



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA



EFFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE ENTOMOPATÓGENOS PARA CONTROL DE
PLAGAS DE BRÓCOLI EN MEXQUITIC DE CARMONA, SAN LUIS POTOSÍ

Por:

Dalia Esther Hernández Arriaga

Tesis profesional presentada como requisito parcial para obtener el título de
Ingeniera Agroecóloga



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA



EFFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE ENTOMOPATÓGENOS PARA CONTROL DE
PLAGAS DE BRÓCOLI EN MEXQUITIC DE CARMONA, SAN LUIS POTOSÍ

Por:

Dalia Esther Hernández Arriaga

Tesis profesional presentada como requisito parcial para obtener el título de
Ingeniera Agroecóloga

ASESOR

Dr. Ovidio Díaz Gómez

REVISORES

Dr. Ángel Natanael Rojas Velázquez

Dr. José Marín Sánchez

ASESORA EXTERNA: M.C. Sarah Alejandra Patiño Arellano

El trabajo titulado: “Efectividad biológica de entomopatógenos para control de plagas de brócoli en Mexquitic de Carmona, San Luis Potosí”, realizado por Dalia Esther Hernández Arriaga, como requisito parcial para obtener el Título de Ingeniera Agroecóloga, fue revisado y aprobado por el suscrito comité de tesis:

DR. OVIDIO DÍAZ GÓMEZ

Asesor

DR. ÁNGEL N. ROJAS VELÁZQUEZ

Revisor

DR. JOSÉ MARÍN SÁNCHEZ

Revisor

Ejido Palma de la Cruz, Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P A los 8 días del mes de julio de 2013

DEDICATORIAS

Al ser supremo que me ha moldeado

A MIS PADRES

Elvia Arriaga Hernández y Fernando Hernández Hernández

Por todo lo que soy.

A MIS HERMANOS

Heber, Myrna Ivette, Marco Vinicio, Fernando y Jeanne Karen

Mi motivación.

A MIS CUÑADOS

Silvia, Héctor Eduardo y Esmeralda

Ser parte de mi familia.

A MIS SOBRINOS

Octavio César, Myrna Odette, Allison e Icker Eduardo

Tanta alegría.

A MIS AMIGOS DE LA FACULTAD Y FUERA DE ELLA

Por la convivencia y apoyo.

A todas las pasadas presentes y futuras generaciones de Agroecólogos especialmente las generaciones 2007 y 2008.

Porque nuestra meta es la misma: El Desarrollo del campo mexicano.

A MI PAÍS

Que es México, porque me siento orgullosa de haber nacido en él y con esta investigación quiero regresarle un poco de lo mucho que me ha dado.

AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Mi alma mater.

A LA FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

A LOS DOCENTES, PERSONAL ADMINISTRATIVO, BIBLIOTECARIOS,
PERSONAL DE CAMPO, CHOFERES, PERSONAL DE MANTENIMIENTO Y A
TODOS LOS TRABAJADORES QUE FORMAN PARTE DE ESTA INSTITUCIÓN.

A MI ASESOR:

Dr. Ovidio Díaz Gómez

Por su fe y su tiempo invertido en mí.

A MIS REVISORES

Dr. Ángel Natanael Rojas Velázquez y Dr. José Marín Sánchez

Por su disposición y ayuda.

A MI ASESORA EXTERNA

M.C. Sarah Alejandra Patiño Arellano

Por su apoyo y conocimiento.

A TODOS MIS MAESTROS QUE HAN SIDO PARTE DE MI FORMACIÓN
ACADÉMICA A LO LARGO DE MI VIDA

Porque sin ellos no hubiera llegado hasta aquí.

A SEMARNAT-CONANP

Por permitirme realizar mi Servicio Social en esa instancia

Al señor Francisco Flores Puente, su hijo Omar Flores Flores y familia, por permitirme llevar a cabo la actividad experimental en su predio, así como también estar al pendiente de ello.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo.....	2
Hipótesis.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
El cultivo del brócoli.....	3
Plagas.....	3
<i>Plutella xylostella</i>	3
<i>Brevicoryne brassicae</i>	3
<i>Myzus persicae</i>	4
<i>Trichoplusia ni</i>	4
<i>Pieris rapae</i>	4
<i>Murgantia histrionica</i>	5
<i>Lygus lineolaris</i>	5
<i>Copitarsia decolora</i>	5
Métodos de captura y monitoreo.....	6
Métodos de control.....	6
Control biológico.....	7
Enemigos naturales.....	7
Entomopatógenos.....	7
MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
Localización.....	8
Diseño Experimental.....	8
Tratamientos.....	8
Toma de datos.....	9
Análisis de datos.....	9
RESULTADOS.....	11
Identificación de insectos.....	11
Pruebas de efectividad.....	12

<i>Plutella xylostella</i>	12
Áfidos.....	15
Porcentaje de efectividad.....	19
DISCUSIÓN.....	20
CONCLUSIONES.....	23
LITERATURA CITADA.....	24

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Productos evaluados para estimar su efectividad sobre <i>Plutella xylostella</i> y áfidos en el cultivo de brócoli. Ejido Los Trigales, Mexquitic de Carmona, S.L.P.....	9
2	Insectos perjudiciales identificados en el cultivo de brócoli en el municipio de Mexquitic de Carmona, San Luis Potosí.	11
3	Insectos benéficos asociados al cultivo de brócoli en el municipio de Mexquitic de Carmona, San Luis Potosí.....	12
4	Resultados del análisis de varianza para la variable número de larvas por planta, 24 horas antes de la primera aplicación, tres y cinco días después de la aplicación de productos microbiales para control de plagas en brócoli.	13
5	Promedio de larvas de <i>P. xylostella</i> (datos transformados) encontradas por planta, 24 horas antes de la primera aplicación de tratamientos, tres y cinco días después de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de brócoli.	14
6	Resultados del análisis de varianza para la variable número de larvas por planta, 24 horas antes de la segunda aplicación y tres días después de la aplicación de productos microbiales para control de plagas en brócoli.	15
7	Promedio de larvas de <i>P. xylostella</i> (datos transformados) encontradas por planta, 24 horas antes de la segunda aplicación de los tratamientos, y tres días después de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de brócoli.....	15
8	Resultados del análisis de varianza para la variable número de áfidos por planta, 24 horas antes de la aplicación, tres y cinco días después de la primera aplicación de productos microbiales para control de plagas en brócoli.	16
9	Promedio de áfidos (datos transformados) encontrados por planta, 24 horas antes de la primera aplicación de los tratamientos, tres y cinco días después de la primera aplicación de productos microbiales para control de plagas en brócoli.	17
10	Resultados del análisis de varianza para la variable número de áfidos por planta, 24 horas antes y tres días después de la segunda aplicación de productos microbiales para control de pulgones en brócoli.....	18

11	Promedio de áfidos (datos transformados) encontrados por planta, 24 horas antes de la segunda aplicación de los tratamientos y a los cinco días después de la aplicación de productos microbiales para control de pulgones en brócoli.....	18
12	Porcentaje de efectividad de los tratamientos para Palomilla Dorso de Diamante, estimado con Abbott (1925)	19

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en julio de 2012 en la comunidad de Los Trigales del municipio de Mexquitic de Carmona, S.L.P. El objetivo del proyecto fue evaluar los productos microbiales: *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Bacillus thuringiensis* subespecie *kurstaki*, *Bacillus thuringiensis* subespecie *aizawai* y una mezcla de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* e *Isaria fumosorosea* para control de palomilla dorso de diamante y áfidos del cultivo de brócoli.

La investigación se llevó a cabo bajo un diseño experimental de bloques al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones. La toma de datos para la evaluación de cada uno de los tratamientos fue efectuada mediante muestreos de larvas de palomilla dorso de diamante, y adultos y ninfas de pulgón de la col y pulgón verde. El primer muestreo se realizó antes de la primera aplicación y luego se llevaron a cabo dos posterior a ella. Para determinar la efectividad de los tratamientos se realizaron dos aplicaciones, con un intervalo de ocho días entre ellas.

Se concluye que *Bacillus thuringiensis* subespecie *aizawai* y *Bacillus thuringiensis* subespecie *kurstaki* son efectivos para controlar larvas de *Plutella xylostella* en las condiciones agroecológicas de campo de Los trigales, Mexquitic de Carmona, San Luis Potosí. Por lo que son recomendables para el control de esta plaga en el cultivo de brócoli.

SUMMARY

The presented project was realized on July 2012 in the community “Los Trigales” municipality of Mexquitic de Carmona, S.L.P. The project objective was to evaluate the microbial products: *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Bacillus thuringiensis* subespecie *kurstaki*, *Bacillus thuringiensis* subespecie *aizawai* and a mix of *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* and *Isaria fumosorosea* for the Diamondback moth and aphids in the broccoli crop.

The investigation was made under an experimental design of random blocks with six treatments and four repetitions. The data collect for the evaluation of each of the treatments was made by samplings of the Diamondback moth larva, and adults and aphid nymphs of the cabbage and green aphid. The first sampling was made before the first application and another was made after it. To determine the treatment effectiveness two applications were made, with an interval of eight days between them.

It is concluded that *Bacillus thuringiensis* subespecie *aizawai* and *Bacillus thuringiensis* subespecie *kurstaki* are effective in controlling larvae of *Plutella xylostella* in the agroecological conditions of “Los Trigales”, Mexquitic de Carmona, San Luis Potosi. So they are recommended to control this pest in the crop of broccoli.

INTRODUCCIÓN

Los seres humanos han vivido en constante lucha contra los insectos desde hace siglos, y se desarrolló una guerra más importante desde los inicios de la agricultura, ya que sufrieron frecuentemente la devastación de sus cosechas por los ataques de las plagas de insectos, sin embargo ante esta situación el ser humano empezó a desarrollar estrategias para su control utilizando organismos vivos obteniendo resultados muy alentadores. Estas estrategias perdieron importancia entre 1930 y 1940 con el descubrimiento de compuestos químicos que resultaban ser más eficientes y baratos para el control de insectos (Asaff, *et al.*, 2002), lo grave es que conforme progresa la modernización agrícola, los principios ecológicos se ignoran o desestiman continuamente. En consecuencia, los agroecosistemas modernos son inestables. Los desequilibrios se manifiestan como brotes recurrentes de plagas y enfermedades en numerosos cultivos y en la salinización y erosión del suelo contaminación de aguas y otros problemas ambientales y en la salud humana. Éstos son claros signos de que la estrategia del control de plagas y enfermedades que se basa en la utilización de pesticidas ha llegado a su límite (Nicholls, 2008).

Otro problema es la resistencia de insectos plaga, lo cual se debe a que se utilizan de manera persistente los productos químicos, y esto implica que las aplicaciones sean más frecuentes, de dosis mayores y muchas veces de productos más tóxicos (Nicholls, 2008).

Actualmente se promueve un manejo integrado de plagas intentando limitar el uso de productos que dañan al planeta y estableciendo estrategias de manejo como en el pasado, una de estas es el control biológico. El control biológico de plagas consiste en el uso de enemigos naturales y microorganismos para el control de sus poblaciones, no busca erradicarlas sino regular antes de rebasar el umbral económico y a su vez busca que los enemigos naturales pertenecientes al ambiente del cultivo sean conservados mediante el manejo adecuado del agroecosistema (García de León y Mier, 2003).

En los últimos años, ha surgido gran interés en el uso de microorganismos como agentes de control biológico en cultivos agrícolas debido a su capacidad de desarrollar epizootias y su alta especificidad.

En México, el cultivo de crucíferas, en especial el brócoli cobra gran importancia debido a la superficie sembrada y a su producción, ya que la mayor parte del mercado es de exportación, este cultivo se ve afectado por varias plagas las cuales han generado resistencia a productos químicos, por lo tanto el objetivo del presente trabajo es el siguiente:

Objetivo

Estimar la efectividad de productos microbiales para control de la palomilla dorso de diamante, *Plutella xylostella*, y para el complejo de áfidos asociados al cultivo de brócoli, en las condiciones agroecológicas del ejido Los Trigales en el municipio de Mexquitic de Carmona, S.L.P.

Hipótesis

Los productos microbiales son agentes letales para la palomilla dorso de diamante y los áfidos que se alimentan del cultivo de brócoli.

REVISIÓN DE LITERATURA

El Cultivo del Brócoli

Cultivo originario de las costas del Mediterráneo y Asia Occidental, y su nombre proviene del italiano “broco” que significa brote dando alusión a la parte comestible de la planta, y pertenece a la familia de las crucíferas al igual que la coliflor, siendo estas tres de la misma especie *Brassica oleracea* L. pero diferente variedad, el brócoli es variedad *botrytis*. Su ciclo es de 80 a 85 días después del trasplante (Jaramillo 1996).

En México, el cultivo del brócoli es de importancia económica ya que aporta más de 1,585,004,000 pesos al año, con una superficie de producción de 25,820 hectáreas; en San Luis Potosí ocupa una superficie de 35 hectáreas y aporta \$2,749,360 pesos (SIAP, 2011).

Plagas

Plutella xylostella

La palomilla dorso de diamante, como se le conoce comúnmente, es una especie de la familia Plutellidae del orden Lepidoptera, es considerada el insecto plaga más destructivo de las crucíferas en el mundo (Sarfraz *et al.*, 2006), debido a su forma de alimentación en el estado de larva. Esta especie pasa por los estados de huevo, cuatro instares larvales, prepupa y pupa en 2.39, 8.92, 0.4, 4.23 días respectivamente en condiciones de laboratorio con 28.26 días de longevidad de la hembra y 30.22 del macho (Alizadeh *et al.*, 2011). Por su ciclo corto y el uso frecuente de insecticidas químicos y biológicos esta especie a desarrollado resistencia múltiple y cruzada a los insecticidas (Nehare *et al.*, 2010).

Brevicoryne brassicae

El pulgón de la col o *Brevicoryne brassicae* se encuentra dentro de la familia Aphididae dentro del orden Hemiptera, se le considera plaga de numerosos cultivos de crucíferas y se encuentra distribuido en cualquier región climática en todo el mundo (Theunissen, 1989). Este insecto causa daños directos al cultivo produciendo

deformación en la planta (Oatman and Platner, 1969), e indirectos por sus desechos azucarados y sus mudas o por la transmisión de más de 20 virus en un rango amplio de plantas (Chan *et al.*, 1991). Su estado de desarrollo es de seis a doce días dependiendo de la temperatura (Satar *et al.*, 1999).

Myzus persicae

Se le conoce también como pulgón verde y es probablemente la especie de áfido más importante para la agricultura en las regiones templadas, es cosmopolita y extremadamente polífago, generalmente su daño directo no es tan evidente en comparación con el indirecto ya que es uno de los vectores más eficientes de enfermedades virales siendo capaz de transmitir más de 120 enfermedades a plantas cultivadas (Blackman y Eastop, 2006, Villegas, 2000).

Trichoplusia ni

El gusano falso medidor como se le conoce a *Trichoplusia ni*, es de la familia Noctuidae, del orden Lepidoptera, es una de las principales plagas de las crucíferas; debido al uso de invernaderos o al cambio climático esta especie no disminuye su población como antes lo hacía, en consecuencia se hace uso de biocidas recurrentemente, causando resistencia a ellos (Franklin y Myers, 2008). El daño que ocasiona es directo por su forma de alimentación en estado de larva.

Pieris rapae

La mariposa blanca de la col, como suele llamarse a esta especie comúnmente, es de la familia Pieridae, del orden Lepidoptera y su daño es de manera directa al alimentarse vorazmente de las hojas de las crucíferas, su ciclo de vida es de aproximadamente de tres a seis semanas dependiendo del clima, puede llegar a tener 8 generaciones por año, y una hembra es capaz de producir de 300 a 400 huevos en su vida, es muy activa en el día y suele pasarse de los cultivos de crucíferas hacia las arvenses para obtener su alimento cuando es adulto (Capinera, 2001).

Murgantia histrionica

La chinche arlequín como comúnmente se le conoce a este insecto plaga de las crucíferas, es de la familia Pentatomidae, del orden Hemiptera, es capaz de destruir el cultivo entero si no es controlado, se distribuye desde el Atlántico hasta el Pacífico, su ciclo se desarrolla en un periodo de 50 a 80 días dependiendo de la temperatura, el daño que ocasiona es directo, succionando la savia de las plantas hasta ocasionar su muerte (Knox, 2012).

Lygus lineolaris

La chinche ligus nombre común de *Lygus lineolaris* es de la familia Miridae del orden Hemiptera, es una plaga con una amplia gama de huéspedes, entre ellos se encuentran el algodón, el maíz y las crucíferas, así como muchas plantas nativas (Esquivel y Mowery, 2007). Las ninfas y adultos se alimentan de las flores y frutos de muchas plantas, con una digestión extraoral haciendo perforaciones y succionando gracias a su aparato bucal haustelado, causando daños directos como la abscisión y deformación de ambos (Strong, 1968; Wheeler 2001).

Copitarsia decolora

También conocida como el gusano del corazón de la col, es una especie de la familia Noctuidae del orden Lepidoptera, pasa por huevo, cinco instares larvales, pupa y adulto, se alimenta y copula de noche, deposita sus huevecillos en masas de 40 o más, sin embargo entre cada uno existen diminutas separaciones. Las larvas pasan por cinco instares, los dos primeros gregarios y los siguientes son de hábitos solitarios y caníbales, al término del estado larval, cae al suelo y en 2 días se entierra a una profundidad de 5 a 10 cm para pupar. En el estado de pupa puede durar de 15 a 20 días. Las palomillas pasan por un periodo de preoviposición de 2 a 3 días (Castrejón *et al.*, 2000). Su daño es directo por su alimentación en el estado larval, pero su importancia radica en el hecho de que es una especie de importancia cuarentenaria en Estados Unidos de América.

Métodos de Captura y Monitoreo

Existen dos tipos de monitoreo los cuales se clasifican como directos e indirectos. Los métodos directos que se conocen son los que se realizan en un área determinada del hospedante; o se puede elegir sólo las ramas o brotes dentro de una superficie (cuadrante) (Dicker, 1954; Swirski, 1954; Amman, 1967), también se puede asignar un tiempo determinado de búsqueda sobre alguna estructura botánica (Shands y Simpson, 1955), o cortando y llevando la sección del hospedante en una bolsa o recipiente para su posterior determinación (Muir, 1967), redes de golpeo (Saugstand *et al.*, 1967), muestras con aspiradores de diferentes tamaños (Johanson y Taylor, 1955), golpeando la rama o brote sobre una superficie de color contrastante (Heathcote, 1957).

Las decisiones para utilizar un método u otros dependen del objetivo del estudio, por ejemplo, saber cuál es la especie que se desea monitorear, ya que varían en su comportamiento y atracción al color (Taylor y Palmer, 1972); además de saber cuánto tiempo se destinará al monitoreo y cuál es la logística o apoyo para atender las trampas.

Métodos de Control

Los programas de manejo integrado de plagas para los cultivos representan diversas estrategias y tácticas útiles contra dicho insecto. Los componentes básicos del programa integral fitosanitario tendrán que sustentarse en: criterios para la identificación de la especie en los diferentes estados y estadios; aspectos sobre su biología y etología; los métodos de muestreo en campo y en productos cosechados, que incluyan unidad o hábitat de muestreo, número y distribución de la toma de muestras; umbrales económicos o numéricos; y finalmente, modelos descriptivos y de pronósticos de la plaga que establezcan la relación con el cultivo, enemigos naturales, factores climáticos y económicos (Díaz *et al.*, 2003).

Actualmente se emplean varias estrategias para el control de insectos plaga, ya sean de carácter preventivo o para disminuir la población. Algunas de las estrategias y tácticas propuestas son las siguientes: control etológico, control mecánico, control químico, y aplicación de productos biorracionales, dentro de los cuales se encuentran:

Control biológico

El control biológico es una forma de manejar poblaciones de animales o plantas, el cual consiste en el uso de uno o más organismos para reducir la densidad de una planta o animal que causa daño al hombre (DeBach, 1964). Por lo que el control biológico puede definirse como el uso de organismos benéficos contra aquellos que causan daño (Nicholls, 2008).

Enemigos naturales

Los organismos que efectúan un control sobre las poblaciones de insectos plaga se pueden clasificar en cuatro categorías: parasitoides, depredadores, patógenos y antagonistas.

Los enemigos naturales provienen de una gran variedad de grupos taxonómicos, así como de propiedades biológicas y poblaciones muy diversas. Estas características juegan un papel en el éxito o fracaso asociado con el uso de un grupo particular de enemigos naturales (Nicholls, 2008).

Entomopatógenos

Los entomopatógenos son microorganismos parasíticos que causan enfermedad a sus huéspedes. Los grupos más importantes son: virus, bacterias, hongos, nematodos y protozoos; que generalmente invaden, se multiplican en el insecto y se dispersan infectando a otros insectos. Los métodos de transmisión pueden ser por medio de: contacto, ingestión, vectores y a veces de padres a la nueva generación (Nicholls, 2008).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El presente trabajo se realizó en el municipio de Mexquitic de Carmona, S.LP. en el Ejido Los Trigales. El municipio se encuentra localizado en la zona centro del estado, la cabecera municipal tiene las siguientes coordenadas: 101⁰ 07' de longitud oeste y 22⁰ 16' de latitud norte, con una altura de 2,020 metros sobre el nivel del mar. Sus límites son: al norte, Ahualulco, al este, San Luis Potosí, al sur Villa de Arriaga y San Luis Potosí, al oeste el estado de Zacatecas (Cefimslp 2009-2012).

Diseño Experimental

Se usó un diseño experimental de bloques completos al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Cada unidad experimental estuvo constituida por tres surcos de 5 m de largo, considerando el central como parcela útil. Se usaron cinco bioinsecticidas, además de un testigo absoluto.

Materiales

El material biológico fue el cultivo de brócoli *Brassica oleracea* var. *itálica*, el cual fue trasplantado el 25 de junio de 2012. La distancia entre planta fue de 20 cm y de 75 cm entre surcos. Dado que el experimento formó parte de un lote comercial establecido por un productor particular, las prácticas de cultivo y fertilización, así como la frecuencia de riego y control de enfermedades se realizaron en forma convencional por el propietario. El cual no realizó ninguna aplicación de insecticidas.

Tratamientos

Los productos microbiales que se usaron en el experimento se citan en el Cuadro 1, considerando que algunos productos son específicos para larvas y otros para pulgones, en un tratamiento se evaluó la mezcla de diferentes entomopatógenos. Se realizaron dos aplicaciones, usando una mochila aspersora manual de 15 litros de capacidad, y un caldo de aspersión equivalente a 200 litros/ha.

Cuadro 1. Productos evaluados para estimar su efectividad sobre *Plutella xylostella* y áfidos en el cultivo de brócoli. Ejido Los Trigales, Mexquitic de Carmona, S.L.P.

INGREDIENTE ACTIVO	DOSIS (hectárea)
<i>Bacillus thuringiensis</i> subespecie <i>kurstaki</i>	1 litro
<i>Bacillus thuringiensis</i> subespecie <i>aizawai</i>	1 litro
<i>Metarhizium anisopliae</i>	1 litro
<i>Beauveria bassiana</i>	1 kilogramo
<i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> e <i>Isaria fumosorosea</i>	1 litro
Agua natural más adherente (Testigo)	1 litro

Toma de Datos

Para la evaluación de los tratamientos y la determinación de su efecto sobre las diferentes especies de insectos fitófagos asociados al cultivo, se realizó un muestreo previo a la aplicación de los tratamientos y dos posteriores a la primera aplicación, y uno después de la segunda. Los muestreos consistieron en tomar cinco plantas al azar durante la etapa fenológica de crecimiento vegetativo y en ellas se contabilizó el número de larvas de palomilla dorso de diamante y el número de ninfas o adultos de pulgones. También se identificaron los enemigos naturales asociados, y se cuantificó su número y estado biológico (se incluyeron huevecillos, larvas, ninfas, pupas y adultos que se localizaron).

Análisis de Datos

Para el análisis de datos se tomaron los resultados de los muestreos por especie de insecto y por estado, identificándose los parasitoides en el laboratorio de entomología de la Facultad de Agronomía. Antes de realizar el análisis de varianza se transformaron los datos del número de insectos encontrados por especie y parcela mediante la función: $\log(x+1)$. Con el paquete estadístico SAS (SAS Institute, Versión 6.12) se realizó el análisis de varianza asumiendo el modelo bloques completos al azar y se realizó una prueba de

medias mediante Tukey(P = 0.05) para diferencias significativas y Duncan (P=0.05) para las no significativas.

También se usó la fórmula de Abbott (1925) para estimar la efectividad de los tratamientos; la cual se presenta a continuación:

La fórmula de Abbott (1925):

$$\frac{X-Y}{X} \times 100 = \% \text{ de control}$$

Donde:

X = Porcentaje de vivos en el testigo

Y = Porcentaje de vivos en la tratada

RESULTADOS

Identificación de Insectos

Durante el presente trabajo de investigación se identificaron ocho diferentes especies de insectos considerados perjudiciales para el cultivo del brócoli por sus hábitos alimenticios, dentro de ellos se encuentran cuatro lepidópteros distribuidos en tres familias y cuatro hemípteros en tres familias (Cuadro 2).

Por sus hábitos alimenticios, cuatro de las ocho especies identificadas son mandibulados durante su estado inmaduro y cuatro son haustelados. Lo anterior reviste importancia por los posibles métodos de control de plagas desde el punto de vista de la forma de acción de los productos microbiales.

Por otro lado, se recolectaron cinco especies de insectos benéficos, parasitoides y predadores, clasificados en cuatro órdenes y cinco familias distintas (Cuadro 3). Tres de estas especies son generalistas y dos tienen hábitos más específicos, *Aphidius colemani* y *Diaeretiella rapae* que se alimentan principalmente de pulgones.

Cuadro 2. Insectos perjudiciales identificados en el cultivo de brócoli en el Ejido los Trigales, municipio de Mexquitic de Carmona, San Luis Potosí.

Nombre común	Nombre científico	Orden	Familia
Palomilla dorso de diamante	<i>Plutella xylostella</i>	Lepidoptera	Plutellidae
Pulgón de la col	<i>Brevicoryne brassicae</i>	Hemiptera	Aphididae
Pulgón verde	<i>Myzus persicae</i>	Hemiptera	Aphididae
Falso medidor	<i>Trichoplusia ni</i>	Lepidoptera	Noctuidae
Mariposa blanca de la col	<i>Pieris rapae</i>	Lepidoptera	Pieridae
Chinche arlequín	<i>Murgantia histrionica</i>	Hemiptera	Pentatomidae
Chinche ligus	<i>Lygus lineolaris</i>	Hemiptera	Miridae
Copitarsia	<i>Copitarsia decolora</i>	Lepidoptera	Noctuidae

Cuadro 3. Insectos benéficos asociados al cultivo de brócoli en el Ejido los Trigales municipio, de Mexquitic de Carmona, San Luis Potosí.

Nombre común	Nombre científico	Orden	Familia
Catarinita roja	<i>Hippodamia convergens</i>	Coleoptera	Coccinellidae
Crisopa	<i>Chrysoperla carnea</i>	Neuroptera	Chrysopidae
Avispas parasitas de pulgón	<i>Aphidius colemani</i>	Hymenoptera	Braconidae
Avispas parasitas de pulgón	<i>Diaeretiella rapae</i>	Hymenoptera	Aphidiidae
Chinche pajiza	<i>Nabis</i> sp.	Hemiptera	Nabidae

Pruebas de Efectividad

La primera aplicación se realizó con la presencia de una alta densidad de larvas de *Plutella xylostella* y de ninfas y adultos de pulgones por planta 4.8 en promedio de larvas y 264.5 de pulgones), predominantemente de primero y segundo estadio. La segunda aplicación se llevó a cabo 8 días después de haber aplicado la primera. La alta densidad de población permitió caracterizar el efecto de los tratamientos. Sin embargo para condiciones prácticas de manejo de plagas en campo representa una presión de población muy alta, considerando el riesgo que implica la presencia de esa cantidad de individuos por planta.

P. xylostella

No se observaron diferencias significativas en el número de larvas de *P. xylostella* encontradas antes de la primera aplicación de los tratamientos en campo ($F = 0.41$, y $P = 0.83$). Sin embargo sí existe un efecto significativo de los tratamientos a los tres y cinco días después de la primera aspersion de los productos microbiales (Cuadros 4 y 5).

A los tres días después de la primera aplicación, los tratamientos que obtuvieron el menor número de larvas de *P. xylostella* por planta, fueron los derivados de *B. thuringiensis*, las dos subespecies, *aizawai* y *kurstaki* respectivamente, seguidos por la mezcla de los tres hongos, *B. bassiana*, *M. anisopliae* e *I. fumosorosea* con 0.44, 1.06 y 1.09 respectivamente (datos transformados). El mayor número de larvas se encontró en las plantas tratadas con los productos derivados de *B. bassiana* y *M. anisopliae* y en el testigo, con valores de 1.49, 1.51 y 1.55 respectivamente (datos transformados) (Cuadro 5).

A los cinco días, posteriores a la primera aplicación de los productos, las plantas con menor número de larvas de *P. xylostella* fueron las tratadas con las dos subespecies de *B. thuringiensis*, *aizawai* y *kurstaki*, ambos con (0.34 datos transformados) contra el testigo que fue el que contaba con mayor presencia de larvas, casi cinco veces más el valor de las encontradas en las de *B. thuringiensis* (1.64 datos transformados) (Cuadro 5).

Cuadro 4. Resultados del análisis de varianza para la variable número de larvas por planta, 24 horas antes de la primera aplicación, tres y cinco días después de la aplicación de productos microbiales para control de plagas en brócoli.

FV	GL	24 hrs antes de la aplicación			3 días después de la aplicación			5 días después de la aplicación		
		CM	F	Prob.	CM	F	Prob.	CM	F	Prob.
Tratamiento	5	0.33	0.41	0.83	0.72	4.53	0.01	1.16	4.87	0.007
Bloque	3	0.12	0.16	0.92	0.94	0.59	0.63	0.88	3.69	0.360
Error	15	0.81								
Total	23									
CV _s			59.59			33.43			49.96	

FV, Fuente de variación; GL, Grados de libertad; CM Cuadrado medio; F, valor de F, y Prob, probabilidad de F. Coeficiente de variación.

Cuadro 5. Promedio de larvas de *P. xylostella* (datos transformados) encontradas por planta, 24 horas antes de la primera aplicación de tratamientos, tres y cinco días después de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de brócoli.

Tratamiento	24 hrs antes de la aplicación		3 días después de la aplicación		5 días después de la aplicación	
<i>Bacillus thuringiensis</i> subespecie <i>kurstaki</i>	1.43	a	1.06	ab	0.34	b
Testigo	1.33	a	1.55	a	1.64	a
<i>Metarhizium anisopliae</i>	2.08	a	1.49	a	1.32	ab
<i>Beauveria bassiana</i>	1.39	a	1.51	a	0.93	ab
<i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> e <i>Isaria fumosorosea</i>	1.54	a	1.09	ab	1.28	ab
<i>Bacillus thuringiensis</i> subespecie <i>aizawai</i>	1.31	a	0.44	b	0.34	b

a,b: Valores con diferente letra en una columna son estadísticamente diferentes (Tukey, $p \leq 0.05$).

Tres días después de la segunda aplicación de los productos microbiales, se encontró diferencia estadística significativa en el número de larvas de *P. xylostella* por planta ($F=12.89$ y $P=0.000$) como se muestra en el cuadro 6. Los tratamientos con *Bacillus thuringiensis* subespecie *aizawai* y *kurstaki* resultaron nuevamente ser los productos con el menor número de larvas por planta (0.62 y 0.35 respectivamente, datos transformados) comparadas con el testigo que fue el que mayor número de larvas presento (2.34 datos transformados), casi siete veces más que en las plantas asperjadas con *B. thuringiensis* subespecie *kurstaki* (Cuadro 7).

Cuadro 6. Resultados del análisis de varianza para la variable número de larvas por planta, 24 horas antes de la segunda aplicación y tres días después de la aplicación de productos microbiales para control de plagas en brócoli.

FV	24 hrs antes de la aplicación				3 días después de la aplicación		
	GL	CM	F	Prob.	CM	F	Prob.
Tratamiento	5	1.16	4.87	0.007	4.25	12.89	0.0001
Bloque	3	0.88	3.69	0.360	0.25	0.77	0.5200
Error	15	0.33					
Total	23						
CV			49.96			33.22	

FV, Fuente de variación; GL, Grados de libertad; CM Cuadrado medio; F, valor de F, y Prob, probabilidad de F. CV. Coeficiente de variación.

Cuadro 7. Promedio de larvas de *P. xylostella* (datos transformados) encontradas por planta, 24 horas antes de la segunda aplicación de los tratamientos, y tres días después de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de brócoli.

Tratamiento	24 hrs antes de la aplicación		3 días después de la aplicación	
<i>Bacillus thuringiensis</i> subespecie <i>kurstaki</i>	0.34	b	0.35	b
Testigo	1.64	a	2.34	a
<i>Metarhizium anisopliae</i>	1.32	ab	2.56	a
<i>Beauveria bassiana</i>	0.93	ab	2.10	a
<i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> e <i>Isaria fumosorosea</i>	1.28	ab	2.73	a
<i>Bacillus thuringiensis</i> subespecie <i>aizawai</i>	0.34	b	0.62	b

a,b: Valores con diferente letra en una columna son estadísticamente diferentes (Tukey, $p \leq 0.05$).

Áfidos

No se observó diferencia estadística significativa en el número total de áfidos por planta, encontrados antes de la primera aplicación de los productos bioinsecticidas en campo ($F = 1.35$ y $P = 0.29$), ni a los tres ($F = 1.46$ y $P = 0.25$) o a los cinco días ($F = 0.45$ y $P = 0.80$) posteriores a la misma (Cuadro 8).

Sin embargo, en el Cuadro 9 puede apreciarse que en términos generales las plantas testigo, las tratadas con los derivados de *B. thuringiensis* y las que fueron tratadas con la mezcla de los tres hongos, presentaron el mayor número de pulgones (varia la cantidad de 3.26 a 4.41, datos transformados); mientras que las que fueron asperjadas con *B. bassiana* presentaron la menor cantidad de pulgones totales por planta (de 2.55 a 3.30, datos transformados), seguido de las tratadas con *M. anisopliae* que presentaron de 3.44 a 3.56 (datos transformados) (Cuadro 9).

Cuadro 8. Resultados del análisis de varianza para la variable número de áfidos por planta, 24 horas antes de la aplicación, tres y cinco días después de la primera aplicación de productos microbiales para control de plagas en brócoli.

FV	GL	24 hrs antes de la aplicación			3 días después de la aplicación			5 días después de la aplicación		
		CM	F	Prob.	CM	F	Prob.	CM	F	Prob. [□]
Tratamiento	3	1.21	1.35	0.290	1.98	1.46	0.250	0.55	0.45	0.800
Bloque	5	0.91	1.01	0.410	1.45	1.07	0.380	0.39	0.32	0.800
Error	15	0.90			1.35			1.22		
Total	23									
CV		29.66			30.80			29.26		

FV, Fuente de variación; GL, Grados de libertad; CM Cuadrado medio; F, valor de F, y Prob, probabilidad de F. C.V. Coeficiente de variación.

Cuadro 9. Promedio de áfidos (datos transformados) encontrados por planta, 24 horas antes de la primera aplicación de los tratamientos, tres y cinco días después de la primera aplicación de productos microbiales para control de plagas en brócoli (Duncan $p=0.05$).

Tratamiento	24 hrs antes de la aplicación	3 días después de la aplicación	5 días después de la aplicación
<i>Bacillus thuringiensis</i> subespecie <i>kurstaki</i>	2.79 a	3.80 a	3.73 a
Testigo	3.33 a	4.03 a	4.22 a
<i>Metarhizium anisopliae</i>	2.71 a	3.44 a	3.56 a
<i>Beauveria bassiana</i>	2.90 a	2.55 a	3.30 a
<i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> e <i>Isaria fumosorosea</i>	4.20 a	4.41 a	3.65 a
<i>Bacillus thuringiensis</i> subespecie <i>aizawai</i>	3.26 a	4.41 a	4.22 a

a,b: Valores con diferente letra en una columna son estadísticamente diferentes (Duncan, $p\leq 0.05$).

Tres días después de la segunda aplicación de los productos microbiales, no se encontró diferencia estadística significativa en el número de pulgones totales por planta ($F=0.40$ y $P=0.84$) como se muestra en el cuadro 10. De acuerdo con los datos transformados, el número de pulgones por planta varió de 4.59 a 5.31 individuos (Cuadro 11).

Cuadro 10. Resultados del análisis de varianza para la variable número de áfidos por planta, 24 horas antes y tres días después de la segunda aplicación de productos microbiales para control de pulgones en brócoli.

FV	GL	24 hrs después de la aplicación			3 días después de la aplicación		
		CM	F	Prob.	CM	F	Prob.
Tratamiento	5	0.55	0.45	0.8	0.26	0.4	0.84
Bloque	3	0.39	0.32	0.8	0.55	0.85	0.48
Error	15	1.22			0.65		
Total	23						
CV			29.26			15.86	

FV, Fuente de variación; GL, Grados de libertad; CM Cuadrado medio; F, valor de F, y Prob, probabilidad de F. C.V. Coeficiente de variación.

Cuadro 11. Promedio de áfidos (datos transformados) encontrados por planta, 24 horas antes de la segunda aplicación de los tratamientos y a los cinco días después de la aplicación de productos microbiales para control de pulgones en brócoli. Duncan ($p=0.05$).

Tratamiento	24 hrs antes de la aplicación		3 días después de la segunda aplicación	
<i>Bacillus thuringiensis</i> subespecie <i>kurstaki</i>	3.73	a	5.18	a
Testigo	4.22	a	5.17	a
<i>Metarhizium anisopliae</i>	3.56	a	4.59	a
<i>Beauveria bassiana</i>	3.30	a	5.17	a
<i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i>			5.31	
e <i>Isaria fumosorosea</i>	3.65	a		a
<i>Bacillus thuringiensis</i> subespecie <i>aizawai</i>	4.22	a	5.17	a

a,b: Valores con diferente letra en una columna son estadísticamente diferentes (Duncan, $p \leq 0.05$).

Porcentaje de Efectividad

De acuerdo con los resultados de la fórmula de Abbott (1925), la efectividad de los diferentes bioplaguicidas es más alta para los derivados de *B. thuringiensis* en el control de larvas de *P. xylostella* (Cuadro 12). La aspersión de estos productos logra porcentajes de mortalidad superiores a 88 - 90% a los 5 días posteriores a su aspersión en campo. Si se hace una segunda aplicación, dirigida a las larvas que pudiesen emerger en una siguiente generación, se puede lograr mortalidades superiores a 87%.

Cuadro 12. Porcentaje de efectividad de los tratamientos para Palomilla Dorso de Diamante, estimado con Abbott (1925)

Tratamientos	Primera aplicación		Segunda aplicación
	3 días después	5 días después	3 días después
<i>Bacillus thuringiensis</i> subespecie <i>kurstaki</i>	47.40	90.40	88.90
<i>Bacillus thuringiensis</i> subespecie <i>aizawai</i>	76.50	88.60	87.80

Para el caso del control de pulgones, ninguno de los productos alcanzó porcentajes de efectividad superiores a 50%, por lo tanto no son productos cuyas cepas o aislamientos se pueden proponer para el control del complejo de áfidos del brócoli en campo.

DISCUSIÓN

La presente investigación muestra la importancia de *P. xylostella* como la plaga clave más relevante en la zona productora de crucíferas del ejido Los Trigales en el municipio de Mexquitic de Carmona, S.L.P. Esta situación local es similar a la observada en diferentes partes del mundo donde la plaga es el insecto que mayor riesgo representa para la producción de este tipo de cultivos (Badii *et al.*, 2013). El trabajo también revela la existencia de una amplia variedad de enemigos naturales presentes en el área productora. Sin embargo, destaca la ausencia de *Diadegma insulare*, principal parasitoide de *P. xylostella* (Cordero *et al.*, 2007) y que en condiciones naturales se ha encontrado parasitando hasta 62 % de larvas de esta especie (Centro Nacional de Referencia de Control Biológico, 1999).

Junto con *P. xylostella* existe una serie de insectos fitófagos asociados al agroecosistema crucíferas y un complejo de áfidos como segundo grupo en importancia económica de la zona. Todas las especies identificadas ya han sido consignadas como plagas de crucíferas (Cornell University, 2011).

Los productores de crucíferas del ejido Los Trigales basan el manejo de plagas en el uso de productos químicos y en general no existe conocimiento sobre métodos alternativos para regular las poblaciones (Comunicación personal, Sr. Francisco Flores Puente, propietario del terreno de experimentación). Sólo en limitados casos, concretamente un productor, tiene información y ha hecho uso del potencial que tienen las feromonas para el manejo de plagas; pero ninguno conoce el potencial de los entomófagos o entomopatógenos.

El resultado de la investigación coincide con el de otros investigadores sobre la efectividad de los derivados de *B. thuringiensis* para control de larvas de lepidópteros (Lilian *et al.*, 2013). Sin embargo, en la presente investigación se puede apreciar que los porcentajes de mortalidad que se alcanzan son bastante buenos, superiores a 85%, a pesar de que el trabajo se realizó en temporada de alta radiación solar y temperatura en la zona. Se conoce que un factor que afecta la eficiencia de esta clase de productos es la luz ultravioleta (Griego y Spence, 1978); pero para disminuir sus efectos, las

aplicaciones se llevaron a cabo de las 18:00 h en adelante, quizá por eso los resultados aquí reportados.

Un aspecto que se debe resaltar del presente trabajo, es el hecho de que ninguno de los bioinsecticidas evaluados contribuyó a disminuir la densidad de población del complejo de áfidos presentes en el agroecosistema crucíferas. Es un resultado inesperado porque existen trabajos que informan sobre los efectos benéficos de usar alguno de estos entomopatógenos para control de algunas especies de pulgones (Akmal, et al., 2013; Robert y Riba, 1989; Michereff *et al.*, 2011).

Las posibles razones de la baja efectividad de los productos sobre el complejo de áfidos son: la baja humedad relativa del ambiente después de la aspersión de los bioinsecticidas. Está demostrado que la mayoría de los hongos requiere alta humedad relativa en el ambiente para que se lleve a cabo la infectividad de las especies (Luz y Fargues, 1999; Shipp et al., 2003); sin embargo, a pesar de que este factor no fue medido en campo, es posible que la combinación de alta radiación, alta temperatura y cero precipitación durante el desarrollo del experimento, hayan contribuido a reducir la humedad relativa y como consecuencia la capacidad infectiva de los diferentes entomopatógenos. Otro posible factor es la alta densidad de plaga al momento de hacer las aplicaciones. Esta situación pudo haber hecho que los hongos, aun cuando fuesen lo suficientemente virulentos como para generar epizootias rápidas en campo, el resultado no se expresó en un periodo de evaluación relativamente corto, aproximadamente 30 días, y si esto se combina con el ciclo biológico relativamente corto y la alta capacidad reproductiva de los áfidos (Cornell University, 2011) también puede ayudar a explicar el resultado. Finalmente, se sabe que los derivados de *B. thuringiensis* son bioinsecticidas con propiedades para regular la densidad de población de lepidópteros, coleópteros y dípteros (Soberon y Bravo, 2007), pero no se han identificado sus propiedades letales para el manejo de Hemípteros, específicamente de la familia Aphididae.

Considerando: a) la existencia de diferentes estrategias para manejo de plagas de insectos, b) la disponibilidad de algunos productores de crucíferas del ejido Los Trigales para mejorar sus estrategias de manejo de plagas y reducir los niveles de contaminación del medio por el uso de insecticidas organosintéticos, c) el constante incremento en el costo de los agroquímicos, d) la disponibilidad de una fauna entomológica benéfica en la

zona, y e) la disminución de los costos económicos y ambientales que se pueden lograr con una estrategia integrada de manejo de plagas de crucíferas, se propone que los agricultores puedan adoptar un esquema de manejo basado en el control biológico de plagas de crucíferas por conservación.

Recomendaciones

El esquema de manejo que se propone, se basaría en:

El muestreo e identificación de la fauna benéfica existente al inicio del ciclo de cultivo, junto con los fitófagos.

El seguimiento de cada especie, en base a las unidades calor requeridas por cada una, se consideran a los fitófagos y entomófagos.

La estimación de la densidad de población de las plagas más importantes, junto con la de los entomófagos presentes, y la predicción de su evolución biológica por el tiempo fisiológico requerido. Aquí se recomienda el uso de muestreos directos e indirectos basados en trampas cromáticas adhesivas y con feromonas, según corresponda.

La toma de decisiones sobre la medida de control que se debe de hacer, pero siempre considerando conservar los entomófagos y basada en el umbral económico de la plaga clave. En esta parte es donde entra el uso de *B. thuringiensis*, para el manejo del complejo de lepidópteros. Esto permitirá conservar los enemigos naturales de la misma *P. xylostella*, junto con la del resto del complejo de pulgones y lepidópteros, al tiempo que se regula su densidad.

Evaluar los resultados de las medidas de control implementadas e incorporar nuevos elementos para mantener las densidades de fitófagos por debajo de sus umbrales económicos. La incorporación de otros componentes del manejo se debe hacer basado en la conservación de la fauna entomológica benéfica presente; se puede considerar la confusión de machos de la nueva generación con feromonas, el uso de virus entomopatógenos, o reguladores de crecimiento específicos de lepidópteros, o incluso si fuese necesario, las liberaciones masivas de entomófagos específicos del problema a regular, ya existe la disponibilidad de diferentes agentes biológicos en el mercado local (Koppert, Biobest, Junta Local de Sanidad Vegetal de Villa de Arista, entre otros).

CONCLUSIONES

La palomilla dorso de diamante, *Plutella xylostella* se confirma como la plaga clave más importante en el agroecosistema brócoli del ejido Los Trigales del municipio de Mexquitic de Carmona, S.L.P.

Existe un complejo de insectos fitófagos asociados al proceso de producción de crucíferas en la zona de los Trigales.

Bacillus thuringiensis es efectivo para control de *P. xylostella* bajo las condiciones agroecológicas de producción de brócoli en el ejido Los Trigales.

Ninguno de los entomopatógenos evaluados resultó efectivo para manejo del complejo de áfidos presente en el cultivo de brócoli.

Existe una amplia gama de enemigos naturales, insectos entomófagos, con potencial de ser usados en un programa de control biológico por conservación, en la zona productora de brócoli de Los Trigales.

LITERATURA CITADA

- Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18: 256-267.
- Alizadeh, M., G Rassoulilian R., J Karimzadeh, V. Hosseini-Naveh and H. Farazmand. 2011. Biological study of *Plutella xylostella* (L.) (Lep: Plutellidae) and It's solitary Endoparasitoid, *Cotesia vestalis* (Haliday) (Hym. Braconidae) under laboratory conditions. Pak. J. Biol. Sci., 14 (24): 1090-1099.
- Akmal, M., S Freed, M. Naeem M., and H. Tahira G. 2013. Efficacy of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hypomycetes) Against Different Aphid Species Under Laboratory Condition. Pakistan J. Zool. 45(1): 71-78.
- Amman, G. D. 1967. Effect of minus 29 °F on overwintering population of the balsam woolly aphid in North Carolina. J. econ. Ent. 60: 1765-1766.
- Asaff, TA, Reyes VY, López LVE, De la Torre MM (2002) Guerra entre insectos y microorganismos: una estrategia natural para el control de plagas. Avance y Perspectiva, México 21: 291-295.
- Badii, K.B., Adarkwah C. and Nboyine J.A. 2013. Insecticide Use in Cabbage Pest Management in Tamale Metropolis of Ghana. Greener Journal of Agricultural Sciences. 3 (5): 403-411.
- Blackman, E. L. and V. F. Eastop. 2006. Aphids on the world's herbaceous plants and shrubs. John Wiley & Sons, West Sussex, England. 2: 1460 pp.
- Capinera, J.L., 2001. Introduction and Distribution, Description and Life Cycle, Host Plants, Damage, Natural Enemies, Management, Selected References. University of Florida. Publication Number: EENY-219.
- Castrejón, G. V. R., Cibrián T, J., Romero N, J. y Camino L, M. 2000. Mating frequency in wild females of *Copitarsia consueta* (Lepidoptera: Noctuidae). Florida Entomologist 83: 374-376.
- Centro Nacional de referencia de Control Biológico. 1999. *Diadegma insulare* (Cresson) Hymenoptera: Ichneumonidae. Ficha técnica 19. SAGARPA-DGSV. 4 P.
- Chan, C.K., A.R. Forbes and D.A. Raworth. 1991. Aphid-transmitted viruses and their vectors of the world. Agric. Canada Res. Branch Tech. Bull. 1991-3E, 216 pp..
- Cordero, R. J., J. R. Bloomquist, and T. P. Kuhar. 2007. Susceptibility of two diamondback moth parasitoids, *Diadegma insulare* (Cresson) (Hymenoptera; Ichneumonidae) and *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) (Hymenoptera; Eulophidae), to selected commercial insecticides. Biol. Control 42: 48-54.
- Cornell University, 2011. Production Guide for Organic Cole Crops. NYS IPM Publication No. 134 v3. http://www.nysipm.cornell.edu/organic_guide.

- DeBach, P., 1974, Biological control by natural enemies, Londres, Cambridge Univ. Press, 325 p.
- Díaz, G. O., Flores, C. y Rojas, A. N. 2003. Manejo integrado de *Copitarsia incommoda* (Walter) (Lepidóptera: Noctuidae) Memorias del primer simposio nacional sobre *Copitarsia incommoda*. Sociedad Mexicana de Entomología. México. pp: 57.
- Dicker, G. H. L. 1954. The apple pear and quince aphids. Rep. E. Malling Res. Stn. 213-217 pp.
- Esquivel, JF, Mowery SV. 2007. Host plants of the tarnished plant bug (Heteroptera: Miridae) in Central Texas. Environmental Entomology 36: 725-730
- Franklin, MT, Myers JH (2008) Refuges in reverse: the spread of *Bacillus thuringiensis* resistance to unselected greenhouse populations of cabbage loopers *Trichoplusia ni*. Agricultural and Forest Entomology, 10, 119–127.
- García de León, S., T. Mier, 2003. Panorama actual de la producción comercial y aplicación de bioplaguicidas en México. Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente 7: 65–81.
- Griego, V. M., y K. Spence D. 1978. Inactivation of *Bacillus thuringiensis* spores by ultraviolet and visible light. Appl Environ Microbiol. 35(5): 906–910.
- Heathcote, G. D. 1957. The optimum size of sticky aphid traps. Pl. Path. 6:104-107.
- Johnson, C. G. and Taylor, L.R. 1955. The development of large suction traps for airborne insect. Ann. Appl. Biol. 43: 51-61.
- Jaramillo, N., J. E. 1996. Cultivo del broccoli. Alternativa de producción hortícola en el Oriente Antioqueño. Actualidades CORPOICA. Año 10. N° 105. Abril-Mayo-Junio. 1996. p. 15-18
- Knox, M.A. 2012. Harlequin bug *Murganitia histrionic* (Hahn) (Insecta: Hemiptera: Pentatomidae), Selected References. University of Florida. Publication Number: EENY-025.
- Lílian, B. P., C. Ferreira C., A. C. Menezes M., R. Gomes M. 2013. Selection of Brazilian *Bacillus thuringiensis* Strains for Controlling Diamondback Moth on Cabbage in a Systemic Way. Bt Research. 4(1): 1-7.
- Luz, C. y J. Fargues. 1999. Dependence of the entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana*, on high humidity for infection of *Rhodnius prolixus*. Mycopathologia 146: 33–41.
- Michereff, F.; S. Oliveira, RS de Liz; y M. Faria. 2011. Cage and field assessments of *Beauveria bassiana*-based Mycoinsecticides for *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae) control in cabbage. Neotrop Entomol 40(4): 470-476.
- Muir, R. C. 1967. A technique for extracting the damson-hup aphid, *Phorodon humili* (Schrank) from host samples and for estimating large numbers. Rep. E. Malling Res. Stn, 54:172-176.

- Nehare, S., B. S. Ghodki, G. K. Lande, V. Pawade and A.S. Thakare. 2010. Inheritance of resistance and cross resistance pattern in indoxacarb-resistant diamondback moth *Plutella xylostella* L. Entomol. Res., 40:18-25.
- Nicholls, E. C. I. 2008. Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia. 282 p
- Oatman, E.R. and G.R. Platner. 1969. An ecological study of insect populations on cabbage in southern California. Hilgardia 40: 1-40.
- Plan municipal de desarrollo 2009-2012 [online].
http://cefimslp.gob.mx/documentos/PMD/2010_2012/Mexquitic_de_Carmona.pdf
 [2013, Marzo 25]
- Robert, P., y G. Riba. 1989. Toxic and repulsive effects of spray, 'per os of destruxin E to aphids ' and systemic applications. Mycopathologia 108: 179-183.
- Sarfraz, M., Dossall, L.M. & Keddie, B.A. (2006) Diamond back moth host plant interactions: implications for pest management. Crop Protection, 25, 625–639.
- Satar, S., U. Kersting and N. Uygun. 1999. Development and fecundity of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) on three Malvaceae hosts. Turk. J. Agric. For. 23: 637-643.
- Saugstang, E. S., Bram, R. A. and Myquis, W.E. 1967 Factors influencing sweep net sampling of alfalfa. J. econ. Ent. 60: 421-426.
- Shands, W. A., and Simpson, G. W. 1955. Survey methods: populations of potato infesting aphids and aphids eggs on primary hosts in Maine. Tech. Bull. Meagric. Exp. Stn. 62:42.
- Shipp, J. L., Y. Zhang, D.W.A. Hunt, y G. Ferguson. 2003. Influence of Humidity and Greenhouse Microclimate on the Efficacy of *Beauveria bassiana* (Balsamo) for Control of Greenhouse Arthropod Pests. Environ. Entomol. 32(5): 1154-1163.
- SIAP. 2011. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/> (revisado el 15 de diciembre de 2011)
- Soberon, M. y A. Bravo. 2007. Las toxinas Cry de *Bacillus thuringiensis*: modo de acción y consecuencias de su aplicación. Biotecnología V14 CS3.indd 303. http://www.ibt.unam.mx/computo/pdfs/libro_25_aniv/capitulo_27.pdf.
- Strong FE, Kruitwagen EC. 1968. Polygalacturonase in the salivary apparatus of *Lygus hesperus* (Hemiptera). Journal of Insect Physiology 14: 1113-1119.
- Swirski, E. 1954. The bionomics of the pear psylla *Psylla pyricola* Foerst. In Israel. Ktavim. 4: 61-68.
- Taylor, L. R., and J. M. P. Palmer. 1972. Aerial Sampling. Aphid Technology. H. F. van Emden ed.1. Academic Press, London & New York. pp. 189-234
- Theunissen, N. 1989. Integrated control of aphids on field-grown vegetables. In: Aphids, their biology, natural enemies and control. Vol C. Eds.: A.K. Minks, P. Harrewijn, pp 285-289.

Villegas, J. N. 2003. Biología y morfometría de las principales especies de áfidos (Homoptera Aphididae) vectores de virus en México. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. 203 pp.

Wheeler, AG. 2001. Biology of the plant bugs (Hemiptera: Miridae): pests, predators, opportunists. Comstock Publishing Associates.