuda de la red de golpeo, dando dos redadas por curco, se tomaron tres surcos centrales del cultivo, en el caso del monocultivo y para las parcelas en asociación de igual forma se tomaron los tres surcos centrales de maíz incluyendo los de calabaza y frijol. Los especímenes fueron identificados en el laboratorio de Agroecología de la UAAAN-UL, se identificaron los insectos plagas o benéficos de acuerdo a las características morfológicas observadas con el microscopio estereoscópico modelo (CZM4-Labomed) y las claves taxonómicas, una vez identificados se cuantificaron ordenándolos por tratamiento y muestreo, con estos datos se determinó la diversidad de especies mediante los índices de Margalef (D_{Mg}) y Menhinick (D_{Mn}), así también el coeficiente de comunidad (CC). De acuerdo a los resultados obtenidos las asociaciones de maíz-frijol y de maíz-calabaza, tuvieron mayor diversidad de insectos benéficos, en cuanto a los índices de diversidad variaron durante el proceso de muestreo y los coeficientes de comunidad más altos se presentaron entre T1:T3 en el tercero, cuarto y sexto muestreo.

PALABRAS CLAVES: insectos, asociaciones, monocultivo, diversidad.

I. INTRODUCCIÓN

En el marco de lo que se ha definido como Agricultura Sostenible o Conservacionista, el manejo de plagas se ha venido redefiniendo y en este esquema los objetivos que se buscan es reducir gradualmente los problemas asociados al uso de plaguicidas, obteniendo rendimiento y calidad aceptable, y paralelamente minimizar los daños al ambiente y a la salud humana (Day *et al.*, 2008; Pretty, 2008). Es evidente que para lograr lo anterior se requiere, avanzar simultáneamente en tres sentidos que son complementarios: 1) promover la biodiversificación de los agroecosistemas, 2) minimizar la utilización de plaguicidas químicos y adoptar a otros productos alternativos (Bianchi *et al.*, 2006), y 3) implantar un Manejo Agroecológico de las Plagas (Bahena-Juárez, 2007).

El Manejo Agroecológico de Plagas (MAP) se basa en la ciencia y principios de la agroecología y es parte de un manejo diferente de los cultivos, tiene una visión integradora y holística con todo el agroecosistema, no busca exterminar insectos sino que trata de controlar sus poblaciones para que éstas no causen daños económicos significativos (Vázquez-Moreno, 2006), se sustenta en una restauración de la biodiversidad funcional que reactive el control biológico, el cual se complementa con alternativas ecológicamente compatibles como pueden ser las asociaciones y rotaciones de cultivo, manejo de arvenses, prácticas culturales, trampas, uso de semioquímicos, uso de extractos de plantas con propiedades adversas a las plagas, insecticidas biológicos, etc. (Bahena-Juárez, 2007; Bedregal-Durand, 2006).

Por lo que la búsqueda de sistemas agrícolas autosuficientes y diversificados de baja utilización de insumos y que utilicen eficientemente la energía, es ahora una gran preocupación para algunos investigadores, agricultores y políticos en todo el mundo (Altieri *et al.*, 1999; Nicholls y Altieri, 2002; Porcuna, 2007).

Los sistemas de siembra en policultivos o asociación de cultivos representan una parte importante del paisaje agrícola en muchos lugares del mundo. Constituyen

alrededor del 80% del área cultivada en África occidental y predominan también en otras áreas de este continente. Gran parte de la producción de los cultivos básicos de las zonas tropicales latinoamericanas proviene de un sistema de policultivos: más del 40% de la yuca, 60% del maíz y 80% de los frijoles de aquellas regiones se cultivan combinados entre sí o con otros cultivos (Altieri *et al.*, 1999).

Los sistemas agrícolas, o agroecosistemas, son ecosistemas modificados que tienen una variedad de propiedades. En los sistemas agrícolas modernos se han modificado algunas de estas propiedades que aumentan la productividad. Los Agroecosistemas sostenibles, por el contrario, tienen que tratar de transferir una parte de estas propiedades hacia los sistemas naturales (Pretty, 2008). Para que un agroecosistema sea sostenible, la diversidad biológica debe ser mayor para recrear un control natural y funciones de regulación de plagas y enfermedades en lugar de tratar de eliminarlos, ya que muchos insectos se alimentan de cultivos y dado que la utilización frecuente de insecticidas es cada vez más restrictiva y muchos de los productos químicos eficaces ya están prohibidos, por lo que la demanda de estrategias alternativas de control de plagas es cada vez mayor (Andersson, 2007).

En la naturaleza no existen plagas. Aunque algunos sean en potencia, más dañinos que otros, ninguno es intrínsecamente malo. El concepto de plaga es artificial. Un animal se convierte en plaga cuando aumenta su densidad de tal manera que causa una pérdida económica al ser humano (González-Amaro *et al.*, 2009). La presencia de una plaga en un cultivo agrícola es una evidencia de que existe un desbalance ecológico y la consecuencia que observamos es un mal funcionamiento del agroecosistema (Lira-Saldivar, 2007).

Grandes superficies dedicadas a un solo cultivo debilitan a éste favoreciendo la aparición de plagas y enfermedades creando resistencias, y por tanto, el abuso de productos fitosanitarios, en tanto que las asociaciones de cultivos, permite un mejor aprovechamiento del espacio. Además constituye un método de control

biológico de plagas y enfermedades (Limón-González *et al.*, 2005; Porcuna, 2007; Shennan, 2008).

Los sistemas de policultivos maíz-frijol-calabaza han sido y siguen siendo los sistemas más productivos, comúnmente practicados en toda Latinoamérica, especialmente en México (González-Amaro *et al.*, 2009; Gutiérrez-Martínez *et al.*, 2007). Si bien los policultivos han demostrado ofrecer grandes beneficios, por esta razón para el presente estudio se estableció un policultivo de maíz-frijol-calabaza con el objetivo de describir y cuantificar las poblaciones de insectos benéficos e insectos plaga asociados de forma natural.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Describir la poblaciones insectiles asociadas de forma natural al policultivo de maíz-frijol-calabaza.

1.1.2. Objetivo Específico.

Cuantificar las poblaciones de insectos plaga e insectos benéficos de insectos asociados al policultivo maíz-frijol-calabaza.

1.2. Hipótesis

HI: El sistema de policultivos favorece la presencia de las poblaciones de insectos benéficos.

H0: El sistema de policultivos no favorece la presencia de las poblaciones de insectos benéficos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes

En los años 70 del siglo pasado, los procesos de modernización de la agricultura a nivel mundial y la implantación de las técnicas de la Revolución Verde se llevaron a cabo con gran apoyo institucional, materializado en servicios de investigación y de extensión agraria bien dotados de recursos económicos y humanos. Solo había un paradigma de producción no solamente dominante, sino totalizante, como lo fue el enfoque agroquímico (Guadarrama-Zugasti, 2007; Guzmán y Alonso, 2007), este modelo ha favorecido la existencia de sistemas basados en monocultivos, cuyo objetivo central ha sido la obtención de alta producción y productividad, pero al mismo tiempo ha generado una mayor dependencia del productor hacia un mercado de insumos industriales externos (Chiwo-Gallegos, 2000; Limón-González *et al.*, 2005; Porcuna, 2007).

El modelo de investigación y transferencia de tecnología vertical y unidireccional en que se basó la modernización de la agricultura fue muy criticado a partir de los años 70, por su incapacidad de ofrecer respuestas a la mayoría de los agricultores del mundo (los de bajos recursos y aquellos que manejaban áreas ecológicamente sensibles y por las de diferencias intrínsecas de un modelo que incorporaba numerosos prejuicios en su seno y era incapaz de reconocer el conocimiento campesino) (Guzmán y Alonso, 2007).

Sin embargo en el mejor de los casos junto a aumentos productivos han ido apareciendo una serie de externalidades negativas ya que numerosas comunidades rurales han colapsado económica y socialmente, el desempleo aumenta por tecnologías ahorradoras de fuerza laboral, y persiste alta migración a las ciudades (Altieri, 2003; Funes-Aguilar y Monzote, 2006). La “Revolución Verde” de especialización e industrialización agropecuaria de países

desarrollados ha generado conflictos ambientales (contaminación de recursos hídricos, erosión y pérdida de fertilidad de los suelos, deterioro de la biodiversidad), que cada vez se hacen más patentes y ésta no ha sido una solución (Altieri, 2003; Brown y Reyes-Gil, 2003; Funes-Aguilar y Monzote, 2006; Gliessman *et al.*, 2007).

Las investigaciones sugieren que, considerando que en ecosistemas naturales la regulación interna de su funcionamiento es substancialmente un producto de la biodiversidad a través de flujos de energía y nutrientes y de sinergias biológicas, esta forma de control se pierde progresivamente con la intensificación agrícola y la simplificación, de manera que para funcionar los monocultivos deben ser subvencionados con insumos químicos (Altieri y Nicholls, 2000).

2.2 Sistemas de policultivos

Una alta diversidad biológica en el sistema agrícola es la manera de conseguir interacciones benéficas, que llevan al desarrollo de propiedades emergentes, tales como la estabilidad y la sustentabilidad, aportando múltiples servicios ecológicos, como son el reciclaje de nutrientes, el control del microclima local, el control de insectos perjudiciales (por ejemplo, sirviendo de refugio a enemigos naturales) o la eficiencia en el uso del agua y la conservación del suelo (Alessandria *et al.*, 2002; González y Guzmán, 2006).

Los policultivos ó asociaciones de cultivos se corresponden con la dimensión horizontal de la diversidad ecológica en un agroecosistema; es decir la presencia conjunta durante un tiempo de más de un cultivo en el mismo espacio. El policultivo es una estrategia habitual de los sistemas agrícolas tradicionales de todo el mundo que se justifica, entre otras razones, por su mayor eficiencia en el uso de los recursos naturales (suelo, agua y energía). Pero además de los servicios ecológicos, el policultivo proporciona una dieta rica y diversa durante

todo el año, otorga estabilidad en las producciones, minimiza los riesgos (ya que si algún cultivo sufre daños, los demás pueden compensar la pérdida) y permite aumentar la rentabilidad con bajos niveles de tecnología (González y Guzmán, 2006).

El proceso de conversión de sistemas convencionales caracterizados por monocultivos con alta dependencia de insumos externos a sistemas diversificados de baja intensidad de manejo es de carácter transicional y se compone de tres fases (Altieri y Nicholls, 2007):

1. Eliminación progresiva de insumos agroquímicos mediante la racionalización y mejoramiento de la eficiencia de los insumos externos a través de estrategias de manejo integrado de plagas, maleza, suelos etc.
2. Sustitución de insumos sintéticos por otros alternativos u orgánicos.
3. Rediseños de los agroecosistemas con una infraestructura diversificada y funcional.

La preparación de la cama de semillas y la siembra mecanizada reemplazan a los métodos naturales de dispersión de semillas; los plaguicidas químicos reemplazan los controles naturales de las poblaciones de insectos y patógenos; y la manipulación genética reemplaza los procesos naturales de evolución y selección de plantas. Igualmente se altera la descomposición, ya que las plantas se cosechan y la fertilidad del suelo se mantiene, no a través del reciclaje de nutrientes mediado biológicamente sino con fertilizantes (Altieri y Nicholls, 2000).

2.2.1 Efectos de los sistemas de policultivos sobre los insectos plaga

Una de las características de los policultivos, es el efecto que provoca la diversidad de plantas sobre la población de los insectos plagas, logrando una disminución en las mismas, por lo que este sistema puede ser considerado como un componente valioso en el manejo integrado de plagas, ya que reduce la vulnerabilidad del mismo; además disminuye la contaminación ambiental al reducirse las aplicaciones de productos plaguicidas (Mojena *et al.*, 2000).

La mayor posibilidad de que existan más enemigos naturales de plagas de insectos en policultivos que en monocultivos se debe a: incrementos en la variedad y cantidad de fuentes disponibles de alimento, mejores condiciones del microhábitat, cambios en señales químicas que afectan la ubicación de las especies de plagas de insectos e incrementos en la estabilidad dinámica de poblaciones de depredador-presa y parasitoide-huésped. Estos factores pueden ayudar a mejorar el éxito en la reproducción, sobrevivencia y eficacia de los enemigos naturales (Altieri *et al.*, 1999).

Una segunda explicación respecto a la menor cantidad de plagas de insectos en policultivos que en monocultivos es la «hipótesis de concentración de recursos» donde las plagas de insectos, especialmente las especies con un limitado índice de huéspedes, tienen mayor dificultad para ubicar y permanecer en las plantas huéspedes en sembrados pequeños y dispersos que para hacerlo en cultivos grandes y densos. Estos cambios en el comportamiento se deben quizás a la gran interferencia química y visual que existe con las señales usadas para la ubicación de la planta huésped o a las modificaciones del microhábitat y de la calidad de esta planta huésped (Altieri *et al.*, 1999).

El diseño y manejo de policultivos no es una tecnología sencilla ni responde a una serie de recetas. Por lo tanto, es fundamental hacer esfuerzos para una mejor comprensión de los principios ecológicos que explican el funcionamiento de estos

sistemas en relación con plagas, enfermedades y malezas o en el uso de recursos. Por otro lado, es importante conocer la posibilidad de generalizar los resultados o evaluar la especificidad de los mismos (Giaccio, 2002).

2.3 Importancia de los insectos

Los insectos pertenecen al grupo dominante de animales que viven sobre la tierra. Ellos superan a otros animales terrestres en número y están prácticamente presentes en cualquier lugar de la esfera terrestre. Constituyen una parte importante de la diversidad biológica, ya que de cada diez seres vivos, más de cinco son insectos, y de cada diez animales al menos siete son insectos (Márquez-Luna, 2005).

Los insectos son importantes en el funcionamiento ecológico de los ecosistemas naturales a través de diversas actividades que van desde la descomposición de la materia orgánica, así como, la prestación de alimentos al constituir un eslabón básico en las cadenas alimenticias, al ser presa de buena parte de los vertebrados, que los utilizan de forma exclusiva o temporal para cubrir sus necesidades proteicas (Balmori, 2006) de hecho, los insectos juegan funciones como depredadores, parásitos, herbívoros, saprófagos, polinizadores, entre otros (Rosenberg *et al.*, 1986). Esto indica la importancia ecológica y económica de este grupo de animales en los ecosistemas acuáticos y terrestres.

2.3.1 Características principales de los insectos

Las características principales de los insectos son (Huici-Rojas, 2007):

- 1.- Su tamaño pequeño, lo cual les permite ocupar y esconderse en lugares donde otros organismos no pueden.

- 2.- La capacidad de adaptarse al medio con bajas y altas temperaturas (invierno o verano).
- 3.- Su capacidad de vuelo, lo que les permite ir de un lugar a otro, de planta a planta.
- 4.- Su corto período de vida y su alta capacidad reproductiva, lo cual les da la oportunidad de aumentar rápidamente su población.

2.4 Morfología, fisiología y bioquímica de los insectos

Son los insectos los animales terrestres más abundantes tanto en número de especies como de individuos. De acuerdo con la teoría de la *evolución orgánica o la biogénesis*, esto ha sucedido por que los insectos están mejor adaptados que otros grupos de animales al medio ambiente que les rodea, muchos de los cuales se han extinguido, mientras que los insectos se han diversificado y multiplicado sin interrupción (Metcalf y Flint, 1965).

2.4.1 Estructura corporal de los insectos: Tactomatización

El patrón estructural que diferencia a la clase Insecta de otros Arthropodos está organizado en base a tres tagmas (Haroldo-Toro *et al.*, 2003):

- 1.- Tagma cefálico, formado por lo menos por cuatro segmentos.
- 2.- Tagma torácico, formado por tres segmentos.
- 3.- Tagma abdominal, por 11 segmentos.

Además tienen tres pares de patas, dos pares de alas y un par de antenas (Huici-Rojas, 2007).

La base de esta organización de grupos de segmentos (tagmas) estrechamente asociados, es una división del trabajo fisiológico, logrando mayor especialización y eficiencia (Haroldo-Toro *et al.*, 2003).

2.4.2 Desarrollo y Metamorfosis de los Insectos

Los insectos, a lo largo de su vida o ciclo biológico, cambian de forma conforme van creciendo, desde que son huevos hasta que son adultos. A estos cambios de forma se les llama metamorfosis. Esta palabra es una combinación de dos palabras griegas; “meta” que significa cambio, y “morphe” que significa forma (Antonelli, 2001; Dong *et al.*, 2007), y está regulado por las hormonas de los insectos. Durante la metamorfosis, la epidermis pasa por una transformación significativa en la bioquímica y molecular, el exoesqueleto, o cutícula, se desprende y es sustituido por un nuevo exoesqueleto. (Fu *et al.*, 2009).

En algunos casos, los cambios de forma no son tan drásticos y los insectos jóvenes o inmaduros son muy parecidos a los adultos, pero en otros casos los insectos inmaduros no se parecen a los adultos (Sáenz y Palmáñez, 2004).

De esta manera podemos clasificar a los insectos de acuerdo a su tipo de metamorfosis en (Antonelli, 2001; Powell, 1914; Sáenz y Palmáñez, 2004):

Metamorfosis simple (incompleta): (Insectos hemimetábolos), los insectos pasan por los estados de huevo, ninfa y adulto. Los estados juveniles son muy parecidos a los adultos, la principal diferencia es que no tienen alas y no son maduros sexualmente. A los estados juveniles o inmaduros se les llama ninfas. Ejemplo: chinches y pulgones.

Metamorfosis completa: (Insectos holometábolos), los insectos pasan por los estados de huevo, larva (o gusano), pupa y adulto. Los estados juveniles (gusanos o larvas), son muy diferentes a los adultos. La pupa es un estado de reposo donde la larva se envuelve en un capullo para transformarse en adulto. Por ejemplo: palomillas, mariposas, escarabajos, crisopas y moscas.

2.4.3 Forma en que se alimentan los insectos: tipos de aparatos bucales

Los insectos se alimentan de maneras diversas, ellos rasgan o arrancan, mastican e ingieren trozos de tejido vegetal o animal, como los chapulines y gusanos medidores o extraen de debajo de la superficie de una planta o animal, los líquidos del cuerpo (sin ingerir los tejidos), un ejemplo claro son los mosquitos y pulgones (Huici-Rojas, 2007).

El aparato bucal de los insectos está compuesto por; a) Labro: labio superior que cubre la cavidad bucal, b) Mandíbula: localizado detrás del labio, c) Maxila: su función es cortar y masticar y d) Labium: labio inferior que cierra la cavidad bucal (Fernández *et al.*, 2000).

Los insectos poseen diferentes tipos de aparatos bucales, y de acuerdo a este, nos determina la forma de alimentarse y los posibles daños que puedan ocasionar.

Entre ellos podemos mencionar los siguientes (CESTA, 2002):

Masticador: el más primitivo y presente en insectos inmaduros y adultos, como por ejemplo, los saltamontes (Orthoptera) y larvas de mariposas (Lepidóptera)

Raspador-Chupador: sus partes bucales están adaptadas para raspar la epidermis de las plantas y luego chupar la savia que exudan. La planta puede presentar una reacción al daño, enrollando la hoja. En este tipo de aparato bucal se encuentran los Trips (Thysanoptera).

Picador-Chupador: es un tubo formado por el labro y el labio que contiene estiletes derivados de las formaciones prebucles, de las mandíbulas y de las maxilas. Hay una tendencia a la reducción del número de palpos y de su tamaño. Hay una delimitación de dos conductos: para la inyección de saliva y para la succión del alimento. Los estiletes pueden ser punzantes, lacerantes o cortantes. Presentan este tipo de aparato bucal: los mosquitos (Díptera), piojos (Pthiráptera), Chinchas (Hemíptera), Pulgas (Siphonaptera).

Sifón: este tipo de aparato bucal es muy especializado, presenta un tubo delgado, el cual se encuentra enrollado hacia arriba debajo de la cabeza. La alimentación se realiza desenredando este tubo y metiendo la punta comúnmente en la flor. Las mariposas (Lepidópteras), tienen este tipo de aparato bucal.

2.5 Razones por la cual un organismo se convierte en plaga

Existen varias razones por las que un organismo llega a convertirse en plaga (Altieri *et al.*, 1999; Bahena-Juárez, 2007; Gliessman *et al.*, 2007):

1) Con la selección genética y/o la domesticación, dirigida por humanos, así como la simplificación general de los agroecosistemas, las poblaciones de plantas y/o animales cultivados raramente se autorregulan.

2) Cuando se introducen nuevos cultivos en una región, puede ocurrir que algunos insectos que se alimentan de plantas silvestres prefieran ahora a este nuevo cultivo.

3) Al existir un recurso alimenticio abundante y permanente. Esta situación es típica y característica de los agroecosistemas “modernos” en donde se pueden observar grandes extensiones ocupadas con un solo cultivo.

4) En un sistema de producción agrícola simplificado la diversidad biológica se reduce y se interrumpen los sistemas naturales de control de plagas ya que muchos nichos y/o hábitats quedan desocupados.

5) La aplicación sistemática y desmedida de plaguicidas químicos ha provocado que plagas secundarias pasen a ser primarias fundamentalmente debido a que con esas aplicaciones también se suprimen las poblaciones de enemigos naturales.

6) El excesivo uso de fertilizantes inorgánicos confieren a las plantas mayores concentraciones de azúcares solubles, compuestos nitrogenados y aminoácidos libres, lo cual las hace más apetecibles para los fitófagos.

7) Por los cambios en los hábitos y gustos alimenticios de la sociedad, cuando se busca y prefieren los “frutos perfectos”, provocando que daños insignificantes sean considerados como importantes.

2.5.1 Tipos de plaga

Para el manejo de plagas es importante distinguir varias categorías o tipos de éstas, en función de su presencia o el daño que están causando. Al respecto se han establecido principalmente las categorías siguientes (Bahena-Juárez, 2007; CESTA, 2002):

Plaga clave: mencionada también como principal, primaria o constante. Son aquellas que se presentan regularmente con una elevada densidad y que producen graves daños directos o indirectos. Ocurren permanentemente en el cultivo, son persistentes y requieren de la aplicación de medidas de combate, de lo contrario provocarían graves pérdidas económicas. Ejemplo: *Spodoptera frugiperda* en maíz y *Epilachna varivestis* en frijol.

Plaga ocasional: También conocida como secundaria o de irrupción. Se incluye aquellas plagas que en condiciones normales sus poblaciones están controladas por sus enemigos naturales, pero si por factores externos (cambios climáticos o la intervención del hombre) el equilibrio en que coexisten las diferentes especies se afecta o interrumpe, puede ocasionar graves daños en el cultivo, haciéndose necesario tomar medidas para su combate. Ejemplo: Gusano soldado en gramíneas.

Plaga potencial. Son aquellas plagas que normalmente no ocasionan daños al cultivo, pero que como consecuencia de las medidas de control que son aplicados para combatir a las plagas clave u ocasionales, estas podrían llegar a producir pérdidas. Los grandes monocultivos y las exageradas aplicaciones de agroquímicos pueden hacer que estas plagas cambien a una categoría donde sus daños ya representen pérdidas en el cultivo. Ejemplo: varias especies de ácaros y pulgones, palomilla blanca en canola, etc.

Plagas migrantes. Se trata de plagas que no se encuentran presentes en el cultivo, pero que pueden llegar a ellos por sus hábitos migratorios causando repentinamente daños muy severos. Ejemplo: Las langostas en el sureste de México.

2.6 Insectos benéficos e insectos dañinos de importancia para los cultivos

Muchos agricultores llaman plagas a todos los insectos. En realidad hay muchos insectos que controlan a los insectos plagas. Al comer o matar traen beneficios a los agricultores. Por eso son insectos benéficos y son enemigos de las plagas (Fandiño *et al.*, 2007).

Los insectos depredadores se encuentran en los órdenes Dermaptera, Mantodea, Hemiptera, Thysanoptera, Coleoptera, Neuroptera, Hymenoptera y Diptera, siendo Hemiptera, Coleoptera, Hymenoptera y Diptera los más importantes. Más de 30 familias de insectos son depredadores y de éstas, los Anthocoridae, Nabidae, Reduviidae, Geocoridae, Carabidae, Coccinellidae, Nitidulidae, Staphylinidae, Chrysopidae, Formicidae, Cecidomyiidae y Syrphidae, son comúnmente importantes en los cultivos (Driesche *et al.*, 2007).

Los depredadores son especies con un estado de vida que mata y come animales vivos para su desarrollo, sustento y reproducción. A diferencia de los parasitoides, los insectos depredadores típicamente son más grandes que sus presas y requieren más de una presa individual para completar el desarrollo. Además, a

diferencia de casi todos los parasitoides, un cierto número de insectos depredadores son nocturnos. Los depredadores son casi universales, afectando todas las plagas en todos los habitats en algún grado (Driesche *et al.*, 2007).

2.6.1 Catarinita (*Coccinella sp*)

Los coccinélidos conocidos comúnmente como catarinitas, vaquitas, mariquitas o conchuelas, son coleópteros de gran importancia para los agroecosistemas, ya que ayudan de manera notable al control de plagas de importancia económica, tales como áfidos, mosquita blanca, escamas y en general, insectos de cuerpo blando (Flores-Mejía y Salas-Araiza, 2004).

2.6.2 Crisopa (*Chrysopa sp*)

Es un insecto benéfico que se alimenta de huevecillos, larvas, ninfas y adultos de una gran variedad de insectos plaga de cuerpo blando. Las liberaciones de crisopas en los cultivos contribuyen a la disminución de las poblaciones de plagas y ayuda a reducir las aplicaciones de insecticidas. El León de las áfidos es uno de los insectos benéficos más importantes y abundantes bajo condiciones naturales en diferentes cultivos (BioInsectum, 2004).

La crisopa tiene alta preferencia por pulgones que atacan a hortalizas, nogal, maíz, alfalfa, melón, trigo y algodón. Así mismo se alimenta de huevecillos y ninfas de mosquitas blancas. Ataca también al gusano soldado, falso medidor, chicharritas, trips, gusano alfiler, psilido del tomate y gusano barrenador de la nuez (BioInsectum, 2004).

2.6.3 Chinche asesina Familia (*Reduviidae*)

La chinche asesina principalmente se alimentan de los ácaros, orugas, áfidos, insectos escama y psílidos (USDA, 2002).

Las chinches asesinas reciben su denominación por la manera con la que acechan a la presa: deliberadamente levantan un pico en forma de daga y se lo clavan a la víctima y le inyectan su saliva paralizante. La enzima que contiene la saliva digiere parcialmente los tejidos internos de la presa, y la chinche absorbe después ese líquido igual que si bebiera de una paja. Cuando está en reposo, el pico se aloja apretadamente en un surco situado entre las patas anteriores (Vázquez-Vicente, 2007).

Los fémures de las patas anteriores de las chinches asesinas están engrosados para dar cabida a los poderosos músculos que retienen a la presa mientras lucha por escapar. El cuerpo puede ser ovalado o alargado, y los adultos miden entre 12 y 36 mm de longitud. Sus cabezas son siempre alargadas, y claramente señaladas por un surco que atraviesa entre los ojos (Vázquez-Vicente, 2007).

Ciclo de vida

Las chinches asesinas pasan por una metamorfosis parcial o *hemimetábola*. Luego de la etapa de huevo, hay un desarrollo que conlleva cinco instares ninfales. Las ninfas se distinguen de los adultos en que tienen ojos más pequeños, no tienen ocelos, ni alas, y por la presencia de *lóbulos torácicos* en el lugar de donde se desarrollarán las alas (Cantero-Martínez, 2002).

Las hembras están listas para aparearse en de 1 a 3 días luego de la última muda. La cópula dura unos 5-15 minutos. La oviposición comienza de 10 a 30 días luego de la cópula. Cada hembra típicamente deposita sólo uno o dos huevos al día, el huevo ovalado es de unos 2-2.5 x 1mm, son de color blanco o rosado. La mayoría de las especies depositan los huevos sueltos, pero algunas hembras ponen sus

huevos en racimos o masas. Las ninfas recién emergidas son rosas (Cantero-Martínez, 2002).

El ciclo de vida completo de huevo a adulto puede llevarse a cabo en 3-4 meses, pero se puede dilatar por 1-2 años. Los tiempos de desarrollo variable entre especies dependen de muchos factores, incluyendo, temperatura ambiental, humedad, disponibilidad de huéspedes, intervalos de alimentación, y largo de la diapausa ninfal (Cantero-Martínez, 2002).

2.6.4 Parasitoides

Los parasitoides han sido el tipo más común de enemigo natural introducido contra insectos plaga. A diferencia de los parásitos verdaderos, los parasitoides matan a sus hospederos y completan su desarrollo en un solo huésped. La mayoría de los parasitoides pertenecen a los órdenes Diptera o Hymenoptera (Driesche *et al.*, 2007; Guédez *et al.*, 2008).

Todos los estados de desarrollo del insecto pueden ser parasitados. A las avispidas Trichogrammatidae que atacan huevecillos se les llama; parasitoides de huevos. Las especies que atacan larvas son parasitoides larvales (Driesche *et al.*, 2007).

Por su localización en el hospedante se clasifican en (Carballo, 2002):

Ectoparasitoides. Aquellos que se ubican y alimentan en el exterior del hospedante, como por ejemplo *Diglyphus* spp. (Hymenoptera: Eulophidae), parasitoides de *Liriomyza*.

Endoparasitoides. Que son los que se ubican y alimentan en el interior de su hospedante, como *Cotesia flavipes*, parasitoides de *Diatraea saccharalis* en caña de azúcar.

La mayoría de los parasitoides utilizados en el control biológico de plagas pertenecen a las familias *Braconidae*, *Scelionidae*, *Trichogrammatidae*, *Eulophidae*, *Encyrtidae*, *Aphelinidae* y *Tachinidae* (Carballo, 2002).

2.6.4.1 *Trichogramma spp*

La avispa *Trichogramma spp.* es un insecto que pertenece al orden *Hymenoptera* y a la familia *Trichogrammatidae*. Este insecto es un parásito de los huevecillos de varios lepidópteros, entre los cuales se incluyen las plagas agrícolas. Adicionalmente puede atacar huevos del género *Hymenoptera*, *Neuróptera*, Díptera, *Coleóptera* y *Hemiptera* (Burbano *et al.*, 2004).

Trichogramma spp. es una avispa de 0.5-0.8 mm de longitud, amarilla con marcas pardas en el mesosoma y dorso de los fémures, y metasoma más oscuro en el medio del tercio apical. El macho presenta una coloración parda más extensa; su antena tiene setas largas y delgadas, el ancho de cada seta disminuye a lo largo de la seta. La longitud de la seta más larga es 2.7-3.7 veces más larga que el ancho máximo de la antena, los ojos son de color rojo (Gerding y Torres, 2001).

Ciclo de vida

El ciclo biológico es afectado considerablemente por la temperatura, humedad relativa, fotoperiodo y el huésped. La duración promedio desde la oviposición hasta la emergencia del adulto es de 8 días a 22°C. Temperaturas menores alargan la duración del ciclo (Gerding y Torres, 2001).

2.6.4.2 *Cotesia flavipes*

Cotesia flavipes (Hymenoptera: Braconidae) este parasitoide es muy específico para el control de gusanos barrenadores del tallo de la familia Pyralidae, entre ellos el barrenador de la caña de azúcar *Diatraea saccharalis*, y el barrenador del maíz *Diatraea lineolata*, entre otros (Bioagro, 2010; Carballo, 2002).

Tiene una longitud de 2 mm, su cuerpo es negro, patas amarillas o castaño pálido, antenas situadas encima de una repisa entre los ojos compuestos, cubierta del ovipositor mucho más corta que la tibia (Carballo, 2002).

Ciclo de vida

El apareamiento dura aproximadamente un minuto. Las hembras ovipositan inmediatamente después de la emergencia. Los huevos eclosionan de 3 a 4 días en su larva huésped y las larvas del parasitoide de primer estadio comienzan a alimentarse internamente. En el cuerpo del hospedador ocurren tres estadios larvales. El período larvario en promedio es de 11 días. Después de terminar su desarrollo las larvas emergen del hospedado rompiendo el tegumento (Abraha, 2003).

Las larvas tejen capullos de inmediato y pupan, el período de pre-pupa y pupa es de 4 a 5 días y emerge el adulto. Los adultos son pequeñas avispas, de 3 a 4 mm de longitud, que viven sólo unos días (Abraha, 2003).

2.6.5 Diabrotica (*Diabrotica* sp)

Por la diversidad de cultivos de los que se alimenta, la diabrotica se puede catalogar como una especie polífaga, entre los cuales se encuentran las plantas cultivadas de frijol, soya, maíz, tomate, entre otras (Marrero-Artabe, 2001), manera

general, las larvas y adultos actúan como defoliadores (Burgos-Solorio y Anaya-Rosales, 2004) esta especie es de gran importancia en México.

Ciclo de vida

La hembra ovíparita de 68 a 100 huevecillos solos o en grupos en el suelo cerca de las raíces de las plantas hospederas. El periodo de incubación es de 5 a 10 días. El huevecillo es de forma oval, de color blanquecino cuando esta recién ovíparita y se torna café antes de la eclosión. La larva pasa por cuatro instares, su color es variable, inicialmente es blanco pero puede adquirir un color amarillo pálido dependiendo principalmente de la fuente de alimento (SAGARPA, 2005).

El desarrollo de estado larval es influenciado por la temperatura. En general, el desarrollo larval varía de 11 a 17 días. Al emerger la larva del primer instar comienza a minar la raíz de la planta hospedera para alimentarse permaneciendo en esta hasta completar su desarrollo completamente (SAGARPA, 2005).

La pupación ocurre en el suelo y tiene una duración de entre 5 y 10 días. Las pupas son de color crema y se forman en una celdilla, (SAGARPA, 2005).

Los insectos adultos miden de 4 a 6 mm de largo, son de color verde claro; los élitros tienen dos bandas transversales y cuatro manchas irregulares de color amarillo brillante (Burgos-Solorio y Anaya-Rosales, 2004; Reza-Aleman y Acosta-Gallegos, 2005); Las hembras son claramente más grande que los machos (SAGARPA, 2005).

2.6.6 Chicharritas del Maíz *Dalbulus* (Hemiptera: Cicadellidae)

Las chicharritas del maíz del género *Dalbulus* (Hemiptera: Cicadellidae) una de las plagas más importantes del Maíz en el continente Americano. se encuentran desde los EUA hasta Argentina, además de las islas del Caribe (Virla *et al.*, 2009).

Las especies de *Dalbulus* que atacan al maíz son importantes porque al alimentarse le transmiten tres patógenos que causan la enfermedad conocida como achaparramiento del maíz, que son transmitidos principalmente por *Dalbulus maidis*, *D. elimatus*, *D. gelbus*, *D. guevarai* y *D. longulus*. Dichos patógenos son el virus rayado fino del maíz, el fitoplasma del achaparramiento del maíz y espiroplasma del achaparramiento del maíz (Arredondo-Bernal y Rodríguez-del Bosque, 2008; Ríos-Reyes y Moya-Raygoza, 2004).

Mediante el mecanismo persistente propagativo, caracterizado porque el patógeno debe multiplicarse dentro del vector antes de ser transmitido, pasar por un periodo de latencia de 2 a 3 semanas y la transmisión del patógeno por el vector hasta su muerte después de haberlo adquirido. En condiciones naturales, una misma planta del maíz puede tener alguno o los tres patógenos pero en cualquiera de los casos produce el achaparramiento del maíz, pero cada uno expresa sus síntomas de forma diferente (Arredondo-Bernal y Rodríguez-del Bosque, 2008).

Las plantas de maíz con el virus muestran la base de sus hojas con rayas cloróticas finas a lo largo de sus venas, las plantas con el fitoplasma tienen un color rojizo alrededor de las hojas y proliferación de pequeños tallos en la base del tallo principal, mientras que las plantas con el espiroplasma muestran sus hojas con manchas cloróticas en la base y no producen pequeños tallos en la base del tallo principal (Arredondo-Bernal y Rodríguez-del Bosque, 2008).

Ciclo de vida

Son hemimetábolos por lo tanto pasan de huevo a ninfa y posteriormente a adultos. (Arredondo-Bernal y Rodríguez-del Bosque, 2008).

Los huevos son puestos uno por uno o en hilera de hasta 8 entre las venas en el haz de las hojas del cogollo. Eclosionan a los 4 o 19 días. Las ninfas son amarillentas translúcidas, pasan por 5 estadios y se alimentan de la base de las

hojas en el cogollo o entre las hojas y el tallo, en la parte inferior de la planta (Jean-Michel, 1991).

Los adultos tienen un tamaño de 3.0 a 5.0 mm de largo, son amarillo paja, con manchas redondas negras sobre el vértice de la cabeza, las alas delanteras son translúcidas, se extienden más allá de la punta del abdomen. A menudo se encuentran colonias con todos los estadios (Jean-Michel, 1991).

2.6.7 Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

El cogollero hace raspaduras sobre las partes tiernas de las hojas, que posteriormente aparecen como pequeñas áreas translúcidas; una vez que la larva alcanza cierto desarrollo, empieza a comer follaje perfectamente en el cogollo que al desplegarse, las hojas muestran una hilera regular de perforaciones a través de la lámina o bien áreas alargadas comidas. En esta fase es característico observar los excrementos de la larva en forma de aserrín (Negrete-Baron y Morales-Angulo, 2003; Ramón y Rodas, 2007).

Ciclo de vida

El ciclo de vida dura aproximadamente un mes, y puede tener hasta 12 generaciones por año, tiene un ciclo de vida de cuatro etapas: mariposa, huevo, gusano o larva y pupa (SAG, 1998).

Cada hembra pone un promedio de 1000 huevos, colocados en grupos de hasta 300 en la superficie de las hojas, y son cubiertos por la hembra por un polvillo o escamitas para protegerlos del sol. Los huevos son puestos en el envés de las hojas de la planta de maíz, zacate y hojas anchas como bledo, tomate y otras, entre los tres a cuatro días los huevos revientan y nacen nuevas larvas o gusanos (SAG, 1998).

La larva es color café verdosa, con franjas laterales longitudinales oscuras, pasan por seis ó siete estadíos, siendo de mayor importancia para tomar las medidas de control los dos primeros; en el primero estas miden hasta 2-3 milímetros y la cabeza es negra completamente, el segundo mide de 4-10 milímetros y la cabeza es carmelita claro; las larvas pueden alcanzar hasta 35 milímetros en su último estadío. A partir del tercer estadío se introducen en el cogollo, haciendo perforaciones que son apreciados cuando la hoja se abre o desenvuelve (Negrete-Baron y Morales-Angulo, 2003).

La fase de pupa se desarrolla en el suelo y el insecto está en reposo hasta los 8 a 10 días en que emerge el adulto (Negrete-Baron y Morales-Angulo, 2003).

El adulto es una mariposa llamada también papelote o palomilla. La hembra tiene alas delanteras color café a café gris, las del macho son de color beige con marcas oscuras y rallas pálidas. La mariposa no causa daño a las plantas, se alimenta del néctar de las flores. El adulto es atraído por la luz y tiene mayor actividad por la noche, que es cuando se aparea y pone sus huevos. En los días se refugia en los cogollos del maíz o en otras plantas (SAG, 1998).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización Geográfica de la Comarca Lagunera

La Región lagunera se localiza en la parte central de la porción norte de México, en los estados de Durango y Coahuila. Se encuentra ubicada entre los paralelos 25° 25' y 25° 30' de latitud norte, y entre los meridianos 102° 51' y 103° 40' de longitud oeste del meridiano de Greenwich (Salazar-Sosa *et al.*, 2007; Schmidt, 1989).

El clima, según la clasificación de Köppen modificada por Enriqueta García, corresponde a BWhw" (e'), que se caracteriza por ser muy seco o desértico, semicálido con invierno fresco, temperatura media anual entre 18 y 22 °C y la del mes más frío menor de 18 °C. La precipitación es de 241,9 mm anuales y la altura media sobre el nivel del mar es de 1.139 m. (Cháirez-Araiza y Palerm-Viqueira, 2004; Salazar-Sosa *et al.*, 2007).

3.2 Área de estudio

El estudio se llevo a cabo en los meses de mayo a septiembre 2009. Se estableció en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad laguna; este consistió en la realización de un monitoreo semanal en el policultivo de maíz-frijol calabaza.

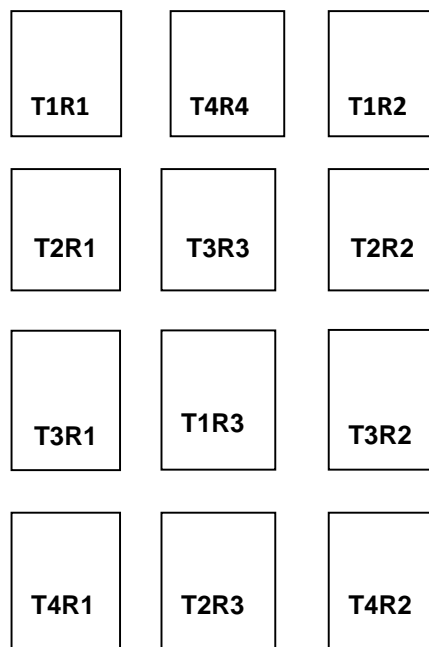
3.3 Material genético

Se utilizó la variedad de maíz Hibrido SB-302, el frijol de la variedad Pinto Americano y calabacita mallera de la variedad Succhini Grey.

3.4 Diseño del estudio

El presente estudio de tipo observacional descriptivo, se ubicó en un área de 377 m², empleando los tratamientos de monocultivo de maíz (T1), Maíz-Frijol (T2), Maíz-Calabaza (T3) y Maíz-Frijol-Calabaza (T4); cada tratamiento con tres repeticiones. Obteniendo 12 parcelas útiles de 17.5 m² (5 m de longitud y 3.5 m de ancho), dejando un espacio de 2 m entre parcela y parcela.

Diseño del sistema de policultivos, distribución de los tratamientos.



(T1) Monocultivo: constaba de 5 surcos de maíz, siendo este el cultivo principal.

(T2) Maíz-Frijol: se establecieron los 5 surcos de maíz y entre los surcos se sembró el frijol los cuales daban un total de 4 surcos.

(T3) Maíz-Calabaza: este fue similar al T2.

(T4) Maíz-Frijol-Calabaza: se establecieron 5 surcos de maíz a 70 cm, y en el espacio entre surco y surco de maíz se intercalo un surco de frijol y posteriormente un de calabaza, teniendo un total de dos surcos de frijol y dos de calabaza.

Siembra

La siembra se realizó de forma manual en los días 31 de mayo al 01 de junio 2009, en surcos de 5 m de longitud, la semilla de maíz se sembró cada 20 cm entre planta y 70 cm entre surco, el frijol y la calabaza se establecieron entre los surcos de maíz; la semilla de frijol se depositó a 15 cm entre planta poniendo dos semillas por punto y la semilla de calabaza a 50 cm entre planta.

3.5 Manejo Agronómico

Fertilización. Se fertilizó con composta, aplicando 5 km de composta por surco.

Riego. Se instaló un sistema de riego por goteo, procurando mantener un nivel de humedad durante el ciclo del cultivo, en ocasiones no había necesidad de riego puesto que hubo lluvias frecuentes.

Control de arvenses. El control de arvenses se llevó a cabo por el método manual, realizando el primer deshierbe a los cinco días del cultivo, posteriormente a los 14 días al efectuarse el aporcado y raleo, se eliminó parte de la maleza existente, el último deshierbe fue a los 45 días del cultivo. Cada vez que se deshierbaba se dejaba la maleza entre los curcos del cultivo como cobertura vegetal, de esta manera se inhibía el crecimiento de arvenses.

3.6 Monitoreo y colecta de muestras de insectos en campo

El monitoreo se llevó a cabo semanalmente del 19 de junio al 31 de julio 2009. El primer muestreo se realizó a los 13 días del cultivo el 19 de junio, a partir de esta fecha se realizaron 7 muestreos. La colección de insectos, se realizó capturando los especímenes con la ayuda de la red de golpeo, que es el método relativo según (Domínguez, 1999).

Para la correspondiente colecta se tomaron tres surcos centrales del cultivo, en el caso del monocultivo y para las parcelas en asociación de igual forma se tomaron los tres surcos centrales de maíz incluyendo los de calabaza y frijol. Se daban dos redadas por surco atrapando así los insectos y se ponían los insectos en vasos entomológicos con alcohol al 70%, los que posteriormente se rotularon con la fecha y el sitio exacto, luego estas muestras fueron llevadas al laboratorio de Agroecología de la UAAAN, U-L para su correspondiente identificación.

3.7 Procesamiento de muestras

Las muestras se ordenaron por muestreo de acuerdo a las fechas correspondientes a los 7 muestreos, obteniendo 6 frascos entomológicos por cada Tratamiento en cada muestreo, aproximadamente 24 frascos por muestreo. Los insectos se pusieron en cajas Petri para su identificación y para poder contar el número de insectos por grupo.

3.8 Identificación y cuantificación de insectos.

Se llevo a cabo en el laboratorio de Agroecología de la UAAAN, U-L. Con la ayuda de un microscopio estereoscópico Modelo (CZM4- Labomed) se analizaron las características morfológicas de los especímenes.

Se identificaron los insectos plagas o benéficos de acuerdo a las características morfológicas observadas y las claves taxonómicas (Borror *et al.*, 1907).

Una vez identificados los insectos se realizó la cuantificación de las especies o familias por cada tratamiento y muestreo.

3.9 Determinaciones de diversidad de insectos.

Para estimar la diversidad de especies dentro del ecosistema estudiado, se emplearon los índices de diversidad dentro los que se aplican los siguientes:

3.9.1 Índice de Margalef (D_{Mg}). Consiste en transformar el número de especies por tratamiento a una proporción a la cual las especies son añadidas por la expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos. Por lo tanto el índice se expresa como: $D_{Mg} = \frac{(nsp)}{\ln(N)}$, donde nsp= el número de especies y N= al número total de individuos (Moreno, 2001).

3.9.2 Índice de Menhinick (D_{Mn}). Al igual que el índice de Margalef, se basa en la relación entre el número de especies y el número total de individuos observados, que aumenta, al aumentar el tamaño de muestra. Por lo tanto el índice se expresa como: $D_{Mn} = \frac{S}{\sqrt{N}}$ donde S representa el número de especies y N el total de individuos en la muestra (Moreno, 2001).

3.9.3 El coeficiente de comunidad (CC). Es el cociente de las especies que se comparten entre el total de especies entre una pareja de tratamiento.

$CC(ab) = \frac{\text{sp que se comparten: a y b}}{a+b}$ (Moreno, 2001).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados encontrados (Anexo A) en el presente estudio se presentan; número de especies, número de individuos, índices de diversidad de Margalef y Menhinick, así como los coeficientes de comunidad para los siete muestreos realizados.

Primer Muestreo

En el primer muestreo se destaca que el tratamiento 1 presentó el menor número de organismos 19 (Cuadro 1), mientras que los demás contenían 36, 31 y 34 para los tratamientos 2, 3 y 4 respectivamente. Así mismo, se puede observar que entre los tratamientos se comparten de tres especies (Cuadro 2), que correspondieron a catarinitas, diabrótica y chicharrita del maíz, mismas que corresponden al mayor número de individuos con 19, 31 y 42 respectivamente. Los coeficientes de comunidad (Cuadro 2), representado por los valores encima de los ceros, refieren la proporción de especies entre dos tratamientos con respecto al total de especies entre las comparaciones, siendo el valor más bajo entre la comparación de los tratamientos T3 con T4 y el mayor para T2 con T1 y T4 con un valor de 0.36.

Cuadro 1. Resultados de los índices de diversidad correspondiente al primer muestreo.

Tratamientos	No. Especies	No. Individuos	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
T1	4	19	1.02	0.91
T2	7	37	1.66	1.15
T3	6	28	1.50	1.13
T4	5	34	1.13	0.85

Como tendencia, se observa que la mayor diversidad por ambos índices se encuentra en el maíz-frijol (T2), mientras que el monocultivo presenta el valor más

bajo (Cuadro 1). Esto puede deberse a que en policultivos frecuentemente existe una mayor diversidad.

Cuadro 2. Estimación del número de especies que se comparten entre tratamientos y el coeficiente de comunidad entre los tratamientos.

Tratamientos	No. Especies	T1	T2	T3	T4
T1	4	0	0.36	0.33	0.25
T2	7	4	0	0.27	0.36
T3	6	4	4	0	0.2
T4	5	4	4	3	0

Los insectos de la Familia *Tenebrionidae* del Orden *Coleóptera*, son los que destacaron en los tratamientos 1, 2 y 4, siendo también en gran número la Diabrotica. Esto puede deberse a la ausencia de insectos benéficos en esta etapa del cultivo.

Segundo Muestreo

En el segundo muestreo se observó que los tratamientos 3 y 4 presentaron el menor número de organismos con 32 y 42 respectivamente (Cuadro 4). Así mismo, se puede observar que hay un mayor número de especies que se comparten entre los tratamientos con seis o siete especies (Cuadro 3), donde los coeficientes de comunidad, el menor valor correspondió nuevamente para la pareja de tratamientos T1 con T4 (0.4) y el más alto para T1 y T4 (0.53).

Así también se observó que 5 especies se comparten entre los tratamientos (Cuadro 3) y de estas las que tienen un mayor número son: catarinita, diabrótica, los de Familia: *Tenebrionidae* y las chicharritas del maíz.

Cuadro 3. Estimación del número de especies que se comparten entre tratamientos y el coeficiente de comunidad entre los tratamientos.

Tratamientos	No. Especies	T1	T2	T3	T4
T1	7	0	0.44	0.53	0.43
T2	9	7	0	0.47	0.44
T3	8	8	8	0	0.4
T4	7	6	7	6	0

Los índices de diversidad se modifican y observamos que los valores más bajos correspondieron en ambas determinaciones para el tratamiento cuatro (1.61 y 1.08, Cuadro 3), mientras que el valor más alto le correspondió a T3 con 2.02 y 1.41.

Cuadro 4. Índices de diversidad correspondiente al segundo muestreo.

Tratamientos	No. Especies	No. Individuos	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
T1	7	49	1.79	1.14
T2	9	54	2.01	1.22
T3	8	32	2.02	1.41
T4	7	42	1.61	1.08

Tercer muestreo

De acuerdo a los datos obtenidos en el tercer muestreo, la especie que más destaque en los cuatro tratamientos en cuanto a número de individuos, es la chicharrita del maíz (*Dabulus spp*), en la asociación M-F se encontraron 34 individuos de esta especie, 16, 9 y 19 en los T1, T3 y T4. La otra especie que también se encontró en mayor número fue el insecto benéfico; catarinita (Familia: *Coccinellidae*).

Cuadro 5. Estimación del número de especies que se comparten entre tratamientos y el coeficiente de comunidad entre los tratamientos.

Tratamientos	No. Especies	T1	T2	T3	T4
T1	9	0	0.44	0.41	0.41
T2	7	7	0	0.47	0.40
T3	8	7	7	0	0.44
T4	8	7	6	7	0

No existe mucha diferencia en el coeficiente de comunidad (Cuadro 5) ya que son 6 especies las que se comparten entre los tratamientos.

Cuadro 6. Índices de diversidad correspondiente al tercer muestreo.

Tratamientos	No. Especies	No. Individuos	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
T1	9	48	2.07	1.29
T2	7	64	1.44	0.87
T3	8	32	2.02	1.41
T4	8	52	1.77	1.11

El T1 (Monocultivo) tiene valor mayor en ambos índices de Margalef y Menhinick; 2.07 y 1.29, mientras que el T2 (M-F) es el más bajo.

Cuarto muestreo

Las crisopas empiezan a aparecer a los 27 días del cultivo (muestreo 3, Anexo A) en este muestreo, la población no es muy alta, en los cuatro tratamientos siendo mayor en el T2 (M-F) con 4 crisopas, y la población tiende a aumentar en los muestreos 5 y 6, destacando los tratamientos; T2 (M-F) con 13 y 12 individuos y T3 (M-C) con 13,13 crisopas correspondientes al muestreo 6.

De acuerdo a los datos obtenidos en el cuarto muestreo se observó que disminuyó la población de la chicharrita del maíz (*Dabulus spp*) en los cuatro tratamientos, siendo mayor en el T1 (Monocultivo) 18 individuos.

Cuadro 7. Estimación del número de especies que se comparten entre tratamientos y el coeficiente de comunidad entre los tratamientos.

Tratamientos	No. Especies	T1	T2	T3	T4
T1	10	0	0.39	0.44	0.38
T2	8	7	0	0.44	0.36
T3	8	8	7	0	0.36
T4	6	6	5	5	0

Cuadro 8. Índice de diversidad correspondiente al cuarto muestreo.

Tratamientos	No. Especies	No. Individuos	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
T1	10	37	2.49	1.64
T2	8	31	2.04	1.44
T3	8	29	2.08	1.49
T4	6	43	1.33	0.91

El índice de diversidad mayor corresponde al T1 (Monocultivo), mientras que el valor más bajo es para el T2 (M-F). Tomando en cuenta que el monocultivo presentó más especies de insectos plaga.

Quinto muestreo

De acuerdo a los datos obtenidos, 2 especies de insectos benéficos son las que destacan en cuanto a número de individuos; catarinita Familia: *Coccinellidae* y la crisopa (*Chrysopa sp*), la primera especie en los T3 y T4 y la segunda en el T2 y T3.

También se observa que la población de chicharrita del maíz (*Dabulus spp*), baja cada vez mas. Siendo el número mayor para el T1 (Monocultivo) con 10 individuos.

Cuadro 9. Estimación del número de especies que se comparten entre tratamientos y el coeficiente de comunidad entre los tratamientos.

Tratamientos	No. Especies	T1	T2	T3	T4
T1	8	0	0.39	0.44	0.36
T2	10	7	0	0.39	0.38
T3	8	7	7	0	0.36
T4	6	5	6	5	0

Cuadro 10. Índice de diversidad correspondiente al quinto muestreo.

Tratamientos	No. Especies	No. Individuos	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
T1	8	42	1.87	1.23
T2	10	33	2.57	1.74
T3	8	41	1.88	1.24
T4	6	35	1.41	1.01

Como tendencia se observa que el índice de diversidad menor se encuentra en el T4, para ambos índices y el más alto corresponde al T2, dado que este ultimo cuenta con el mayor número de especies.

Sexto muestreo

En este muestreo aumentó considerablemente el número de catarinitas en los 4 tratamientos, el T1 (monocultivo) tiene mayor número.

En cuanto a las crisopas. La población tiende a aumentar a partir del quinto muestreo y para el sexto destaca el T2 (M-F) 12 individuos y T3 (M-C) con 13.

Cuadro 11. Estimación del número de especies que se comparten entre tratamientos y el coeficiente de comunidad entre los tratamientos.

Tratamientos	No. Especies	T1	T2	T3	T4
T1	7	0	0.40	0.41	0.40
T2	8	6	0	0.44	0.38
T3	10	7	8	0	0.39
T4	8	6	6	7	0

Cuadro 12. Índice de diversidad correspondiente al sexto muestreo.

Tratamientos	No. Especies	No. Individuos	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
T1	7	58	1.48	0.92
T2	8	39	1.91	1.28
T3	10	52	2.28	1.38
T4	8	31	2.04	1.44

La diversidad mayor en ambos índices es para el T3, mientras los índices más bajos son para el T1.

Séptimo muestreo

La especie de Catarinita Familia: *Coccinellidae*, sigue siendo la que presenta el mayor número de individuos en el T1, T2 y T3.

Otra especie benéfica que destaco fue, la chinche asesina (*Hemíptera: Reduviidae*) se ve el incremento en este muestreo a diferencia de los anteriores, siendo el T2 el de mayor número de individuos.

Cuadro 13. Estimación del número de especies que se comparten entre tratamientos y el coeficiente de comunidad entre los tratamientos.

Tratamientos	No. Especies	T1	T2	T3	T4
T1	7	0	0.50	0.36	0.43
T2	7	7	0	0.43	0.43
T3	7	5	6	0	0.43
T4	7	6	6	6	0

En cuanto a los índices de diversidad (Cuadro 14) no se presento mucha diferencia, puesto que los cuatro tratamientos tienen 7 especies de insectos, lo mismo sucede para los coeficientes de comunidad (Cuadro 13).

Cuadro 14. Índice de diversidad correspondiente al séptimo muestreo.

Tratamientos	No. Especies	No. Individuos	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
T1	7	54	1.50	0.95
T2	7	47	1.56	1.01
T3	7	40	1.63	1.11
T4	7	38	1.65	1.14

En general, se puede destacar que, para el número de individuos, el tratamiento T1 representó los valores más altos en tres de los siete muestreos (3/7), correspondiendo al 42.8 % del total, seguidos por T2 con 28.5 % (2/7) y lo mismo

para T4. En cuanto a la diversidad más alta la presentó T1 en los muestreos tres y cuatro, mientras que T2 lo fue en el primero y quinto, seguido de T3 en el segundo y sexto muestreo. El coeficiente de comunidad más alto lo presentó la pareja T2:T3 en los muestreos tercero, cuarto y sexto.

Cuadro 15. Insectos encontrados en las diferentes asociaciones de cultivo.

Nombre común	Orden	Familia	Género	Especie	Dañino o benéfico
Catarinita	<i>Coleóptera</i>	<i>Coccinellidae</i>	<i>Coccinella</i>	-	Benéfico
Crisopa	<i>Neuróptera</i>	<i>Chrysopidae</i>	<i>Chrysopa</i>	-	Benéfico
Chinche asesina	<i>Hemíptera</i>	<i>Reduviidae</i>	-	-	Benéfico
Parasitoide	<i>Hemíptera</i>	<i>Braconidae</i>	-	-	Benéfico
Diabrotica	<i>Coleóptera</i>	<i>Diabrotica</i>	<i>Diabrotica</i>	-	Dañino
Chicharrita de maíz	<i>Auchenorrhyncha</i>	<i>Cicadellidae</i>	<i>Dabulus</i>	-	Dañino
Gusano cogollero	<i>Lepidóptera</i>	<i>Noctuidae</i>	<i>Spodoptera</i>	<i>frugiperda</i>	Dañino

De acuerdo con los datos obtenidos del presente estudio, se encontraron especímenes pertenecientes a 4 familia benéficas (Cuadro 15); catarinita (*Coccinellidae*), Crisopa (*Chrysopidae*); chinche asesina (*Reduviidae*) y un parasitoide (*Braconidae*) y en cuanto a insectos plagas se encontraron tres generos; Diabrotica (*Diabrotica: Diabrotica sp*), chicharrita (*cicadellidae: Dabulus spp*) y el Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*).

(Bahena-Juárez, 2007) nos dice que en muchas regiones agrícolas de México se ha cultivado tradicionalmente al maíz asociado con frijol, haba y calabaza, y se ha demostrado como este tipo de prácticas previenen o reducen en forma natural las poblaciones de plagas como las chicharritas *Empoasca sp* y *Dalbulus sp*, el crisomelido *Diabrotica balteata*, al barrenador del tallo *Diatraea lineolata* y el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*. De acuerdo a los resultados podemos darnos cuenta que hubo una reducción en el número de chicharritas a partir del quinto muestreo (Cuadro 5) teniendo una cantidad menor en el T3 (M-F-C).

En cuanto al Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) las poblaciones siempre fueron bajas y ha sido demostrado por (Mojena *et al.*, 2000) al intercalar maíz con la yuca, los niveles de la palomilla del maíz (*Spodoptera frugiperda*), que es considerada la de mayor importancia en el cultivo, disminuyeron respecto al monocultivo. Esto puede deberse a que en policultivos frecuentemente las plagas de insectos son menos abundantes, que en monocultivos (Altieri *et al.*, 1999).

La disponibilidad de los recursos es el principal factor que afecta o favorece el crecimiento de poblaciones, y esto permite un mejor uso de los recursos (Scheu y Drossel, 2007) esto es apoyado por (Nicholls y Altieri, 2002), que un manejo agroecológico del hábitat con la biodiversidad adecuada, lleva al establecimiento de la infraestructura necesaria que aporta los recursos (polen, néctar, presas alternativas, refugio, etc.) para una óptima diversidad y abundancia de enemigos naturales. En algunos casos la diversidad de insectos plaga fue mayor cuando no estaban presentes los insectos benéficos, pero se observó que cuando aumentaban las poblaciones de insectos benéficos, las plagas disminuían, puede deberse a la disponibilidad de los recursos para la proliferación de los insectos. A que se presentaron las condiciones óptimas para su desarrollo.

V. CONCLUSIÓN

De acuerdo con los resultados se puede concluir que:

- 1.- El mayor número de individuos muestreados se presentaron en el T1 del quinto a séptimo muestreo y T2 en el primero y segundo muestreo, mientras que T4 lo fue para el tercero y cuarto.

- 2.- Los índices de diversidad variaron durante el proceso de muestreo, siendo altos para el primero y cuarto muestreo en el T2 y en el tercero y cuarto para T1, T3 lo fue en el segundo y sexto muestreo.

- 3.- Los coeficientes de comunidad más altos se presentaron para la comparación de tratamientos entre T1:T3 en el tercero, cuarto y sexto muestreo.

- 4.- Las asociaciones de maíz-frijol y de maíz-calabaza, tuvieron mayor diversidad en cuanto a insectos benéficos.

- 5.- La conservación de la biodiversidad y el control natural de insectos plagas es fundamental en nuestros tiempos y requiere de que se realicen mayor número de estudios similares al presente con parcelas más grandes y un mayor número de muestreos, para poder establecer tendencias.

LITERATURA CITADA

- Abraha, H. 2003. Study on the biology and population variation of *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) on *Chilo partellus* (Lepidoptera: Crambidae). Addis Ababa University School of Graduate Studies: 4-62.
- Alessandria, E., H. Leguía, L. Pietrarelli, J. Zamar, S. Luque, J. Sánchez, M. Arborno, y D. Rubin. 2002. Diversidad agrícola: incidencia de plagas en sistemas de producción extensivos en Córdoba, Argentina. Biodiversidad 32:9-12.
- Altieri, M., y C.I. Nicholls. 2000. Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental:257.
- Altieri, M.A. 2003. Dimensiones éticas de la crítica agroecológica a la biotecnología agrícola. Acta Bioethica 9:47-61.
- Altieri, M.A., y C.I. Nicholls. 2007. Conversión Agroecológica de Sistemas Convencionales de Producción: Teoría, Estrategias y Evaluación. Ecosistemas 16:2-11.
- Altieri, M.A., S. Hecht, M. Biebman, F. Magdoff, R. Norgaard, y T.O. Sikor. 1999. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. Editorial Nordan-Comunidad:190.
- Andersson, M. 2007. The effects of non-host volatiles on habitat location by phytophagous insects. Swedish University of Agricultural Sciences 1:4-31.
- Antonelli, A.L. 2001. La entomología básica para jardineros. Oregon State University:4-6.

- Arredondo-Bernal, H., y L.A. Rodríguez-del Bosque. 2008. Casos de Control Biológico en México. Mundi-Prensa México, S.A de C.V., Mexico.
- Bahena-Juárez, F. 2007. Manejo Agroecológico de Plagas, una opción necesaria para la Sostenibilidad de la Agricultura en México., pp. 156-175 Memoria del Simposium Internacional de Agricultura Sustentable 2007 UAAAN, Saltillo, Coahuila.
- Balmori, A. 2006. Efectos de las radiaciones electromagnéticas de la telefonía móvil sobre los insectos. Ecosistemas. 1-11.
- Bedregal-Durand, P. 2006. Manual de Manejo Agroecológico de Plagas. PNUD-AEDES:2-12.
- Bianchi, F.J., C.J. Booij, y T. Tscharntke. 2006. Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. Proc. R. Soc. B 273:1715–1727.
- Bioagro. 2010. *Cotesia flavipes*. Disponible en: http://www.bioagro.com.co/joomla/index.php?option=com_content&task=view&id=19&Itemid=9. 17/04/2010.
- BioInsectum. 2004. *Chrysoperla carnea*. Disponible en: <http://www.bioinsectum.com/pages/crisopa.htm>. 17/04/2010.
- Borror, D.J., D.M. DeLong, y C.A. Triplehorn. 1907. An Introduction to the Study of Insects. Fourth ed. Holt, Rinehart and Winston, United States.
- Brown, O.L., and R.E. Reyes-Gil. 2003. Tecnologías limpias aplicadas a la agricultura. Interciencia 28:252-258.

- Burbano, R.V., V.J. Loor, y J.M. Quilambaqui. 2004. Cría, reproducción masiva y aplicación del parasitoide *Trichogramma spp.* para el control biológico de insectos plaga en cultivos agrícolas. *Revista Tecnológica* 17:118-124.
- Burgos-Solorio, A., y S. Anaya-Rosales. 2004. Los Crisomelinos (*Coleoptera: Chrysomelidae: Chrysomelinae*) del estado de Morelos. *Acta Zoológica Mexicana* 20:39-66.
- Cantero-Martínez, F.J. 2002. Fauna acompañante y beneficiosa para la sanidad de los jardines de Rocalla. *Foresta*:54-63.
- Carballo, M. 2002. Manejo de insectos mediante parasitoides. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)*:118-122.
- CESTA. 2002. Manejo Ecológico de Insectos en Sistemas Productivos. *Amigos de la Tierra el Salvador, Agroecología*:4-18.
- Cháirez-Araiza, C., y J. Palerm-Viqueira. 2004. El entarquinamiento: el caso de la Comarca Lagunera. *Colegio de Postgraduados*:85-47.
- Chiwo-Gallegos, M.R. 2000. La agricultura sostenible y la asociación de cultivos en Salvatierra, Guanajuato. *Centro de Investigaciones Humanísticas - Universidad de Guanajuato*: 13.
- Day, W., E. Audsley, y A.R. Frost. 2008. An engineering approach to modelling, decision support and control for sustainable systems. *Phil. Trans. R. Soc. B* 363:527–541.
- Dong, D.J., H.J. He, L.Q. Chai, X.J. Jiang, J.X. Wang, y X.F. Zhao. 2007. Identification of genes differentially expressed during larval molting and

- metamorphosis of *Helicoverpa armigera*. BMC Developmental Biology 7:1-16.
- Driesche, R.G., M.S. Hoddle, y T.D. Center. 2007. Control de Plagas y Malezas por Enemigos Naturales. USDA:11-68.
- Fandiño, J.E., R.E. Emilio Vallecillo, and M. Campos. 2007. Las plagas y sus enemigos naturales. Rev. enlace 33:2.
- Fernández, F., C. Sarmiento, D. Campos, S. Sierra, E. Torres, L. González, M. Sharkey, y B. Brown. 2000. Insectos. Boletín del Proyecto Insectos de Colombia IAHV-UK-UAESPNN:3-19.
- Flores-Mejía, S., y M.D. Salas-Araiza. 2004. Coccinélidos (*Coleoptera: coccinellidae*) del estado de Guanajuato en la colección Leopoldo Tinoco Corona de la Universidad de Guanajuato. Acta Universitaria 14:8-16.
- Fu, Q., L. Peng-Cheng, W. Jin-Xing, S. Qi-Sheng, y Z. Xiao-Fan. 2009. Proteomic identification of differentially expressed and phosphorylated proteins in epidermis involved in larval-pupal metamorphosis of *Helicoverpa armigera*. BMC Genomics 10:1471-2164.
- Funes-Aguilar, F., y M. Monzote. 2006. Agroecology systems and ist role in third world countries. Rev. AIA 10:5-27.
- Gerding, M., y C. Torres. 2001. Parasitoides de huevos de polillas *Trichogramma*: Insecto benéfico para el control de plagas. INIA-QUILAMAPU:1-2.
- Giaccio, G. 2002. La Agroecología y su aporte a la conservación de los recursos naturales pp. 25 Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

- Gliessman, S.R., F.J. Rosado-May, C. Guadarrama-Zugasti, J. Jedlicka, A. Cohn, V.E. Mendez, R. Cohen, L. Trujillo, y C. Bacon. 2007. Agroecología: Promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. *Ecosistemas* 16: 13-23.
- González-Amaro, R.M., A. Martínez-Bernal, F. Basurto-Peña, y H. Vibrans. 2009. Crop and non-crop productivity in a traditional maize agroecosystem of the highland of Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 5:1-9.
- González, R., y G. Guzmán. 2006. Policultivos en la Agricultura Tradicional de la Vega de Granada. Centro de Investigación y Formación en Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural de Granada: 11.
- Guadarrama-Zugasti, C. 2007. Agroecología en el siglo XXI: Confrontando nuevos y viejos Paradigmas de Producción Agrícola. *Rev. Bras. Agroecología* 2:204-207.
- Guédez, C., C. Castillo, L. Cañizales, y O. Olivar. 2008. Control biológico: una herramienta para el desarrollo sustentable y sostenible. *Escuela Técnica Agropecuaria "Adolfo Navas Coronado"* 7:50-74.
- Gutiérrez-Martínez, C.E., J. Aguilar-Jiménez, S. Galdamez-Galdamez, A. Mendoza-Pérez, y F.B. Martínez-Aguilar. 2007. Impacto Socioeconómico de los sistemas de policultivos maíz-frijol-calabaza en la Frailesca, Chiapas, México. *Universidad Autónoma de Chiapas*:2-17.
- Guzmán, G.I., A.M. Alonso. 2007. La investigación participativa en agroecología: Una herramienta para el desarrollo sustentable. *Ecosistemas* 16:3-16.
- Haroldo-Toro, G., E. Chiappa, and C. Tobar. 2003. *Biología de Insectos*. Ediciones Universitarias de Valparaíso:17-45.

- Huici-Rojas, O. 2007. Plagas Agrícolas: Fundamentos Técnicos para el uso y manejo correcto de Plaguicidas. PRODECO:3-8.
- Jean-Michel, M. 1991. La Chicharrita del Maíz (*Dalbulus maidis*). Museo Entomológico:1-8.
- Limón-González, L., A.A. Juárez-González, R. García-Palacios, R. Pérez-Rodríguez, y D. Fagoaga-Castellanos. 2005. Manual de Agricultura Orgánica. Universidad Autónoma de Chiapas:4-17.
- Lira-Saldivar, R.H. 2007. Bioplaguicidas y Control Biológico. UAAAN y CIQA, Saltillo, Coah., México: 843.
- Márquez-Luna, J. 2005. Técnicas de colecta y preservación de insectos. Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa 37:385-408.
- Marrero-Artabe, L. 2001. Plagas insectíles asociadas a genotipos de soya en siembras de primavera: análisis de riesgo y alternativas de manejo integrado. Departamento de Agricultura, Facultad de Agronomía:13-42.
- Metcalf, C.L., y W.P. Flint. 1965. insectos destructivos e insectos útiles: sus costumbres y su control. 4 ed. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V., México:189-213.
- Mojena, M., M. Bertolí, y E. Zaffarini. 2000. Evaluaciones de plagas insectíles en agroecosistemas de intercalamiento de maíz (*Zea mays, L*) y frijol (*Phaseolus vulgaris, L*) con yuca (*Manihot esculenta, Crantz*). Rev. Bras. de Agrociencia 6:4-11.
- Moreno, C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. CYTED, ORCYT/UNESCO & SEA 1:86.

- Negrete-Baron, F., y J. Morales-Angulo. 2003. El gusano cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda*. Smith). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica Programa Nacional de Transferencia de Tecnología, Pronatta: 9-17.
- Nicholls, C., y M. Altieri. 2002. Biodiversidad y diseño agroecológico: un estudio de caso de manejo de plagas en viñedos. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica):50-64.
- Porcuna, J.L. 2007. Producción Integrada: una estrategia de tránsito hacia sistemas mas sostenibles. . Ecosistemas 16:1-17.
- Powell, P.K. 1914. IMP: Integrated Pest Management. West Virginia University, Extensión Service:402-403.
- Pretty, J. 2008. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. Phil. Trans. R. Soc. B:447-465.
- Ramón, V.A., y F. Rodas. 2007. El control orgánico de plagas y enfermedades de los cultivos y la fertilización natural del suelo: Guía práctica para los campesinos en el bosque seco. Naturaleza y Cultura Internacional:17-35.
- Reza-Aleman, R., y J.A. Acosta-Gallegos. 2005. Tecnología para cultivar frijol en el estado de Guerrero. INIFAP, SAGARPA y CIRPS:12-15.
- Rios-Reyes, A.V., y G. Moya- Raygoza. 2004. Ciclo biológico, Parasitismo y Depredación de *Gonatopus bartletti* Olmi, 1984 (*Hymenoptera: Dryinidae*), un enemigo natural de la Chicharrita *Dalbulus maidis* (Delong y Wolcott, 1923) (*Hemiptera: Cicadellidae*). Folia Entomol. Mex. 43:249-255.

- Rosenberg, D.M., H.V. Danks, y D.M. Lehmkuhl. 1986. Importance of Insects in Environmental Impact Assessment. *Environmental Management* 10:773-783.
- Sáenz, T., y P.H. Palmández. 2004. Manual de monitoreo de Plagas, Enemigos Naturales y Enfermedades del Manzano, Peral y Cerezo: una guía ilustrada para el estado de Washington. Center for Agricultural Partnerships:7-55.
- SAG. 1998. Proyecto Sanidad Vegetal: Manejo Integrado del gusano cogollero. Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA), Cooperación Técnica Alemana (GTZ):4-16.
- SAGARPA. 2005. Programa de Sanidad Vegetal. Disponible en: <http://www.cesaveg.org.mx/new/fichastecnicas/fichatecnicadiabroticabaltea.pdf>. 19/04/2010.
- Salazar-Sosa, E., H.I. Trejo-Escareño, C. Vázquez-Vázquez, y J.D. López-Martínez. 2007. Corn production under subsurface drip irrigation and application of cow manure. *International Journal of Experimental Botany* 76:169-185.
- Scheu, S., y B. B. Drossel. 2007. Sexual reproduction prevails in a world of structured resources in short supply. *Proc. R. Soc. B* 274:1225–1231
- Schmidt, R.H. 1989. The arid zones of Mexico: climatic extremes and conceptualization of the Sonora Desert. *Journal of Arid Environments* 16:241-256.
- Shennan, C. 2008. Biotic interactions, ecological knowledge and agriculture. *Phil. Trans. R. Soc. B*:717-739.

USDA. 2002. El manejo integrado de plagas para los huertos de hortalizas. Guía de Horticultura de Iowa State University: 2-4.

Vázquez-Moreno, L.L. 2006. Tendencias y Percepciones acerca del Manejo de Plagas en la Producción Agraria Sostenible. XV Congreso Científico del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). IISVMA, San José de Las Lajas, La Habana, Cuba.

Vázquez-Vicente, J.R. 2007. Redúvidos: Chinchas asesinas. Fauna y Flora:17-13.

Virla, E.G., E. Luft, y G. Moya-Raygoza. 2009. Parasitoids of *Dalbulus Maidis* (hemiptera: cicadellidae) in Jalisco state, Mexico. Florida Entomologist 92:508-510.

ANEXO A

Muestreo 1

Número de individuos por especies encontrados en cada tratamiento.

Nombre común	Taxonomía	T1	T2	T3	T4	Total
Catarinita	Orden: <i>Coleóptera</i> Familia: <i>Coccinellidae</i> (<i>Coccinella sp</i>)	3	6	3	7	19
Crisopa	Orden: <i>Neuróptera</i> Familia: <i>Crisópidos</i> (<i>Chrysopa sp</i>)			1		1
Chinche asesina	Orden: <i>Hemiptera</i> Familia: <i>Reduviidae</i>		2			2
Diabrotica	Orden: <i>Coleóptera</i> Familia: <i>Diabrotica</i> (<i>Diabrotica sp</i>)	5	6	12	8	31
*	Orden : <i>Coleóptera</i> Familia: <i>Tenebrionidae</i>	10	11	7	14	42
Chicharrita del maíz	Orden: <i>hemíptera</i> Suborden: <i>Auchenorrhyncha</i> Familia: <i>cicadellidae</i> (<i>Dabulus sp</i>)	1	3		2	6
chicharra	Orden: <i>Hemiptera</i> Suborden: <i>Auchenorrhyncha</i>				1	11
Gusano cogollero	Orden: <i>Lepidoptera</i> Familia: <i>Noctuidae</i> (<i>Spodoptera frugiperda</i>)		7	4		11
*	Orden: <i>Coleóptera</i>		2			2
*	Orden: <i>Díptera</i>			1		1

*(Nombre común desconocido)

Muestreo 2.

Número de individuos por especies encontrados en cada tratamiento.

INSECTOS		T1	T2	T3	T4	Total
Catarinita	Orden: <i>Coleóptera</i> Familia: <i>Coccinellidae</i> (<i>Coccinella sp</i>)	11	8	5	5	29
Chinche asesina	Orden: <i>Hemiptera</i> Familia: <i>Reduviidae</i>		1	3		4
Diabrotica	Orden: <i>Coleóptera</i> Familia: <i>Diabrotica</i> (<i>Diabrotica sp</i>)	10	6	5	5	26
*	Orden : <i>Coleóptera</i> Familia: <i>Tenebrionidae</i>	17	17	7	9	50
Chicharrita del maíz	Orden: <i>hemiptera</i> Suborden: <i>Auchenorrhyncha</i> Familia: <i>Cicadellidae</i> (<i>Dabulus sp</i>)	7	8		14	29
*	Orden: <i>coleoptera</i>		2	2	2	6
*	Orden: <i>Díptera</i>	2	6	2	2	12
Mosca de la fruta	Orden: <i>Díptera</i> Familia: <i>Uliidiidae</i>	1	2	1		4
Gusano cogollero	Orden: <i>Lepidoptera</i> Familia: <i>Noctuidae</i> (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	1	4	7	5	17

*(Nombre común desconocido)

Muestreo 3.

Número de individuos por especies encontrados en cada tratamiento.

Nombre común		T1	T2	T3	T4	Total
Catarinita	Orden: <i>Coleóptera</i> Familia: <i>Coccinellidae</i> (<i>Coccinella sp</i>)	12	11	6	11	39
Crisopa	Orden: <i>Neuróptera</i> Familia: <i>Chrysopidae</i> (<i>Chrysopa sp</i>)			1	1	2
Chinche asesina	Orden: <i>Hemíptera</i> Familia: <i>Reduviidae</i>	3	2	1	5	11
Chicharrita del maíz	Orden: <i>Hemíptera</i> Suborden: <i>Auchenorrhyncha</i> Familia: <i>cicadellidae</i> (<i>Dabulus sp</i>)	16	34	9	19	78
Mosca de la fruta	Orden: <i>Díptera</i> Familia: <i>Ulidiidae</i>	4	5	3	3	15
*	Orden: <i>Díptera</i>	1	6	1	6	14
*	Orden : <i>Coleóptera</i> Familia: <i>Tenebrionidae</i>	3				3
Gusano cogollero	Orden: <i>Lepidóptera</i> Familia: <i>Noctuidae</i> (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	3	3	6		12
Diabrotica	Orden: <i>Coleóptera</i> Familia: <i>Diabrotica</i> (<i>Diabrotica sp</i>)	5	3	5	6	19
*	Orden: <i>Coleóptera</i>	1			1	2

*(Nombre común desconocido)

Muestreo 4.

Número de individuos por especies encontrados en cada tratamiento.

Nombre común		T1	T2	T3	T4	Total
Catarinita	Orden: <i>Coleóptera</i> Familia: <i>Coccinellidae</i> (<i>Coccinella sp</i>)	12	9	13	13	47
Crisopa	Orden: <i>Neuróptera</i> Familia: <i>Chrysopidae</i> (<i>Chrysopa sp</i>)	2	4	2	2	10
Chinche asesina	Orden: <i>Hemíptera</i> Familia: <i>Reduviidae</i>	2			2	4
Diabrotica	Orden: <i>Coleóptera</i> Familia: <i>Diabrotica</i> (<i>Diabrotica sp</i>)	4	3	1		8
Mosca de la fruta	Orden: <i>Díptera</i> Familia: <i>Ulidiidae</i>	3	4	3	4	14
*	Orden: <i>Hemíptera</i> Suborden: <i>Heteróptera</i> Familia: <i>Lygaeidae</i>		1			1
*	Orden: <i>Díptera</i>	3	2	4	4	13
*	Orden: <i>Coleóptera</i>	1		1		2
Cucaracha alemana	Orden: <i>Blattodea</i> Subfamilia: <i>Blattellidae</i> (<i>Blattella sp</i>)	1				1
Chicharrita del maíz	Orden: <i>Hemíptera</i> Suborden: <i>Auchenorrhyncha</i> Familia: <i>cicadellidae</i> (<i>Dabulus sp</i>)	18	6	4	6	34
Gusano cogollero	Orden: <i>Lepidoptera</i> Familia: <i>Noctuidae</i> (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	2	2	4		8

*(Nombre común desconocido)

Muestreo 5.

Número de individuos por especies encontrados por tratamiento.

Nombre común		T1	T2	T3	T4	Total
Catarinita	Orden: <i>Coleóptera</i> Familia: <i>Coccinellidae</i> (<i>Coccinella sp</i>)	9	9	13	17	48
Crisopa	Orden: <i>Neuróptera</i> Familia: <i>Chrysopidae</i> (<i>Chrysopa sp</i>)	11	13	13	6	43
Chiche asesina	Orden: <i>Hemíptera</i> Familia: <i>Reduviidae</i>			3		3
Parasitoide *	Orden: <i>Hemíptera</i> Familia: <i>Braconidae</i>		1			1
Mosca de la fruta	Orden: <i>Díptera</i> Familia: <i>Ulidiidae</i>	3	1	1	2	7
Chicharrita del maíz	Orden: <i>hemíptera</i> Suborden: <i>Auchenorrhyncha</i> Familia: <i>cicadellidae</i> (<i>Dabulus sp</i>)	10	2	3		15
*	Orden : <i>Coleóptera</i> Familia: <i>Tenebrionidae</i>	5	2	5		12
*	Orden: <i>Diptera</i>		1			1
*	Orden: <i>Coleoptera</i>	2	1	1	1	5
Cucaracha alemana	Orden: <i>Blattodea</i> Subfamilia: <i>Blattellidae</i> (<i>Blattella sp</i>)	1				1
Diabrotica	Orden: <i>Coleóptera</i> Familia: <i>Diabrotica</i> (<i>Diabrotica sp</i>)	1	2	2	8	13
Gusano cogollero	Orden: <i>Lepidoptera</i> Familia: <i>Noctuidae</i> (<i>Spodoptera frugiperda</i>)		1		1	2

*(Nombre común desconocido)

Muestreo 6.

Número de individuos por especies encontrados por tratamiento.

Nombre común		T1	T2	T3	T4	Total
Catarinita	Orden: <i>Coleóptera</i> Familia: <i>Coccinellidae</i> (<i>Coccinella sp</i>)	24	18	20	13	75
Crisopa	Orden: <i>Neuróptera</i> Familia: <i>Chrysopidae</i> (<i>Chrysopa sp</i>)	7	12	13	5	37
Diabrotica	Orden: <i>Coleóptera</i> Familia: <i>Diabrotica</i> (<i>Diabrotica sp</i>)	1	4	3	1	9
Mosca de la fruta	Orden: <i>Díptera</i> Familia: <i>Ulidiidae</i>	9		4	2	15
Chicharrita del maíz	Orden: <i>Hemíptera</i> Suborden: <i>Auchenorrhyncha</i> Familia: <i>cicadellidae</i> (<i>Dabulus sp</i>)	7	3	1	1	12
Chinche asesina	Orden: <i>Hemíptera</i> Familia: <i>Reduviidae</i>	3	3	3	6	15
*	Orden : <i>Coleóptera</i> Familia: <i>Tenebrionidae</i>	5	2	3		10
	Orden: <i>Coleóptera</i>		1	1	2	4
	Orden: <i>Díptera</i>		1	1		2
Cucaracha alemana	Orden: <i>Blattodea</i> Subfamilia: <i>Blattellidae</i> (<i>Blattella sp</i>)			3		3
*	Orden: <i>Hemíptera</i> Suborden: <i>Heteróptera</i> Familia: <i>Lygaeidae</i>				1	1

*(Nombre común desconocido)

Muestreo 7.

Número de individuos por especies encontrados en cada tratamiento.

Nombre común		T1	T 2	T3	T4	Total
Catarinita	Orden: <i>Coleóptera</i> Familia: <i>Coccinellidae</i> (<i>Coccinella sp</i>)	25	15	16	9	65
Crisopa	Orden: <i>Neuróptera</i> Familia: <i>Chrysopidae</i> (<i>Chrysopa sp</i>)	3	3	6	7	19
Diabrotica	Orden: <i>Coleóptera</i> Familia: <i>Diabrotica</i> (<i>Diabrotica sp</i>)	13	10	3	11	37
Cucaracha alemana	Orden: <i>Blattodea</i> Subfamilia: <i>Blattellidae</i> <i>Blattella sp</i>	2	1		5	8
Chicharrita del maíz	Orden: <i>Hemíptera</i> Suborden: <i>Auchenorrhyncha</i> Familia: <i>cicadellidae</i> (<i>Dabulus spp</i>)	6	8	8	3	25
Chinche asesina	Orden: <i>Hemíptera</i> Familia: <i>Reduviidae</i>	4	7	4	2	17
Mosca de la fruta	Orden: <i>Díptera</i> Familia: <i>Ulidiidae</i>	1	3	2		6
*	Orden: <i>Coleóptera</i>			1	1	2

*(Nombre común desconocido)