

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



**ENEMIGOS NATURALES DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith),  
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EN CULTIVOS DE MAÍZ DE BUENAVISTA,  
SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO.**

**POR:**

**FILIBERTO CERVANTES ORDÓÑEZ**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.**

**Diciembre de 2010**



## AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, por ser el artífice de mi vida y que la ha llevado hasta este punto pues me ha dado la oportunidad de llegar a este momento tan deseado, gracias Dios mío.

A mi **ALMA TERRA MATER**, por aportar las herramientas para que yo pudiera ser un profesionista profesional y por estar aquí para acogerme en este regreso para concluir lo interrumpido.

A mi esposa **Juana García Escobedo** por ese gran apoyo que me ha dado pues sin ese apoyo no hubiera podido dar este paso tan importante, gracias.

Al **Dr. Gabriel Gallegos Morales**, por el enorme apoyo que me ha dado para la realización del presente trabajo pues cuando otros me cerraron las puertas él las abrió.

Al **M.C. Claudio Rios Velasco**, por todo, por su apoyo, por el tiempo y trabajo que invirtió en este proyecto.

Al **Dr. Alejandro González Hernández** del Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de Nuevo León, por su importante colaboración en la identificación de los parasitoides encontrados.

Al **Dr. Ernesto Cerna Chávez**, por su valiosa colaboración en la revisión del presente trabajo.

Al **Dr. Melchor Cepeda Siller**, por su apoyo en la culminación de este trabajo.

Al **M.C. Jhonathan Cambero Campos**, por sus consejos y recomendaciones para la elaboración del presente trabajo.

Al **Ing. Francisco Cardona Reyes**, por darme la oportunidad en su empresa que gracias a ello he crecido profesionalmente y pude llegar a terminar el presente trabajo.

## DEDICATORIA

A mi esposa **Juana García Escobedo**

Por su gran amor, cariño, paciencia y apoyo, por estar siempre conmigo, porque con ella me siento pleno y mi vida tiene sentido, por la hermosa hija que me dio, por atenderla cuando estoy y no estoy, gracias.

A mi hija **Sofía Cervantes García**

Por ser el motor de mis actos, por sorprenderme a cada momento por distraerme de los problemas de la vida y por quererme como lo hace.

A mis padres: **Alicia Ordóñez Saucedo** que dios la tiene en su gloria y que desde allá mira con gusto esta dedicatoria y **Rogelio Cervantes Muñiz**.

Por haberme dado lo más valioso que es la vida y por ese gran esfuerzo que ha momentos, que no fueron pocos se hacía muy difícil cuidarme y educarme junto con todos los hermanos para ser lo que hoy soy.

A todos mis hermanos **Santiago, Máximo, Martha, Rogelio, Guillermo, Rosario, Marisela y Enrique** y mi sobrina **Nallely**. Que aunque ha sido poco el tiempo que hemos convivido ha sido muy valioso pues es parte de mi identidad como persona y especialmente a Ninfa, te dedico este trabajo pues tú gran apoyo moral y económico, fue fundamental para terminar mis estudios, hasta el cielo va mi dedicatoria.

A **Teresa Cortes** y mi tío **Manuel Ordóñez**

A Teresa por el apoyo moral que me ha dado en gran parte de mi vida, y a los dos por el gran cariño que yo sé que me tienen, gracias.

A mi abuelita **Aurelia Saucedo** que descansa en paz y esta con **Dios**, gracias por haberme tenido en su mente en todo momento, gracias.

## ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO.....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS.....</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xii</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>OBJETIVO.....</b>	<b>2</b>
<b>HIPÓTESIS.....</b>	<b>2</b>
<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
Cultivo del Maíz.....	3
Origen del Maíz.....	3
Taxonomía del Maíz.....	3
Morfología del Maíz.....	4
Descripción.....	4
Germinación.....	5
Raíz.....	5
Tallo.....	5
Hojas.....	5
Flores.....	6
Plagas del Cultivo del Maíz.....	6
Cogollero del Maíz <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	6

Clasificación Taxonómica.....	7
Importancia.....	7
Biología y Comportamiento del Cogollero.....	8
Huevo.....	8
Larva.....	8
Pupa.....	8
Adulto.....	9
Daños.....	10
Métodos de Control de <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	11
Insecticidas Químicos.....	12
Control Biológico.....	12
Depredadores.....	13
Parasitoides.....	14
Himenópteros Parasitoides.....	15
Familia Ichneumonidae.....	15
<i>Campoletis sonorensis</i> (Cameron).....	16
<i>Pristomerus spinator</i> Fabricius.....	16
Biología y Comportamiento.....	17
Familia Eulophidae.....	17
<i>Euplectrus plathyphenae</i> Howard.....	18
Familia Braconidae.....	19
<i>Chelonus insularis</i> Cresson.....	20
Dípteros Parasíticos.....	21
Familia Tachinidae.....	21
Morfología del adulto.....	22
Biología y comportamiento.....	23

<i>Archytas</i> sp. ....	24
Entomopatógenos.....	28
Hongos.....	28
<i>Nomuraea rileyi</i> (Farlow) (Samson).....	29
Taxonomía.....	29
Características Morfológicas.....	29
<i>Beauveria bassiana</i> (Balsamo) Vuilleimin.....	30
Taxonomía.....	31
Características Morfológicas.....	31
Bacterias .....	32
<i>Bacillus thuringiensis</i> .....	33
Taxonomía.....	34
Virus.....	35
Familia Baculoviridae.....	35
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>37</b>
Sitio Experimental.....	37
Muestreo de larvas e identificación de parasitoides.....	37
Recuperación de Entomopatógenos.....	38
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>39</b>
Especies de parasitoides y % de parasitismo.....	41
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>46</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>47</b>
<b>APÉNDICE.....</b>	<b>57</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Porcentaje de parasitismo de enemigos naturales de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> encontradas en maíces criollos durante doce fechas de muestreo en Buenavista, Saltillo, Coahuila, 2009. ....	40
2. Enemigos naturales identificados de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> encontradas en maíces criollos en Buenavista, Saltillo, Coahuila, 2009.....	43
A1. Principales plagas del maíz en México.....	57



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pag.
1. Diferentes estados de desarrollo de <i>Spodoptera frugiperda</i> : a) masas de huevecillos cubiertos por escamas, b) larvas recién emergidas, c) larvas del quinto estadio, d) región cefálica de la larva con la “Y” invertida, e) pupa y f) adulto.....	10
2. Daños causado en el cogollo de maíz por larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	11
3. a) Larva de ichneumonido emergiendo de una larva de <i>S. frugiperda</i> , b) adulto de <i>Campoletis sonorensis</i> y c) adulto de <i>Pristomerus</i> sp. ....	15
4. Imagen de un eulóphido adulto “ <i>Euplectrus plathyphenae</i> ”.....	18
5. a) Inmaduro de braconido emergiendo de la larva de <i>S. frugiperda</i> , b) braconido recién emergido de larva, c) adulto de <i>Chelonus insularis</i> , d) adulto de <i>Ch. sonorensis</i> y e) adulto de <i>Ch. cautus</i> .....	19
6. Adulto macho de taquínido Walker.....	22
7. Esquema del tórax de un taquínido.....	23
8. Vista lateral de la antena izquierda de <i>Archytas apicifer</i> ♂ (Walker).....	25
9. Larvas de <i>Archytas</i> spp.....	25
10. Imagen de un taquínido adulto ( <i>Archytas marmoratus</i> ) parásito de <i>S. frugiperda</i> .....	26
11. Asociación de las principales Familias de Tachinidae y sus Tribus incluidas.....	27
12. Larvas de <i>S. frugiperda</i> muertas por la acción de <i>Nomuraea rileyi</i> : a y b,) desarrollo gradual de micelio con coloración blanquecina y c) larva	

con esporulación muy abundante.....	30
13. Larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> muertas por la acción de <i>B. bassiana</i> : a) y b) micelio blanquecino típico de <i>B. bassiana</i> .....	32
14. a) Cuerpos de oclusión del NPV en hemolinfa de larvas <i>S. frugiperda</i> observados en el microscopio a 400x, b) y c) larva muerta por la acción del NPV.....	36
15. Correlación del % de parasitismo con los datos meteorológicos del año 2009 del Sitio Experimental el Bajío de Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. ....	45

## RESUMEN

Larvas de los tres primeros estadios de gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (FAW) fueron recolectadas en maíces criollos, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, de julio a septiembre de 2009. Un total de 1200 larvas de FAW de 12 muestreos realizados fueron examinadas para la búsqueda de agentes de control biológico de FAW. Dos especies de hongos entomopatógenos Hyphomycetes (*Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuilleimin y *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson) fueron recuperadas de 11 (0.91%) de las larvas. 24 larvas (2.0%) infectadas por Nucleopoliedrovirus (Baculoviridae). Tres especies de Braconidae; *Chelonus insularis* Cresson, *Ch. cautus* Cresson y *Ch. sonorensis* Cameron, dos especies de Ichneumonidae; *Campoletis sonorensis* (Cameron) y *Pristomerus* sp., y una especie de Eulophidae; *Euplectrus plathyphenae* Howard. Además de un taquínido *Archytas marmoratus* (Townsend), fueron recuperadas de larvas. El agente de control biológico más ampliamente representado sobre larvas de FAW fue el parasitoide *Ch. insularis*.

**Palabras Clave:** Gusano cogollero, parasitoides, entomopatógenos, *Chelonus insularis*, *Chelonus cautus*, *Archytas marmoratus*, *Nomuraea rileyi*, Nucleopoliedrovirus

## ABSTRACT

Larvae of the first three instars of the fall armyworm (FAW) *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) were collected in landraces corn in Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, from July to September, 2009. A total of 1,200 larvae of FAW from 12 samplings were examined in search for biological control agents. Two species of Hyphomycetes entomopathogenic fungi (*Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuilleimin and *Nomuraea rileyi* (Farlow) (Samson), were recovered from 11 (0.91%) larvae. Twenty four larvae (2.0%) were infected by Nucleopolyhedrovirus (Baculoviridae). Three species of Braconidae; *Chelonus insularis* Cresson, *Ch. cautus* Cresson and *Ch. sonorensis* (Cameron), two species of Ichneumonidae; *Campoletis sonorensis* (Cameron) and *Pristomerus* sp., and one species of Eulophidae; *Euplectrus plathyphenae* Howard were found. In addition, a tachinid fly *Archytas marmoratus* (Townsend) was recovered from FAW larvae. The biological control agent most widely recovered from FAW larvae was the parasitoid *Ch. insularis*.

**Key Words:** Fall armyworm, parasitoids, entomopathogenic, *Chelonus insularis*, *Chelonus cautus*, *Archytas marmoratus*, *Nomuraea rileyi*, Nucleopolyhedrovirus.

## INTRODUCCIÓN

El maíz es por mucho el cultivo agrícola más importante de México, desde el punto de vista alimentario, industrial, político y social. Analizando al maíz en relación con los demás cereales que se producen en México (trigo, sorgo, cebada, arroz y avena), en cuanto a la evolución del volumen de la producción de maíz, la tasa media anual de crecimiento (TMAC) de 1996 a 2006 fue de 2.0%, no obstante los decrementos registrados en 2002 y 2005 en la producción obtenida de -4.1 y -10.8%, respectivamente (SIAP-SAGARPA, 2006).

El cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) es la principal plaga de maíz y otros cultivos en Latinoamérica (Castillejos *et al.*, 2002; Hernández *et al.*, 2008). Es una plaga de gran importancia económica debido a que en cultivos infestados que exceden el 55% puede repercutir en una baja en la producción de un 15 a 73% en América Central (Carnevali y Florcovski 1995; Hruska y Gould, 1997), debido a que se alimentan de hojas y tallos tiernos causando severos daños en todos los estados de desarrollo de la planta (Villa *et al.*, 2004). Las medidas de control de esta plaga han sido a base de insecticidas sintéticos (Cisneros *et al.*, 2004), sin embargo han resultado ineficientes y provocado intoxicaciones crónicas a agricultores en México, debido a su uso incorrecto (Tinoco y Halperin, 1998). Esto ha motivado a buscar alternativas para el manejo de *S. frugiperda* como el empleo de enemigos naturales. Veintidós especies han sido reportadas para México (Molina-Ochoa *et al.*, 2004). En los estados del Norte los parasitoides asociados al cogollero del maíz son himenópteros y en los estados del sur incluyen a taquínidos (Molina-Ochoa *et al.* 2001; Delfin *et al.*, 2007). Debido a su alto nivel de control natural se ha incrementado el estudio de estos organismos (Molina-Ochoa *et al.*, 2001; Molina-Ochoa *et al.*, 2004).

## **OBJETIVO**

Identificar los enemigos naturales de cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* así como también el nivel de parasitismo en el área de Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

## **HIPÓTESIS**

Se encontrarán al menos cinco especies de enemigos naturales afectando a *Spodoptera frugiperda*, y al menos uno con alto porcentaje de control sobre esta plaga.

# REVISIÓN DE LITERATURA

## Cultivo del Maíz

El maíz es el cultivo más importante de México, dentro del grupo de los cereales. Este grano se produce en dos ciclos productivos: primavera-verano y otoño-invierno, bajo diversas condiciones agroclimáticas, de humedad, temporal y riego en el país. Durante el periodo 1996-2006 se produjo un promedio anual de 19.3 millones de ton de maíz, incluyendo maíz blanco, amarillo y otros, con un valor promedio anual de 29,090 millones de pesos corrientes. La tasa media anual de crecimiento (TMAC) del volumen de producción fue equivalente a 2.0%; por régimen hídrico, ésta fue de 4.4% bajo condiciones de riego y de 0.4% de temporal (SIAP-SAGARPA, 2006).

## Origen del Maíz

El maíz tuvo una gran importancia desde el punto de vista alimenticio para casi todas las comunidades indígenas americanas anteriores a la América colonial; en todas las culturas que destacaron, como los Mayas, Incas y los Aztecas. La planta de maíz fue deificada como fuente de vida y riqueza para aquellas comunidades que alcanzaron cuotas de cultura y conocimiento muy altos en muchos campos del conocimiento (Christopher, 1996).

## Taxonomía del Maíz

Ubicación taxonómica del maíz de acuerdo al USDA-NRCS (2009)

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

Superdivisión: Spermatophyta

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Cyperales

Familia: Poaceae

Género: *Zea*

Especie: *Z. mays*

### **Morfología del Maíz**

**Descripción.-** La planta del Maíz es de porte robusto, de fácil desarrollo y producción anual; el tallo es simple, erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 m de altura y sin ramificaciones, por su aspecto parecido al de una caña, no presenta entrenudos y si, una médula esponjosa, si se realiza un corte transversal, con inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta; la inflorescencia masculina presenta una panícula (vulgarmente denominada espigón o penacho) de coloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de polen en el orden de 20 a 25 millones de granos, en cada florecilla que compone la panícula se presentan 3 estambres donde se desarrolla el polen; la inflorescencia femenina marca un menor contenido en granos de polen, alrededor de los 800 ó 1000 granos y se forman en unas estructuras vegetativas denominadas espádices que se disponen de forma lateral; las hojas son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias; se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presentan vellosidades, los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes; las raíces son fasciculadas y



su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta, en algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo (SIAP-SAGARPA, 2009).

De acuerdo a Díaz (1954) y Lesur (2005), las características morfológicas, los cambios estructurales y fisiológicos que acompañan el crecimiento y el desarrollo de la planta en los cereales son muy similares, con excepción del maíz, esta similitud se extiende a la formación de la espiga y la semilla.

**Germinación.-** La semilla, al entrar en contacto con la humedad del suelo, empieza la imbibición de agua y comienza a producir cambios químicos que activan al embrión, de esta manera la primera raíz se alarga y emerge en dos o tres días.

**Raíz.-** La planta tiene tres clases de raíces: 1) raíces temporales; aquellas que nacen cuando germina el grano, 2) raíces definitivas; alcanzan hasta dos o tres metros de profundidad, mediante ellas se nutre la planta durante todo el ciclo vegetativo, y 3) raíces adventicias o de anclaje, sirven de sostén a la planta y al mismo tiempo de órganos de absorción.

**Tallo.-** El tallo de la planta del maíz es cilíndrico, con una cantidad de nudos que varía entre 8 y 25, con un promedio de 16.

**Hojas.-** Son alternas y sésiles, variando en número dependiendo de la variedad entre 8 a 30, son alargadas y forman un cilindro o vaina alrededor del entrenudo, pero con los extremos desnudos.

**Flores.-** El maíz tiene flores masculinas y femeninas en partes separadas de la misma planta (monoica). Esta disposición en la inflorescencia hace que la polinización sea cruzada.

### **Plagas del Cultivo del Maíz**

El maíz al igual que otros cultivos agrícolas presenta una gran problemática fitosanitaria la cual presenta en diferentes etapas del desarrollo fenológico del cultivo. En el Cuadro 1. Se enlistan los principales insectos plaga que atacan al maíz en México.

La plaga más importante del maíz es el gusano cogollero *S. frugiperda* , así como de otros cultivos, tales como sorgo y trigo, debido a su gran adaptación y a sus hábitos polípagos, este insecto es cosmopolita, se encuentra distribuida en todos los lugares donde se cultiva este cereal, provocando bajas en la producción.

### **Cogollero del Maíz *Spodoptera frugiperda***

Esta plaga se encuentra distribuida en todas las regiones agrícolas tropicales y subtropicales del continente americano. En México se localiza prácticamente en todas las regiones en donde se cultiva maíz, aunque sus daños son más severos en el trópico y subtrópico. Las larvas se localizan en las plantas en crecimiento, donde se alimentan de las hojas y tallos en formación y principalmente de los cogollos (Rodriguez y De León, 2008).

## **Clasificación Taxonómica**

Según Borrór *et al.* (1989), este insecto pertenece a:

Clase: Insecta

Orden: Lepidóptera

Familia: Noctuidae

Subfamilia: Amphipyrinae

Género: *Spodoptera*

Especie: *S. frugiperda*

## **Importancia**

El gusano cogollero, es considerado en muchos aspectos plaga potencial del maíz, provocando pérdidas promedio de 30 a 40 % en México (Rodríguez y De León, 2008). No obstante, Capinera (1999), Nagoshi y Meagher (2008), mencionan, que esta plaga muestra una amplia gama de hospederos, con más de 80 sp. de plantas registrados, pero es evidente que prefiere gramíneas (sorgo, forraje y zacate bermuda), sin embargo, también se les ha encontrado en otros cultivos como alfalfa, algodón y soya.

## **Biología y Comportamiento**

**Huevo.-** Las hembras depositan huevos durante las primeras horas de la noche, tanto en el haz como en el envés de las hojas, estos son puestos en varias masas cubiertos por segregaciones del aparato bucal y escamas de su cuerpo (fig. 1a). Una hembra puede poner en promedio 1000 huevos en masas de 10 a 350 en cada puesta, las larvas nacen a los tres días o menos cuando la temperatura es elevada ( $> 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) (Metcalf y Flint, 1965).

**Larva.-** Las larvas al nacer (Fig. 1b), se alimentan de la superficie de la hoja, destruyendo el mesófilo y la epidermis de un solo lado del follaje, dejando intacta la otra epidermis, observándose las áreas dañadas de color blanco y semitransparentes (Chávez, 1990; Aponte y Morillo, 1987), se trasladan a diferentes partes de la planta, evitando así la competencia por el alimento y el canibalismo, su color varía según el alimento pero en general son oscuras con tres rayas pálidas estrechas y longitudinales; en el dorso se distingue una banda negra más ancha hacia el costado y otra parecida pero amarillenta más abajo (Fig. 1c), en la vista frontal de la región cefalica se distingue una “Y” blanca invertida (Fig. 1d) (Metcalf y Flint, 1965).

Las larvas pasan por 5 a 6 estadios, siendo de mayor importancia para tomar las medidas de control los dos primeros; en el primero estas miden de 2-3 mm y la cabeza es negra completamente, el segundo mide de 4-10 mm y la cabeza es café claro; las larvas pueden alcanzar hasta 35 mm en su último estadio. A partir del tercer estadio se introducen en el cogollo, haciendo perforaciones que son apreciados cuando la hoja se desvaina (Fig. 2) (Luginbill, 1928).

**Pupa.-** Las pupas son de color caoba y miden 26 mm aproximadamente; ésta fase se desarrolla en el suelo y el insecto permanece en reposo de 8-10 días hasta

que emerge el adulto (Fig. 1e). El período de tiempo para el desarrollo larval es menor a medida que aumentan las temperaturas, 22 y 13 días a 20 y 30 °C, respectivamente; a una temperatura ambiente media de 26.5 °C es de 15±5 días, con la particularidad de que se presentan 6 estadios (Blahutiak, 1970, Piedra, 1974). El período de oviposición de los adultos a 30 °C es de cuatro días y de tres para las temperaturas restantes.

**Adulto.-** El adulto vuela con facilidad durante la noche, siendo atraída por la luz; es de coloración gris oscura, las hembras tienen álas traseras de color blancuzco mientras que los machos tienen color llamativo en las alas delanteras, y las traseras son blancas (Fig. 1f) (Luginbill, 1928).

El ciclo de vida oscila entre los 19 y 48 días, lo que está en relación con la temperatura de las siguientes fases; a temperaturas elevadas el ciclo se acorta (Jassic y Reines, 1974; Piedra, 1974). A una temperatura de 26.5 °C las hembras ponen 1216 huevos, a 25 °C 944 y a 30 °C se reduce a 386. Los valores del límite inferior de temperatura oscila entre 10.3 y 14.6 °C, para las distintas fases del ciclo biológico. Según estudios realizados, la plaga puede tener entre 11 y 12 generaciones anuales.

Durante su ciclo de vida, la hembra adulta y fertilizada coloca los huevos en masa sobre el follaje. Una vez que el huevo eclosiona, las larvas comienzan a alimentarse de la epidermis de la hoja de la planta. En sus tres primeros estadios, las larvas poseen la capacidad de desplazarse a través de distancias relativamente grandes; pueden secretar hilos de seda que les permite colgarse y caer con facilidad al suelo, además de presentar canibalismo. Tan pronto como la larva completa su desarrollo, cesa su alimentación, abandona el sitio en donde ha vivido y pasa al suelo donde construye una cavidad o celda entre 2-7 cm de profundidad, esta

dependerá de la textura del suelo, la humedad y la temperatura; en la cavidad la larva se transforma en pupa, para luego emerger como adulto a la superficie del suelo (Fernández, 1991).

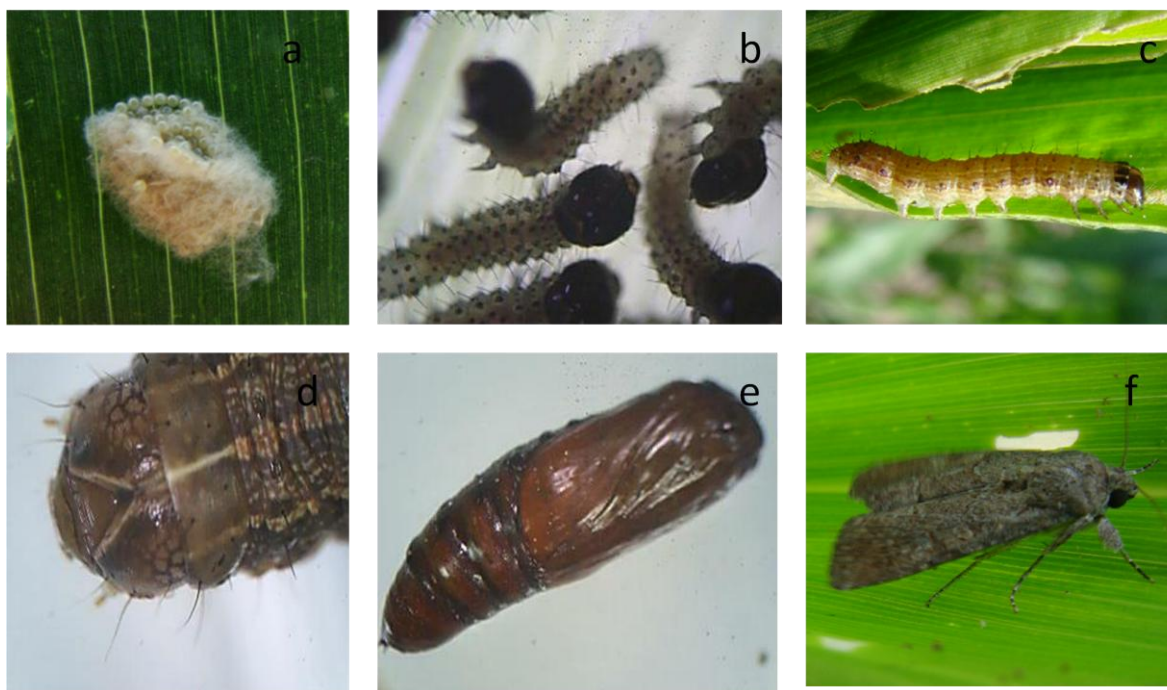


Figura 1. Los diferentes estados de desarrollo de *Spodoptera frugiperda*: a) Masas de huevecillos cubiertos por escamas, b) larvas recién emergidas (L1), c) larva de quinto estadio, d) región cefálica de larva con la “Y” invertida, e) pupa y f) adulto.

## Daños

Las larvas se localizan en el cogollo de las plantas donde se alimentan de las hojas en formación, las cuales al desarrollarse quedan perforadas y rasgadas, el ataque temprano causa la muerte de la planta o el retraso en su desarrollo (Fig. 2) (Rodríguez y De León, 2008).



Figura 2. Daños causados en el cogollo de maíz por larvas de *Spodoptera frugiperda*

### **Métodos de Control de *Spodoptera frugiperda***

La implementación de las estrategias del control de plagas, sobre todo la reducción de las poblaciones de insectos, requiere del uso de diversos métodos de control. La experiencia práctica y lógica ha demostrado que la integración de todos los procedimientos y técnicas en un único modelo orientado a la producción rentable con un mínimo de perturbaciones, se puede desarrollar sin la participación de ningún tipo de control químico (Kilgore y Duontt, 1967). No obstante Andrews (1989), sugiere que el manejo integrado de plagas (MIP), debe ser un sistema de criterios ecológicos, ventajas económicas y un mínimo de riesgo, basado en ocho ideas centrales: 1) el agroecosistema, 2) el control natural, 3) la biología y la ecología de los organismos, 4) el cultivo como enfoque central, 5) el muestreo y uso de umbrales

y niveles críticos, 6) el uso de tácticas compatibles, 7) la integración de tácticas alternativas y 8) los efectos secundarios de fitoprotección.

### **Insecticidas Químicos**

Los insecticidas químicos son en la actualidad los más usados para el control de insectos plaga, sin embargo el uso inadecuado ha provocado el desarrollo de resistencia, intoxicación de trabajadores agrícolas, así como la eliminación de enemigos naturales (Tinoco y Halperin, 1998). Se clasifican de acuerdo a su modo de acción: de contacto, ingestión e inhalación y sistémicos. Al respecto Hruska y Gladstone (1987) indican que para el control de *S. frugiperda*, típicamente se requieren de 2 a 4 aplicaciones de insecticidas químicos durante el ciclo del cultivo. Para lo cual el CESAVER (2008), ha autorizado el uso de cipermetrina, clorpirifos etil, diazinon y endosulfan para el control de esta plaga.

### **Control Biológico**

Las poblaciones de todos los organismos vivos son, en cierta medida, reducidas en las acciones naturales de sus depredadores, parásitos, antagonistas, y enfermedades; a este proceso se ha denominado como "control natural ", pero cuando las plagas están controladas, esto es a menudo llamado control biológico y los agentes que ejercen el control son frecuentemente llamados enemigos naturales (Hajek, 2004). Los seres humanos pueden explotar el control biológico de varias maneras para suprimir las poblaciones de plagas. La variedad de enfoques para la manipulación de la actividad de los enemigos naturales para controlar plagas difieren en cuánto esfuerzo se requiere, que está involucrado, y la idoneidad del enfoque para el desarrollo comercial. El control biológico se ha definido muchas veces, pero una frecuente definición aceptada se proporciona a continuación. El uso de organismos vivos para reprimir a la población de una plaga específica u organismo, por lo que es menos abundante o menos perjudicial (Eilenberg *et al.*, 2001). El



Desarrollo de métodos de control biológico realmente floreció después de la aplicación de plaguicidas químicos sintéticos, se convirtió en el método dominante de control de plagas. El uso del control biológico creció debido a la necesidad de encontrar una solución no funcionó o no eran apropiadas para el control de determinadas plagas. Otro impulso importante para el uso de control biológico ha sido el hecho de que los pesticidas pueden causar efectos secundarios negativos, lo que preocupa en la salud humana y preservación del medio ambiente. Los controladores biológicos no dejan residuos químicos y suelen ser de acción muy específica, especialmente en comparación con los plaguicidas químicos sintéticos (Hajek, 2004).

Entre los organismos usados como agentes de control biológico se incluyen: parasitoides, depredadores y patógenos para mantener la densidad de otros organismos (hospedero o presa) bajo niveles más bajos de lo que ocurriría en su ausencia.

## **Depredadores**

Los insectos depredadores se presentan en muchos órdenes, principalmente en los órdenes Coleóptera, Odonata, Neuróptera, Hymenóptera, Díptera y Hemíptera. Los insectos depredadores se alimentan en todos los estados de la presa: huevos, larvas (o ninfas), pupas y adultos. Desde el punto de vista de los hábitos alimenticios existen dos tipos de depredadores, los masticadores (ejem. Catarinitas, Fam. Coccinellidae) y escarabajos del suelo (Fam. Carabidae) los cuales simplemente mastican y devoran a sus presas, y aquellos con aparatos bucales succionadores que chupan los jugos de sus presas (ej. chinches asesinas, Fam. Reduviidae), larvas de crysopa (Fam. Chrysopidae), larvas de moscas (Fam. Syrphidae), etc. El tipo que se alimenta por medio de la succión generalmente inyecta una sustancia tóxica que rápidamente inmoviliza a la presa. Muchos depredadores son ágiles, feroces cazadores, y activamente capturan sus presas en

el suelo o en la vegetación como lo hacen los escarabajos, las larvas de crysopa y ácaros, o los cazan en el vuelo, como las libélulas y moscas de la Familia Asilidae (Huffaker y Menssenger, 1976).

## **Parasitoídes**

Los insectos parasitoides son generalmente del mismo tamaño o tamaño parecido al organismo que ataca, también se caracterizan por que se desarrollan dentro o sobre un organismo, el cual casi siempre muere al ser atacado (Fig. 3a). El estadio larval de estos organismos es parasítico, mientras que los adultos son de vida libre y activos para buscar a los organismos que parasitan (hospederos) (Rodríguez y Arredondo, 2007). Entre las especies de parasitoides, se han reportado a especies de las familias Hymenóptera, Díptera y otros órdenes. En nuestro país se han hecho varios estudios sobre la diversidad de parasitoides. Martínez y López (2009), reportan para el estado de Oaxaca 21 Familias de Hymenópteros parasitoides, encontrados en cultivos de maíz y frijol, para los estados de Colima, Jalisco y Michoacán (Molina-Ochoa *et al.*, 2004) mencionan a 11 especies de parasitoides atacando a larvas de *S. frugiperda* representados en tres familias: Ichneumonidae, Braconidae y Eulophidae. Sin embargo (Rios *et al.*, 2008; Rios *et al.*, 2009), además de las antes mencionadas reportan para Buenavista Coahuila, la presencia del orden Diptera específicamente de la familia Tachinidae y entomopatógenos atacando a *S. frugiperda*.

Un inventario de los parasitoides y parásitos de *S. frugiperda* se llevó a cabo usando referencias relacionadas con parásitos de huevos, larvas, pupas y adultos colectados de diferentes cultivos en su ámbito de distribución. Además, un inventario fue realizado de los cultivos y países donde estos parásitos atacaron a *S. frugiperda* en América. La plaga fue recolectada principalmente en maíz y arroz. *Chelonus insularis* (Braconidae) (Cresson), fué el parasitoide más ampliamente distribuido. *C.*

*insularis*, *Chelonus* sp. y *Euplectrus plathyphenae* (Howard) fueron los parasitoides más prevalecientes en Norteamérica. En Centroamérica, *Ch. insularis* fue el parasitoide más prevalente, y en la región Sudamericana fueron *Archytas incertus* (Macq.), *A. marmoratus* (Tachinidae), *Ch. insularis* (Cresson) y *Meteorus laphygmae* (Viereck). *Diapetimorpha introita* (Cresson) fue el parasitoide de pupas más importante principalmente en Norteamérica. *Noctuidonema guyanense* (Remillet y Silvain) fue el nematodo ectoparásito más importante atacando a adultos de *S. frugiperda* y otros noctuidos en el Sur y Sureste de los Estados Unidos de América y México, Cuenca del Caribe, Centroamérica y Norte de Sudamérica (Molina-Ochoa *et al*, 2003).

## Himenópteros parasitoides

### Familia Ichneumonidae

Muchos Ichneumonidos son parasitoides primarios; las especies hiperparasitoides son raras. Especies endoparasíticas son muy comunes como parasitoides de Symphyta e Hymenóptera. Además parasita a insectos inmaduros holometábolos (Coleóptera, Diptera, Lepidóptera, Raphidióptera, Trichoptera) ó arácnidos (González, 2008).



Figura 3. a) Larva de Ichneumonido emergiendo de una larva de *S. frugiperda*, b) adulto del parasitoide *Campoletis sonorensis* y c) adulto de *Pristomerus* sp.

***Campoletis sonorensis* (Cameron).**- (Fig. 3b) Partículas de virus de la Familia Baculoviridae pueden encontrarse en muchas especies de himenópteros endoparasíticos, principalmente en la Familia Ichneumonidae (Stoltz *et al.* 1976). La replicación del virus en parasitoides hembra es intranuclear y restringido al núcleo del calyx, (una región especializada del oviducto) de las células epiteliales (Krell *et al.* 1982). El virus es secretado de las células del calyx y acumulado en una alta concentración dentro del lumen como parte de un fluido calyx. Este es inyectado con el huevecillo del parasitoide dentro de los hospederos durante la oviposición. Ciertamente evidencias experimentales de que un componente del fluido calyx protege a los huevecillos de los parasitoides de la encapsulación dentro del hemocele de este hospedero habitual (Norton y Vinson 1977; Stoltz y Faulkner, 1978). Algunos componentes del fluido calyx podrían ser envueltos y algunos cambios que ocurren en el hospedero después de la parasitización, finalmente benefician a los parasitoides (Dahlman y Vinson, 1977; Guillot y Vinson, 1972; Vinson, 1972).

***Pristomerus spinator* Fabricius.**- Es un endoparasitoide de larvas de *S. frugiperda* ampliamente distribuida en América Latina, que puede atacar a otras plagas de cultivos de importancia económica principalmente pirálidos y otros microlepidópteros minadores, o a los que se encuentran protegidos por tejido vegetal.

El adulto mide de 3 a 5 mm de longitud, la mayor parte del cuerpo es de color ámbar, aunque el dorso del torax es más oscuro, al igual que los ojos. El abdomen en la parte ventral es amarillo claro, casi hialino. La venación es la típica de los Ichneumonidos, es decir, 2 venas m-cu transversas (recurrentes y la aeroleta abierta (Borror *et al.*, 1989; Goulet y Huber, 1993). Antenas largas y moniliformes con la base robusta, ovipositor largo, sinuoso y expuesto (mide 2/3 partes del abdomen) con cuatro franjas de color más oscuro. La característica más distintiva es que los fémures posteriores tienen una espina o diente en la parte ventroposterior del mismo, seguido de unos dientecillos de menor tamaño, tanto en machos como en hembras

(Fig. 3c). La larva es ápoda de color rosa hialino en los primeros instares y al momento de pupar es de color crema; la pupa esta dentro de un capullo de seda en forma de barril alargado con las puntas redondeadas; el adulto corta con sus mandíbulas un pequeño círculo del pupario y comienza a hacer movimientos hasta que logra salir, dejando el resto del cocón intacto (Goulet y Huber, 1993). Los huevos son ligeramente curvos, con uno de sus extremos ligeramente más redondeados de color café oscuro y de consistencia coriácea, son depositados en el hemocele y se pueden observar a simple vista a través del tegumento de la larva hospedera (Domínguez-Jiménez *et al.*, 2000).

**Biología y Comportamiento.-** La hembra al momento de encontrar a la larva hospedera, arquea su cuerpo para introducir su ovipositor. Dichas hembras son proovigénicas, es decir las hembras ya nacen con los huevos totalmente desarrollados y listos para ser ovulados. Estas parasitan a su hospedero hasta dos o tres días antes de su muerte (33 días), con una tasa de oviposición de 335 huevos por hembra (Domínguez-Jiménez *et al.*, 2000)

### **Familia Eulophidae**

Son caracterizados por presentar tarsos con cuatro segmentos y una corta espina protibial recta; cuerpo pequeño a moderadamente largo (0.4-0.6 mm); flagelo usualmente con dos a cuatro segmentos funiculares, gaster constreñido anteriormente, axila frecuentemente extendiéndose anterior a la sutura escutoescutelar, vena marginal relativamente larga (González, 2008).

Son principalmente parasitoides de Lepidóptera, Coleóptera, Diptera, e Hymenoptera. Muchos eulófidos son parasitoides de huéspedes incluidos en tejidos de plantas tales como minadores de hojas, formadores de agallas, etc.. el hiperparasitismo es común en algunos grupos, especialmente en Entedoninae y

Tetrastichinae. De un tipo de parasitismo gregario ocurre en varios géneros de esta familia (González, 2008).

***Euplectrus plathyphenae* (Howard).**- Este parasitoide es un elemento adicional en el control de plagas, y pudiera ser empleado durante las primeras fases o estadios del insecto plaga, cuando haya problemas en el control o manejo de poblaciones (Fig. 4).

Las liberaciones de *E. plathyphenae* se realizan en estado adulto, y sobre larvas de tercero y cuarto estadio, aunque pueden realizarse liberaciones previas a estas etapas, para facilitar el establecimiento de la especie. Las dosificaciones están comprendidas entre 150-250 especímenes/ha, dependiendo del porcentaje de infestación existente. Las cantidades más pequeñas son recomendadas como preventivas y las mayores son recomendadas cuando la plaga ya está establecida, se recomienda además realizar las liberaciones cuando las plantas de maíz tengan una altura de 20-30 cm (20-25 días de germinadas), momento de mejor establecimiento de éste parasitoide (Ryder, 1968).



Figura 4. Imagen de un eulófido adulto *Euplectrus plathyphenae*.

## Familia Braconidae

**Biología.-** Los Braconidos usualmente parasitan larvas de Holometábola (Lepidótera, Coleóptera, Díptera, y otros Hymenóptera); ninfas de Hemimetábola y adultos de ambos Holometábola y Hemimetábola son también parasitadas. Algunas especies son hiperparasíticas. Parasitoides solitarios y especies gregarias son bien representadas en esta familia. Muchas especies de Braconidae son koinobiontes endoparasitoides y también un grupo grande son idiobiontes ectoparasitoides (González, 2008) (Fig. 5a y 5b).

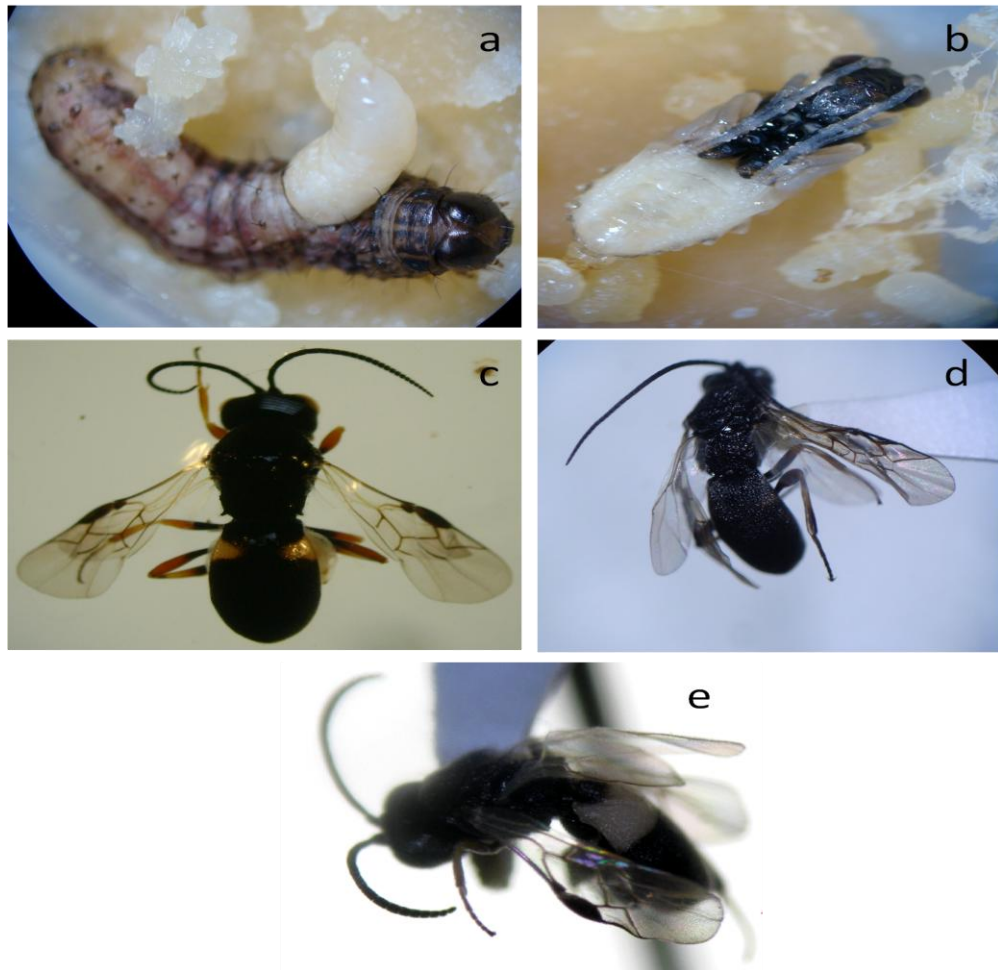


Figura 5. a) Inmaduro de un braconido emergiendo de la larva de *S. frugiperda*, b) braconido recién emergido, c) adulto de *Chelonus insularis*, d) adulto de *C. sonorensis* y e) adulto de *C. cautus*.

***Chelonus insularis* (Cresson).**- Al igual que las especies antes mencionadas *C. insularis* constituye un elemento importante a tener en cuenta en el manejo de *S. frugiperda*. Sus características como parásito ovo-larval, así como el alto potencial reproductivo, han conducido al estudio de la reproducción masiva y liberación en áreas de producción (Ryder, 1968) (Fig. 5c).

En algunas regiones del estado de Morelos se han encontrado parasitismos hasta del 86% ocasionado por *Chelonus insularis* siguiéndole en importancia *Pristomerus spinator*, sin embargo, bajo condiciones de laboratorio esta última especie actúa como hiperparásito ya que oviposita solo en larvas de gusano cogollero de segundo estadio, y no prospera si ésta no fue previamente parasitada por *C. insularis*. Tomando en cuenta los trabajos realizados en México, la especie más destacada es *C. insularis* (SAGAR, 1999).

La hembra de *C. insularis* parasita casi el 80% de los huevos de una postura de *S. frugiperda* en aproximadamente dos horas. El periodo desde la oviposición hasta el estado adulto tuvo una duración promedio de 24.5 días (n:64). El parasitoide solo permite el desarrollo del hospedero hasta el quinto estadio. La hembra de *C. insularis* deposita un solo huevo en cada huevo del hospedero y se mantiene en ese estado hasta la emergencia de la larva del hospedero. En la larva de primer estadio, desde que emerge hasta el final de este estadio, hay un importante crecimiento del cuerpo, más de diez veces, mientras que la cabeza conserva el tamaño. La larva de este himenóptero pasa por tres estadios; la larva hospedera, en el quinto estadio se prepara para pupar; el parasitoide emerge entre los segmentos abdominales I y II del hospedero y termina de consumirlo. Teje un capullo, transformándose en prepupa y posteriormente en pupa (Colomo y Valverde, s/f).

Diversos estudios avalan a esta especie como una de las de mayor influencia de forma natural, sobre las poblaciones de cogollero del maíz. Van Huis (1981),



reportó una mortalidad de 35%, producida por ésta y otras especies de entomófagos y entomopatógenos de forma natural. Por otra parte Ryder y Pulgar (1969), registraron un parasitismo del 12.8% sobre el cogollero, pudiendo alcanzar hasta un 25% en los meses de abril, mayo y junio.

## **Dípteros Parasíticos**

### **Familia Tachinidae**

Los dípteros de la Familia Tachinidae constituyen un grupo taxonómico de moscas parasíticas muy numeroso, que controlan plagas agrícolas, hortícolas, forestales y de frutales. Los taquínidos son considerados de gran utilidad en programas de control biológico, dado que la mayoría de sus especies son exclusivamente parasitoides primarios de otros insectos. Es una familia de moscas importante y cosmopolita, en la lucha biológica de una amplia variedad de hospederos de diversos órdenes de insectos; entre los preferidos se citan estados inmaduros y adultos de Lepidóptera, Hemíptera, Orthóptera, Mantodea y Coleóptera. Los taquínidos adultos son llamados comúnmente “moscas peludas”, y esa denominación alude a que las moscas de este grupo poseen quetas o cerdas fuertes y muy desarrolladas, que cubren cabeza, tórax y abdomen. Si bien esas cerdas se utilizan para la identificación, no tienen valor taxonómico categórico (Fig. 6). La Familia Tachinidae se diferencia de otras familias de Dípteros por dos caracteres únicos y exclusivos de este grupo:

- 1) La presencia de un post-escutelo bien desarrollado, que es un pliegue quitinoso que se observa debajo del escutelo (Fig. 7).
- 2) Una hilera de cerdas erectas en la hipopleura, bien formadas y uniformes, que reciben el nombre de “cerdas hipopleurales” (Fig. 7) (Molinari y Avalos, 1991).

Todas las especies de taquínidos son parasitoides, específicamente endoparasitoides de otros artrópodos. Los taquínidos usualmente matan a sus hospederos (pero hay excepciones) (English-Loeb *et al.*, 1993). Sin embargo muchos taquínidos emergen del estado pupal de otros hospederos, no es conocido el ataque a pupas, así como también no hay especies que ataquen huevos de sus hospederos. Las principales especies de taquínidos atacan a estados larvales, pero una fracción significativa 5 a 10% de las especies, ataca a adultos. El desarrollo larval es completado generalmente en una o tres semanas, excepto para especies con diapausa dentro del hospedero, donde pueden prolongarse por varios meses (Stireman *et al.*, 2006).

**Morfología del Adulto.-** Cabeza: extremadamente variable en proporciones, usualmente más alto que largo con declinaciones frontales, cara pequeña y antenas cortas en machos.

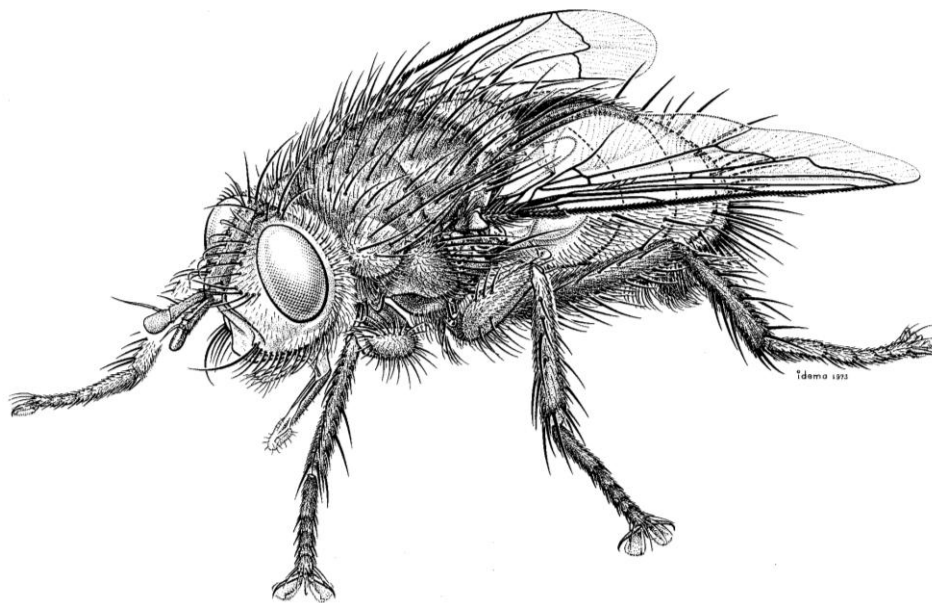


Figura 6. Adulto macho de Taquínido Walker. Tomado de Wood (1987)

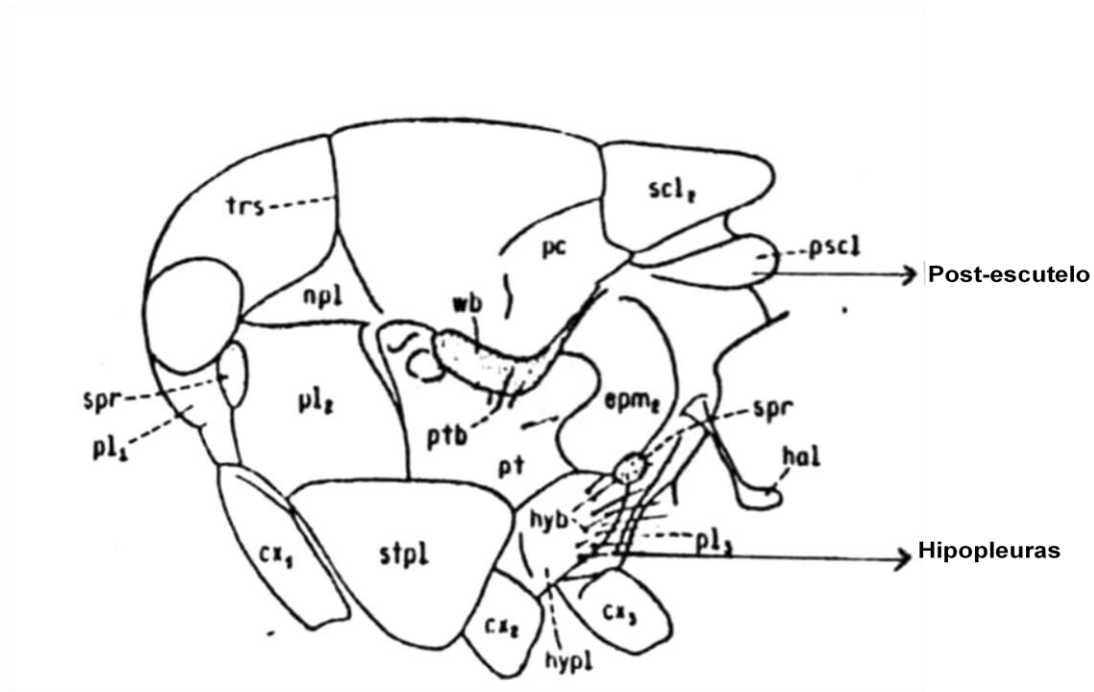


Figura 7. Esquema del tórax de un taquídeo. Tomado de Wood (1987)

**Biología y Comportamiento.-** De acuerdo a Wood (1987), los ciclos de vida de un amplio rango de géneros de Tachinidae no son conocidos. Además menciona que todas las larvas conocidas son parásitas de otros artrópodos, exclusivamente sobre otros insectos. El principal modo primitivo de ataque sobre un hospedero expuesto es atacando sus huevos. Sobre la piel del hospedero. El huevo grande ovalado planoconvexo es translúcido al momento de la oviposición, pero se vuelve blanco y es bastante visible. Su superficie ventral plana se cubre con una sustancia pegajosa que garantiza una adhesión firme a cualquier parte del hospedero. Otras estrategias son utilizadas por algunos géneros para que puedan parasitar a sus hospederos que son agresivos, esa área protegida por espinas, pelos o las cintas que están ocultos y de otra manera inaccesible para la mosca adulta. Probablemente, el avance más importante en la estrategia reproductiva, compartida por la inmensa mayoría de Tachinidae, es el almacenamiento de los huevos en un

ovisaco hasta que el desarrollo embrionario se haya completado. El ovisaco es más que una pequeña ampliación y alargamiento del oviducto común, con un incremento del orificio traqueal para proporcionar más oxígeno para el desarrollo de las larvas. Así, una sola hembra puede llevar a cientos o miles de huevos, lo más lejos de los ovarios, listos para eclosionar al momento de la deposición. Todos los taquínidos son aparentemente ovolarvíparos (los huevos eclosionan después de que se depositan). A veces una hembra muere antes de dejar su descendencia, y que posteriormente puedan nacer y escapar de su abdomen los huevos de muchas especies, sin embargo pueden nacer en cuestión de segundos después de la oviposición, dando la apariencia de larvíparos. La ventaja de la eclosión rápida después de la oviposición es evidente, la larva es capaz de comenzar inmediatamente a penetrar en el hospedero (Wood, 1987).

El principal potencial de escape del hospedero a los ataques directos de oviposición por taquínidos es, permanecer inaccesible durante el día mientras que las hembras son activas, ya sea que las larvas se escondan en la basura o el suelo, o estén protegidos por la oscuridad. Por lo tanto se puede evitar el ataque directo de las moscas adultas que se alimentan en la noche. Al menos ocho órdenes de insectos, así como los ciempiés, sirven como hospederos. Las larvas de lepidópteros, probablemente soportan a la mayoría de las especies de Tachinidae, los principales de los miembros de las grandes Subfamilias Tachininae y Goniinae atacan a larvas lepidópteros (Wood, 1987).

***Archytas* sp.-** En primer flagelómero en forma de riñón, algo puntiaguda apical, en la mayoría de las especies, o más largos que el pedicelo, incluso en hembras (Fig. 8); si el primer flagelómero es más corto que el pedicelo (en algunas hembras) sus terguitos abdominales 2-4, su terguito ceroso contrasta con el terguito 5 no ceroso (Wood, 1987).

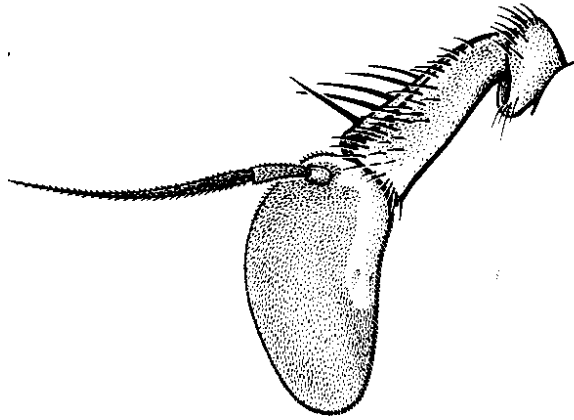


Figura 8. Vista lateral de la antena izquierda de *Archytas apicifer* ♂ (Walker).

La hembra de *Archytas* sp. coloca embriones pre-incubados (larva pasnidio) en la planta donde se encuentra la plaga hospedera; el embrión del parasitoide debe reptar para alcanzar la larva hospedera y se introduce en su cuerpo. El taquínido cumple el estado de pupa dentro de la pupa del lepidóptero. La larva hospedera no presenta signos externos de parasitación (Fig. 9).



Figura 9. Larvas pasnidio de *Archytas* spp. Tomado de Wood (1987)

El adulto en general es de colores oscuros, con variaciones cromáticas en alas, antenas y abdomen. La mayoría de las especies emergen en las primeras horas de la mañana, se alimentan de mielecilla causada por la secreción de pulgones y cochinillas, de néctar de flores y de jugos vegetales. La cópula ocurre inmediatamente después de la emergencia de los adultos; los machos son los primeros en nacer y pueden fecundar un gran número de hembras. La duración del ciclo huevo-adulto, ocurre entre 15 y 25 días (Molinari y Avalos, 1991 ) (Fig. 10)



Figura 10. Vista dorsal y frontal de la región cefálica del adulto de *A. marmoratus*.

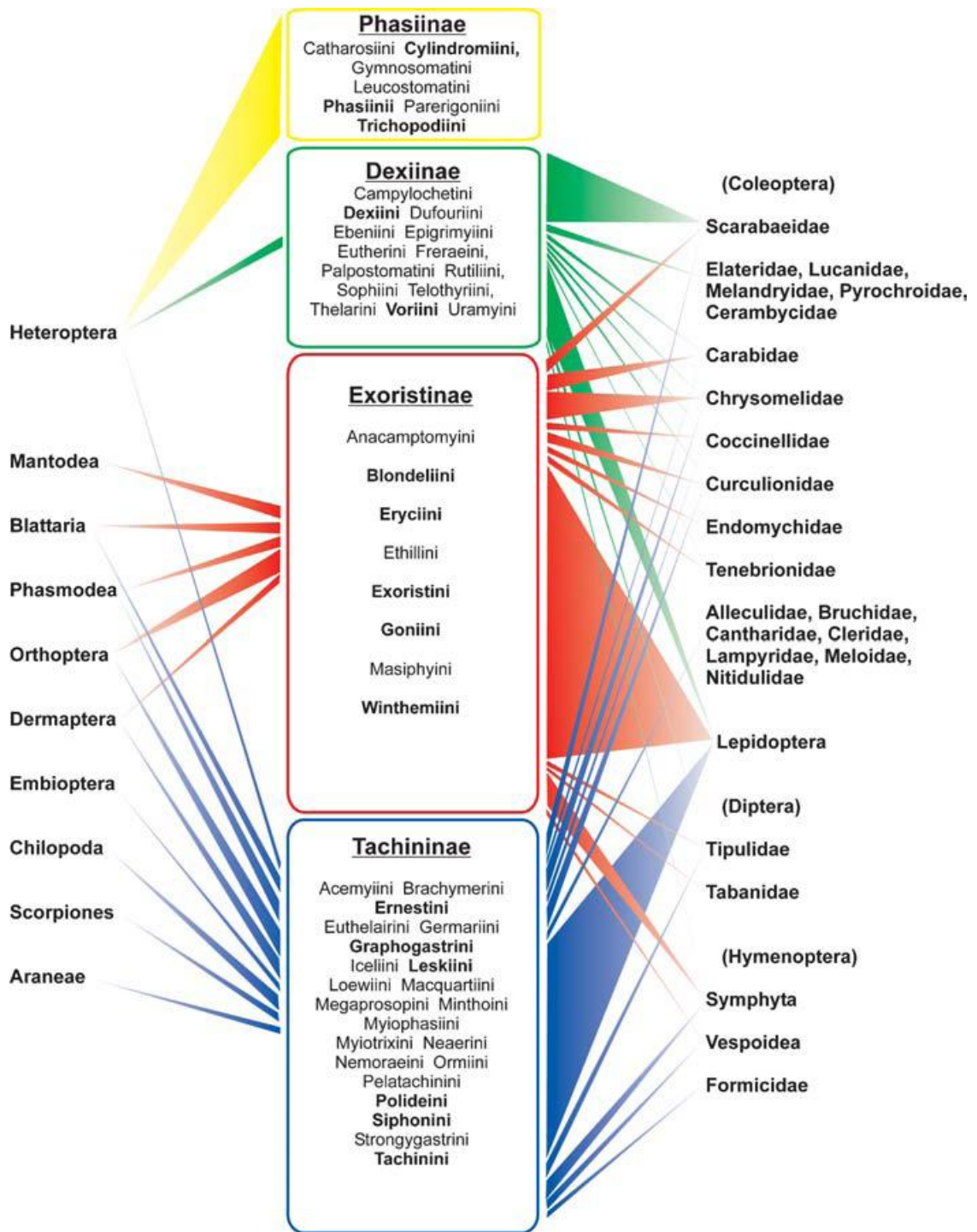


Figura 11. Asociación de las principales familias de Tachinidae y sus tribus incluidas.

Tomado de Stireman, o'Hara y Wood (2006).

En la figura 11, a la derecha están los grupos de hospederos Holometábolos; en la izquierda están todos los otros hospederos. En los cuadros se indican la diversidad de especies de las cuatro subfamilias (Tschorsnig y Richter, 1998). Los nombres remarcados de las Tribus indican las principales tribus en cada subfamilia (aproximadamente >30 especies). Lo ancho de las líneas de color, indican la proporción aproximada del uso de diferentes grupos de hospederos por cada subfamilia de taquínidos (Stireman *et al.*, 2006).

## **Entomopatógenos**

Son microorganismos parásitos que frecuentemente matan a su hospedero. Debido a su tamaño diminuto y a su rápida reproducción en el hospedero, los patógenos son más fáciles de reproducir masivamente que los parasitoides. Varios tipos de microorganismos han sido usados en el control biológico, como: bacterias, virus, hongos y protozoarios, además de los nematodos que atacan a artrópodos se consideran dentro de este grupo, el control microbial se considera como una subdivisión del control biológico (Rodríguez y Arredondo, 2007).

## **Hongos**

Las micosis (enfermedades causadas por hongos) son comunes y ampliamente distribuidas en poblaciones de insectos plaga; pueden regular o causar alta mortalidad en poblaciones de insectos hospederos mediante epizootias. Lezama (1993), evaluó la virulencia de *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, *Nomuraea rileyi*, *Paecilomyces fumosoroseus* y *P. javanicus* aislados de diferentes estados del país. Al respecto (Sánchez, 2000; Rios *et al.*, 2008) reportan a *Nomuraea rileyi*, actuando y causando epizootias de forma natural en el gusano cogollero *S. frugiperda*, en parcelas de maíz.



***Nomuraea rileyi* (Farlow) (Samson).**- Fue descrito en un principio como *Botrytis rileyi* (Farlow) y transferido al género *Spicaria* por Charles en 1936 (citado por Ignoffo, 1981), posteriormente las especies de *Spicaria* fueron ubicadas en *Paecilomyces*, sin embargo la presencia de la fiálide atípica de *Paecilomyces* y la coloración verde de su colonia permitieron que no fuese ubicada en ese género y se ubicó en el de *Penicillium*, sin embargo investigadores y científicos continuaron usando el nombre del antiguo género *Spicaria* y fue hasta 1974 que se reestructuró el género de *Nomuraea* cambiando de *Spicaria rileyi* a *Nomuraea rileyi* (Ignoffo, 1981).

### **Taxonomía**

Orden: Deuteromicetes

Clase: Hyphomycetes

Orden: Moniliales

Familia: Moniliaceae

Género: *Nomuraea*

Especie: *N. rileyi*

**Características.**- *N. rileyi* se encuentra distribuido en diferentes agroecosistemas y zonas geográficas en donde frecuentemente ocasiona epizootias naturales sobre *S. frugiperda* y otros lepidópteros de importancia económica como *Anticarsia gemmatalis* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), *Pseudoplusia includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae), *Trichoplusia ni* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)

y *Helicoverpa zea* (Lepidóptera: Noctuidae). Es así como este microorganismo se ha convertido en un excelente agente de control biológico con gran potencial para ser utilizado dentro de las estrategias de manejo integrado de plagas (León y Pulido, 1991). A pesar de este potencial como agente biocontrolador, no existe ningún bioplaguicida registrado a base de este microorganismo (Villamizar *et al.*, 2004).

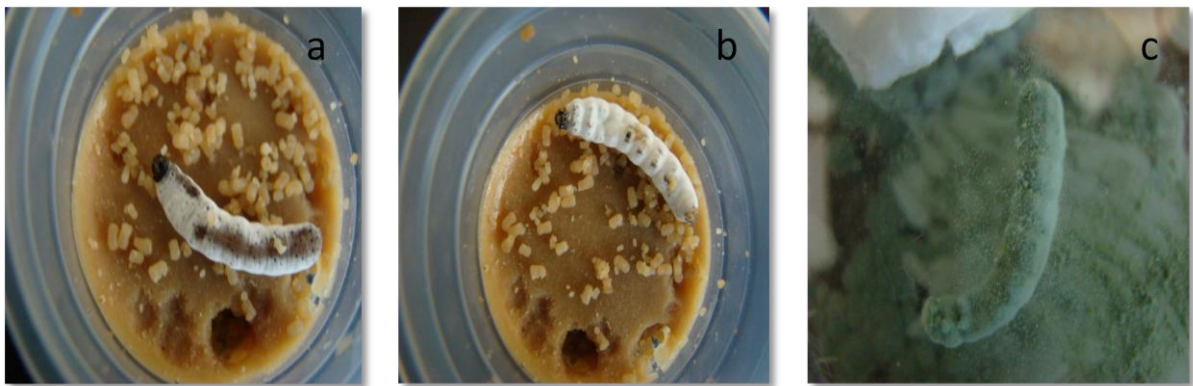


Figura 12. Larvas de *Spodoptera frugiperda* muertas por la acción de *Nomuraea rileyi*: a y b) desarrollo gradual de micelio del hongo con coloración blanquecina y c) larva con esporulación muy abundante.

***Beauveria bassiana* (Balsamo)(Vuilleimin).**- Dentro de los hongos entomopatógenos *B. bassiana* fue de los primeros en ser descritos desde 1935, denominándose “muscardina blanca” afectando al gusano de seda, desde entonces es uno de los agentes de control microbiológico de insectos más importantes. Balsamo en honor de Agostino Bassi de Lodi nombra al hongo *Botritis bassiana*, pero en 1912 Vuillemin, crea el género *Beauveria* y *bassiana* como especie tipo. En 1972 Hoog, menciona a dos especies, *B. bassiana* y *B. brongniartii* (=Tenella) que afectaban a diferentes grupos de insectos (Rosas, 2002). Las conidias de *B. bassiana* son, hialinas, de forma globosa a oval, conidióforos solos o agrupados en

masas irregulares. Las conidias de *B. brongniartii* son elípticas (Fargues *et al.*, 1974). La temperatura para su desarrollo óptimo es de 23-25 °C.

**Ubicación taxonómica de *Beauveria bassiana* (Vuill.)**- La clasificación de acuerdo a Alexopolus y Mims (1979), McCoy *et al.* (1988), y Samson (1988) es la siguiente:

Reino: Mycetae

División: Amostigomicotina

Subdivisión: Deuteromycotina

Clase: Deuteromycetes

Subclase: Hyphomycetes

Orden: Moniliales

Familia: Moniliaceae

Género: *Beauveria*

Especie: *B. bassiana*

**Características morfológicas.**- *B. bassiana* es un hongo imperfecto, con hifas septadas y estructuras reproductivas llamadas conidióforos, donde se encuentran las conidias (Tanada y Kaya, 1993), el micelio ramifica para formar los conidióforos simples e irregulares que terminan en vértices en forma de racimos, con la base globosa en forma de botella y en un adelgazamiento en forma de inserción

de las conidias que miden de 2 a 3  $\mu$ , con esterigmas curvados irregulares o dispuestos en zig-zag de color blanco cremoso (Rosas, 1994; DGSV, 1999) (Fig. 13).

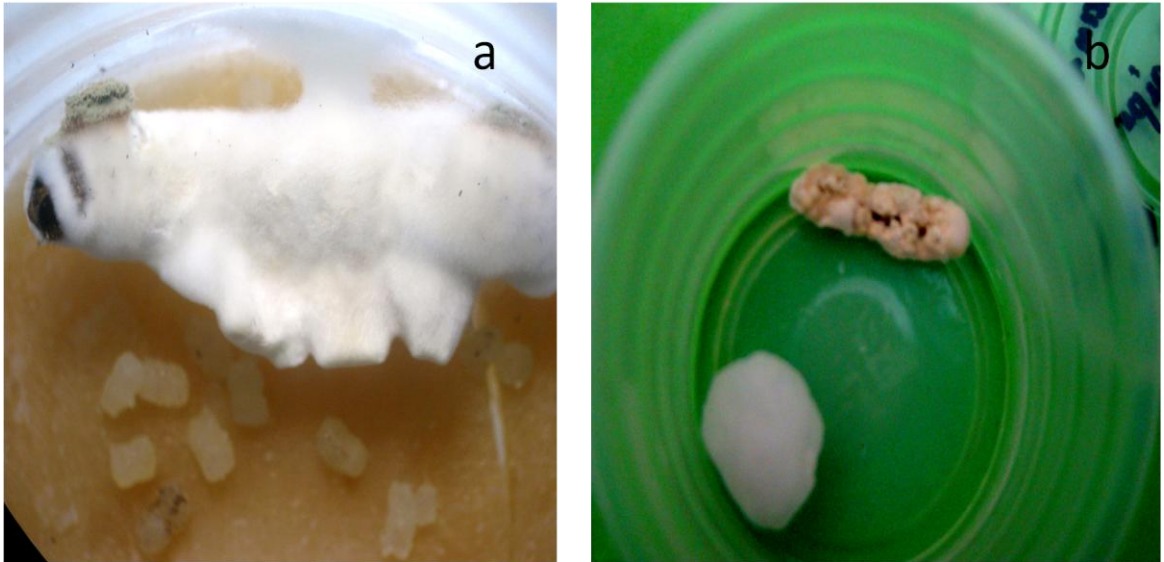


Figura 13. Larvas de *Spodoptera frugiperda* muertas por la acción de *B. bassiana*: a) y b) micelio blanquecino típico de *B. bassiana*.

## Bacterias

Las enfermedades infecciosas causadas por bacterias, llamadas bacteriosis, se presentan en todos los organismos, desde los más simples a los más complejos al igual que la mayoría de los patógenos de insectos, las bacterias entomopatógenas infectan al insecto vía oral; de las bacterias reportadas como entomopatógenas la más importante es *Bacillus thuringiensis*, ésta es la más conocida y extensamente utilizada como agente de control microbiano, con más del 90% del mercado de bioinsecticidas (Rodríguez y Arredondo, 2007).

***Bacillus thuringiensis.***- Esta no es solamente una bacteria sino el entomopatógeno más conocido, más estudiado y más extensamente utilizado como agente de control microbiano. *B. thuringiensis* (Bt) es una bacteria Gram positiva, aeróbica, que forma esporas subterminales, las células vegetativas tienen forma de bastón de 2 a 5 x 1  $\mu\text{m}$ , y presenta flagelos periféricos. Se divide por fisión binaria y frecuentemente se le encuentra creciendo en cadena. Es un microorganismo ubicuo del suelo, del cual se aísla con bastante frecuencia y presenta una distribución cosmopólita. La característica principal de Bt, es que, simultaneo a la formación de la espora, produce un cuerpo de naturaleza proteica denominado cristal o cuerpo parasporal (Ibarra *et al.*, 2000).

Bt requiere ser ingerido para que lleve a cabo su efecto patotóxico. La bacteria sin el cristal no tiene la capacidad de invadir a su hospedero. Al ingerirse el complejo espora-cristal, los cristales se disuelven en el mesenterón, debido a su contenido altamente alcalino. Una vez disuelta, las proteínas del cristal sufren proteólisis por las proteasas digestivas del insecto; sin embargo, su degradación no es completa, quedando intacta una proteína de aprox. 65 Kdal. Esta es la llamada delta-endotóxina (proteínas Cry), la cual adquiere una configuración tridimensional que le confiere gran especificidad para acoplarse a un componente glicoproteico de la membrana de las células epiteliales lo cual causa trastornos metabólicos. En consecuencia, la larva puede morir de inanición en 4 o 5 días. Por otro lado al disminuir el pH del contenido estomacal a causa de la delta-endotóxina, crea un ambiente favorable para la germinación de las esporas ingeridas junto con los cristales, iniciando la proliferación de las bacterias en el individuo paralizado, pudiendo sobrevenir la muerte por septicemia, o por la combinación del efecto tóxico. A pesar de que las larvas muertas contienen gran cantidad de esporas y cristales debido a que proliferan en los cadáveres, estas normalmente no representan focos de infección para otros individuos, ya que, desafortunadamente. BT posee una residualidad muy reducida en campo, debido principalmente al efecto degradador de

los rayos UV del sol. Además en el cadáver se presentan otras bacterias saprofitas que compiten con BT (Ibarra *et al.*, 2000).

Es uno de los medios biológicos más eficaces para el control de *S. frugiperda* al reducir los niveles poblacionales y de daño en las áreas tratadas con respecto al testigo. Por otra parte la mezcla de éste con lambdachialotrina a dosis muy bajas, se logran efectividades muy similares a aquellas del plaguicida químico por sí solo. Lo cual resulta en una disminución en las dosis de ambos productos y por tanto del efecto nocivo sobre el agroecosistema. En estudios realizados con relación a la adición de coadyuvantes al caldo, se pudo comprobar que no se obtiene un incremento de la efectividad del biopreparado en ninguno de los casos, puesto que el comportamiento poblacional de la plaga es muy similar en todas las variantes, incluyendo aquellas que no poseen el aditivo (Gardner y Fuxa, 1980; Lezama, 1993)

**Taxonomía.-** *B. thuringiensis* es una bacteria perteneciente a la familia Bacillaceae del género *Bacillus*, situado taxonómicamente dentro del grupo de bacilos Gram positivos formadores de una endoespora, dentro de especies con flagelación peritrica. *B. thuringiensis* está dentro del grupo I del género, que es donde se encuentran aquellas especies con espora elipsoidal que no provocan hinchamiento del perfil bacilar. La principal diferencia de *B. thuringiensis* con respecto a otros bacilos es la formación, durante la fase de esporulación, de uno o más cuerpos cristalinos de naturaleza proteica adyacentes a la espora, y algunos de estos cristales resultan tóxicos para algunas especies de insectos, con alta eficiencia y especificidad y bajo impacto sobre el medio ambiente. El cristal presenta una gran diversidad de formas dependiendo de la proteína que lo constituya, encontrándose cristales bipiramidales, cúbicos, romboidales, esféricos, rectangulares, triangulares e irregulares con tamaños variados (Iriarte y Caballero, 2001).

*B. thuringiensis* es habitante de muchos ambientes, y se han aislado cepas de suelo, insectos, polvo de productos almacenados, residuos, hojas y coníferas (Ibarra *et al.*, 2003).

## **Virus**

Los insecticidas microbianos en general, poseen un gran potencial para utilizarse como agente de control de plagas insectiles (Gallegos *et al.*, 2003). Las diferentes enfermedades causadas por virus se encuentran entre las infecciones de invertebrados más estudiadas. Actualmente se conocen más de 1,100 virus patógenos de invertebrados que afectan a un gran número de especies. Muchos de estos virus han sido clasificados en 15 familias y muchos otros aun no han sido clasificados. Algunas de estas Familias son la Baculoviridae, la Polidnaviridae y la Ascoviridae, las cuales incluyen virus especialmente de artrópodos y principalmente de insectos (Friesen y Miller citados por Villamizar *et al.*, 2008). Destacando la Familia Baculoviridae como la más ampliamente distribuida y estudiada.

**Familia Baculoviridae.-** Dentro de esta familia se han reconocido básicamente dos grupos: virus de la poliedrosis nuclear o *Nucleopolyhedrovirus* (NPV), y los virus de la granulosis o *Granulovirus* (GV). En los NPV existen dos subgrupos: los virus de la poliedrosis nuclear simple (NPVS), los cuales poseen una sola nucleocápsida por envoltura viral, y los virus de la poliedrosis nuclear múltiple (NPVM) los cuales pueden tener más de una nucleocápside por envoltura viral. La especie tipo para los primeros, es el NPV de *B. mori* (BmNPV), mientras que para los segundos es el NPV de *Autographa californica* (AcNPV). Los virus se replican en el núcleo celular y sus COs miden entre 1-15  $\mu\text{m}$  de diámetro (Ibarra y Del Rincón, 2000).

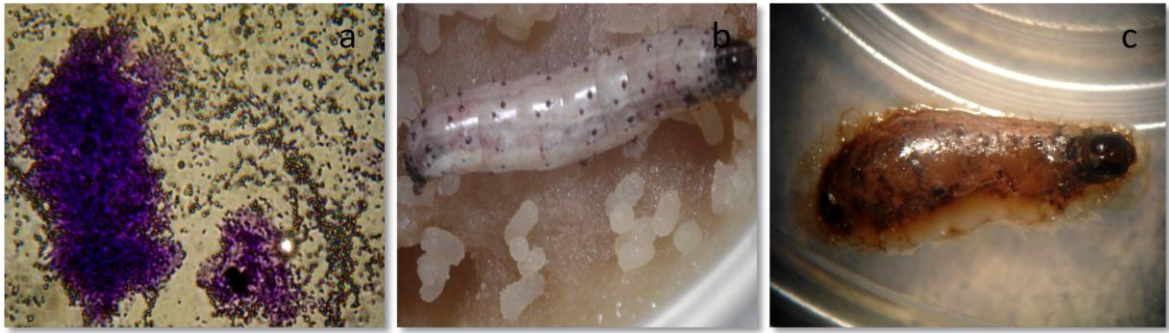


Figura 14. a) Cuerpos de oclusión del NPV en hemolinfa de larvas de *S. frugiperda* observados a 400x, b y c) larvas muertas por la acción de NPV.



## MATERIALES Y MÉTODOS

### Sitio Experimental

El estudio se llevo a cabo en parcelas experimentales del cultivo del maíz en diversos estados de desarrollo y crecimiento antes de floración, localizadas en el campo experimental “El Bajío” de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizado a 25° 23' N, 101 ° 00 W, con una altitud de 1743 msnm. Las plantas fueron muestreadas continuamente cada semana durante los meses de julio a septiembre del 2009, para la búsqueda de enemigos naturales del gusano cogollero.

### Muestreos de larvas e identificación de parasitoides de *S. frugiperda*

Se realizaron 12 muestreos de larvas de *S. frugiperda* durante los meses de julio a septiembre del 2009, en maizales infestados con el gusano cogollero. En cada muestreo se recolectaron 100 larvas al azar de los tres primeros estadios, las cuales fueron colocadas en vasos de plástico de una onza (Envases Cuevas S.A. de C.V.) que contenían dieta artificial (Sonthand Products Incorporated) y fueron incubadas en una cámara bioclimática a  $25\pm 2$  °C con un fotoperiodo 12:12 (L:0) y 50-60 % de humedad relativa, manteniéndose en observación para la obtención de parasitoides, o bien su desarrollo hasta adulto. Los parasitoides fueron recuperados, etiquetados y conservados en alcohol al 70 % para su posterior montaje y determinación taxonómica mediante clave taxonómicas de (Werner (1973); Gibson *et al.* 1997); Triplehorn y Johnson (2005). La confirmación e indentificación de los especímenes fue hecha por el Dr. Alejandro González Hernández (Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de Nuevo. León, en San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México).

## Recuperación de Entomopatógenos

Para la recuperación de entomopatógenos, las larvas recolectadas de campo con micosis externa o en cultivo en dieta artificial del insecto, fueron colocadas en recipientes de plástico estériles que contenían algodón húmedo estéril, para crecimiento y desarrollo del entomopatógenos, los hongos encontrados, fueron cultivados y purificados en medio artificial a base de papa sacarosa agar (*Beauveria bassiana*) suplementado con licor de maíz y V8 Agar para *Nomuraea rileyi*, a un pH de 6.0. Los entomopatógenos recuperados y purificados fueron identificados de acuerdo a sus características microscópicas y macroscópicas para lo cual, de larvas infectadas se tomaron muestras y se realizaron montajes semipermanentes en lactofenol con porta y cubreobjetos siendo observados al microscopio a 400X (Ignoffo, 1981; Barnett, 1986), para la caracterización microscópica de micelio y estructuras características de reproducción vegetativa.

Las larvas con síntomas de infección viral tales como apariencia lechosa, o negruzca y baja movilidad fueron procesadas una vez muertas. Las muestras del líquido septicémico de las larvas, se colocaron en un portaobjetos conteniendo una gota del colorante de Giemsa al 0.4% (Muñoz *et al.*, 2001), posteriormente se colocó el cubreobjeto para observarse al microscopio de contraste de fases a 400X–1200X para confirmar la presencia poliedros característicos de Baculoviridae.

El porcentaje de parasitismo fue calculado con base en (el total de larvas de *S. frugiperda* positivas para parasitoides/ sobre el total de larvas de *S. frugiperda* colectadas)\*100 y, la tasa de parasitismo fue estimada usando la siguiente fórmula:

$$TP = N_{pi} / N_t \times 100 \text{ (Pair et al., 1986)}$$

Donde: el numerador  $N_{pi}$ , es el número de individuos parasitados de la especie  $i$ ; y el denominador  $N_t$  es el total de los individuos colectados.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En 12 muestreos realizados en la parcela experimental “El Bajío” del 08 de julio al 25 de septiembre de 2009, se recolectaron 1200 larvas de *S. frugiperda*, de las cuales 326 (43.83%) fueron muertas por enemigos naturales como Hymenoptera (Ichneumonidae, Braconidae, Eulophidae) y Díptera (Tachinidae), así como por entomopatógenos (Nucleopoliedrovirus, *N. rileyi* y *B. bassiana*), 68 (5.7%) murieron por causas no determinadas y el resto de las larvas (674)(56.16%) llegó a la etapa adulta (Cuadro 1). Con respecto a los parasitoides se presentó mortalidad de las larvas (132) antes de que emergieran como adultos, lo que representa el 11% del total obtenido; por tal motivo estos parasitoides no fueron identificados y no se supo a que especie pertenecían. Cortez *et al.* (2008), refiere en su estudio que un alto porcentaje de larvas muertas (62.8%) por causas desconocidas y 13.8% que llegaron a la etapa adulta.

Se encontró una tasa de parasitismo total de 35.25%. El porcentaje más alto de parasitismo parcial se registró en el muestreo del 12 de agosto con 69% y el más bajo en el primer muestreo con un 6% (08 de julio) (Cuadro 1). Cortez *et al.* (2008) y Armenta *et al.* (2008), reportan un rango de parasitismo de 23.3% y 32.2% para Sinaloa y Sonora, México, respectivamente

Cuadro 1. Porcentaje de parasitismo de enemigos naturales de larvas de *Spodoptera frugiperda* encontradas en maíces criollos durante doce fechas de muestreo en Buenavista, Saltillo, Coahuila, 2009.

Fecha	Total de larvas colectadas	Larvas parasitadas	Parasitoides emergidos	% de parasitismo por fecha	Entomopatógenos			Muerte por causa desconocida
					NPV	<i>N. rileyi</i>	<i>B. bassiana</i>	
08-jul	100	6	6	6	1	0	0	0
15-jul	100	33	18	33	4	0	0	8
22-jul	100	29	18	29	3	0	0	12
29-jul	100	56	43	56	0	0	0	13
05-ago	100	51	26	51	4	0	0	11
12-ago	100	69	29	69	2	2	0	5
19-ago	100	35	30	35	2	0	0	2
26-ago	100	32	28	32	1	1	0	0
02-sep	100	24	19	24	1	0	1	2
09-sep	100	31	30	31	0	0	0	0
16-sep	100	30	21	30	3	5	1	13
25-sep	100	27	23	27	3	1	0	2
<b>Total</b>	<b>1200</b>	<b>423</b>	<b>291</b>	<b>35.25</b>	<b>24</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>68</b>

NPV: Nucleopoliedrovirus

## Especies de parasitoides y Porcentaje de parasitismo

En relación a los parasitoides, la Familia más abundante de Hymenoptera fue Braconidae con 261 especímenes (21.75 % de parasitismo total), de los cuales 257 son del género *Chelonus insularis*. (21.42 %). Al respecto Ashley (1986) y Andrews (1988) reportan a *Chelonus insularis* en Norteamérica mostrando un 63 % del parasitismo en el sur de Florida, y Molina-Ochoa *et al.* (2004), reportan un porcentaje similar de parasitismo de esta especie (45.3 %) (Cuadro 2). Sin embargo en otros estudios Cortez-Mondaca (2008) y Molina-Ochoa (2001), reportan bajo parasitismo de esta especie en Colima (2.3%) y Sinaloa, México (5.0%), para *Ch. sonorensis*, Armenta-Cárdenas (2008) registro un 7.3% de parasitismo sobre larvas de *S. frugiperda* en Sonora, México. Para *Ch. cautus*, Ruiz-Nájera *et al.* (2007) y Cruz-Sosa *et al.* (2007), reportan bajos niveles de parasitismo similares a los encontrados en nuestro estudio.

La Familia Ichneumonidae causo bajos niveles de parasitismo (1.17%), estos datos son similares a los de Molina-Ochoa *et al.*, (2001), Murúa *et al.* (2006), reportando un 1.3 %. *Pristomerus* sp. Presento un bajo nivel de parasitismo (0.42%), el cual fue similar al 0.24% reportado por Ruiz-Nájera *et al.* (2007), y al 2.0% encontrado por Cortez-Mondaca *et al.* (2008) en Chiapas y Sinaloa, México respectivamente (Cuadro 2). La Familia Eulophidae representó el 0.42%. *Euplectrus plathyphenae* (Eulophidae) por abajo del porcentaje de parasitismo de esta Familia en el estado de Yucatán (6.32) (Delfín-Gonzales *et al.*, 2007; Ruiz-Nájera *et al.* 2007) (Cuadro 2).

Las especies de Tachinidae juegan un rol importante con niveles de parasitismo del cogollero del maíz (0.92 %), esto ha sido enfatizado por Molina-Ochoa *et al.* (2004), para México. Sin embargo Ashley (1986), menciona que es característico de este insecto (gusano cogollero) un porcentaje de parasitismo por

taquínidos bajo. *Archytas marmoratus* por su parte, se encontró atacando a larvas de *S. frugiperda* con un nivel de parasitismo de 0.92 % (Fig. 2a, c). Éste taquínido ha sido reportado atacando a *S. frugiperda* en muchas áreas en Latinoamérica. Pair *et al.* (1986), reportaron a *A. marmoratus* como el principal parasitoide que ataca a *S. frugiperda* en el Sureste de los EUA y Noreste de México (Ruiz-Nájera *et al.* 2007). Al respecto, Ruiz-Nájera *et al.* (2007) y Murúa *et al.* (2006), reportaron un 3.04 y 5.7 % de parasitismo hacia *S. frugiperda* por *Archytas* spp. en Chiapas, México y en el Sureste de Argentina, respectivamente.

El porcentaje de mortalidad ocasionada por los entomopatógenos nucleopoliedrovirus (MNPV), *N. rileyi* y *B. bassiana* fue de 2.0, 0.75 y 0.08 % respectivamente (Cuadro 2). Dichos entomopatógenos ya han sido reportados como controladores biológicos de forma natural para la Región (Sánchez-Peña, 2003, Ríos-Velasco *et al.*, 2008 y 2009).

Cuadro 2. Enemigos naturales identificados de larvas de *Spodoptera frugiperda* encontradas en maíces criollos en Buenavista, Saltillo, Coahuila, 2009.

Enemigos naturales	Julio				Agosto				Septiembre				Total	% Parasitismo
	8	15	22	29	5	12	19	26	2	9	16	25		
<b>Hymenoptera</b>														
Braconidae														
<i>Chelonus insularis</i>	0	8	7	39	17	26	19	13	38	29	26	35	257	21.42
<i>Chelonus cautus</i>	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3	0.25
<i>Chelonus sonorensis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.08
Ichneumonidae														
<i>Campoletis sonorensis</i>	0	0	0	1	0	3	0	0	5	0	0	0	9	0.75
<i>Pristomerus</i> sp.	0	1	0	0	0	2	0	0	1	0	0	1	5	0.42
Eulophidae														
<i>Euplectrus plathyphenae</i>	0	0	2	0	0	0	1	0	0	2	0	0	5	0.42
<b>Díptera</b>														
Tachinidae														
<i>Archytas</i> sp.	0	5	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0.92
<b>Entomopatógenos</b>														
<i>Nomuraea rileyi</i>	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	5	1	9	0.75
<i>Beauveria bassiana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0.16
NPV	1	4	3	0	4	2	2	1	1	0	3	3	24	2.0
<b>Total</b>	3	18	18	40	21	35	22	15	46	31	34	40	326	27.17

NPV = Nucleopoliedrovirus; \*Porcentaje sin tomar en cuenta el 11% de los parasitoides que no emergieron y que no fueron identificados del Cuadro 1, sumando ese porcentaje alcanza un 38.1% de parasitismo total.

Los resultados obtenidos en este estudio destacan la participación de diversos parasitoides y entomopatógenos en la regulación poblacional del cogollero del maíz de manera natural en maíces criollos en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

De todos los agentes de control biológico que se encontraron en la área de Buenavista, Coahuila., el parasitoide más frecuente que es, con mucho el más importante fue *Ch. insularis* con un 21.4 % de parasitismo sobre *S. frugiperda*. En entomopatógenos el agente de control biológico que se observó con mayor frecuencia y que tiene gran relevancia es el Nucleopoliedrovirus múltiple de *Spodoptera frugiperda* (SfMNPV) con un 2.0% de parasitismo total.

A diferencia del reporte de Sánchez (2003), sobre entomopatógenos presentes en el área de Buenavista, los nucleopoliedrovirus de este insecto no fueron encontrados en el gusano cogollero, sin embargo los encuentra en el gusano falso medidor de la col *Trichoplusia ni*. A si mismo Sánchez (2003), reporta la presencia del nematodo *Steinernema* spp., atacando a *Spodoptera frugiperda*, lo cual en el presente estudio no se presentó, debiendo esto factiblemente a consecuencia de las bajas precipitaciones pluviales y consecuente baja humedad relativa que ocurrieron durante la temporal de lluvia de junio a septiembre del 2009, en el área de estudio, lo cual redujo la presencia y la diversidad de agentes naturales de control biológico, contrario a lo que ocurre cuando las condiciones son favorables para el desarrollo de entomopatógenos, tal y como ocurrió con *Nomuraea rileyi*, en el mismo lugar que durante los años 2006, 2007 y 2008 (Rios *et al.* 2010), ocurrió como epizootia natural, siendo característico de este hongo que con la presencia de altas humedades relativas (HR) y fuertes infestaciones del insecto favorecen el desarrollo y su presencia.

Se requiere hacer referencia a las posibles causas en la baja incidencia de hongos entomopatógenos y se deduce que pudo ser debido a la muy baja humedad



relativa causada por la atípica escasez en la precipitación para la temporada de lluvias de la zona (Figura 15), que precisamente fue cuando se realizaron los muestreos de larvas.

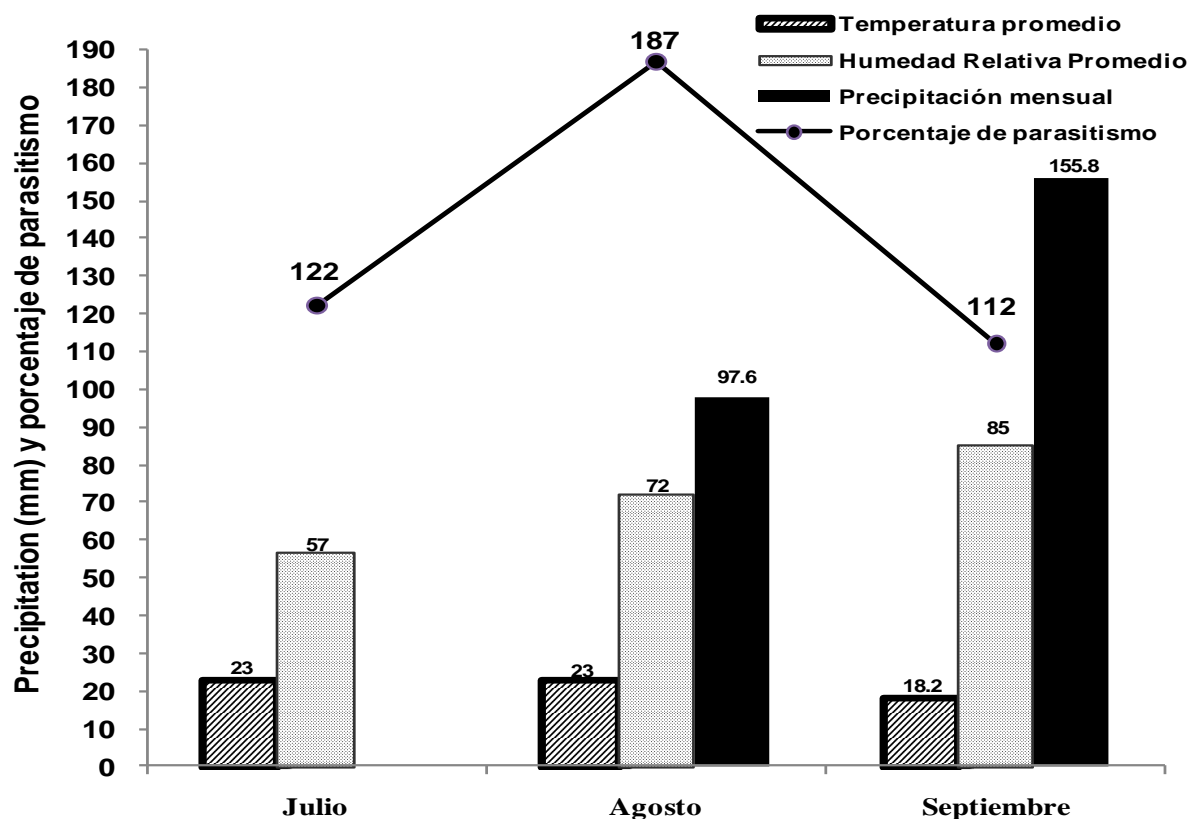


Figura 15. Correlación del % de parasitismo con los datos meteorológicos del año 2009 del Sitio experimental “El Bajío” de Buenavista, Saltillo, Coah., México.

Se recomienda seguir evaluando principalmente la incidencia de entomopatógenos, pues las condiciones de sequía del año 2009 no fueron las mejores para el desarrollo de hongos entomopatógenos y se esperaría que en un año más húmedo su efecto sobre *S. frugiperda* fuera más marcado.

## CONCLUSIONES

En el campo experimental “El Bajío” de la UAAAN, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, se evaluó la presencia de parasitoides y entomopatógenos afectando a cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda*. Los parasitoides que se encontraron fueron principalmente himenópteros y dípteros. Los himenópteros encontrados fueron *Campoletis sonorensis* y *Pristomerus spinator* de Familia Ichneumonidae, mientras que de la Familia Braconidae se encontró a *Chelonus insularis*, *Ch. cautus* y *Ch. sonorensis* y de la Familia Eulophidae a la especie *Euplectrus plathyphenae*. En los dípteros se reporta también la presencia de la Familia Tachinidae con la especie *Archytas marmoratus*.

En lo que se refiere a entomopatógenos se encontraron los hongos *Nomuraea rileyi* y *Beauveria bassiana*, además del Nucleopoliedrovirus de *Spodoptera frugiperda* (SfMNPV) atacando a larvas en diferentes estadios larvales.

De las especies parasíticas encontradas atacando a *S. frugiperda*, la más importante fue el bracónido *Ch. insularis* con el mayor porcentaje de parasitismo del total de larvas recolectadas.

## LITERATURA CITADA

- Alexopoulos, C. J. y Mims C. W. 1979. *Intruductory Mycology*. 3<sup>a</sup> Ed. John Wiley y Sons. New York. 32 p.
- Andrews, K. L. 1988. Latin American research on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Florida Entomologist*. 71: 630-653.
- Andrews, K. L. y J. R. Quezada. 1989. Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: Estado actual y futuro. Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. Pp. 663.
- Aponte, O. y F. Morillo. 1987. Problemática entomológica del maíz en el estado Portugués. IX Curso de entomología general y manejo integrado de plagas. [En línea]. Citado en marzo del 2010.  
<http://www.plagasagricolas.info.ve/fichas/ficha.php?hospedero=316&plaga=173>.
- Armenta-Cárdenas, I., Cortez, M. E., Colín, A. M. M., Pérez, M. J., y Bahena, J. F. 2008. Reporte preliminar de parasitoides asociados a gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith en el sur de Sonora, México, pp. 80-83. En Memorias del XXXI Congreso Nacional de Control Biológico. Soc. Mex. Control Biológico Noviembre 17-21, 2008. Zacatecas, Zacatecas, México.
- Ashley, T. R. 1986. Geographical distributions and parasitization levels for parasitoids of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *Florida Entomologist*. 69:516-524.
- Blahutiak A. 1970. Influencia de la temperatura en el desarrollo de *Lephygma frugiperda*. Serie poeyana. INISAV, La Habana Cuba. 77 p.
- Borror D. J., D. M. De Long y C. A. Tripehorm. 1989. An introduction to the Study of the insects. Sanders College . Pub. Filadelfia. 826 p.
- Capinera, J. L. 1999. Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae). EENY-098, University of Florida IFAS Extension, Pp. 6.

- Carnevalli, P. C., y J. L. Florcovski. 1995. Efeito de diferentes fontes de nitrogênio em milho (*Zea mays* L.) sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797). *Ecossistema*. 20: 41-49.
- Castillejos, V., Trujillo J., Ortega, L. D., Santizo, J. A., Cisneros, J., Penagos D. I., Valle J. y Williams T. 2002. Granular phagoestimulant nucleopolyhedrovirus formulations for control of *Spodoptera frugiperda* in maize. *Biological Control*. 24:300-310.
- CESAVEG, 2008. Campaña "Manejo Fitosanitario del Maíz". [En línea] citado en marzo de 2010.  
[http://www.cesaveg.org.mx/html/folletos/folletos\\_08/folleto\\_maiz\\_08.pdf](http://www.cesaveg.org.mx/html/folletos/folletos_08/folleto_maiz_08.pdf)
- Chávez, A. 1990. Distribución espacial del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidóptera: Noctuidae). *Revista de la Facultad de Agronomía de Maracay*. 26: 93-99.
- Cisneros, J. Pérez J. A., Penagos, D. I., Ruiz, V. J., Goulson D., Caballero, P. Cave, R. D. y Williams T. 2002. Formulation of a Nucleopolyhedrovirus with boric acid for control of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Maize. *Biological Control*. 23:87-95.
- Christopher, R. D., R. Paliwal. L., y R. Cantrell. P. 1996. *Maize in the Third World*. Editorial Westview Press a Division of Harper Collins Publisher. Colorado. U.S.A. Pp. 17-18.
- Colomo, M. V. y Valverde, L. (s/a). Descripción del huevo y estadios larvales de *Chelonus insularis* (Hym.: Braconidae) parasitoide de *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae). [En línea] citado en abril del 2010.  
[http://www.inta.gov.ar/bariloche/info/documentos/forestal/insectos/rap/doc/compaginados/evolucion%20e%20historias/colomo\\_valverde\\_evo.pdf](http://www.inta.gov.ar/bariloche/info/documentos/forestal/insectos/rap/doc/compaginados/evolucion%20e%20historias/colomo_valverde_evo.pdf)
- Cortez-Mondaca, E., Fierro, C. J. M., Bahena, J. F., Machado, T. E. J., y Reyes, R. M. A. 2008. Reporte preliminar de parasitoides de gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith en maíz, en Sinaloa, México, pp. 76-80. En *Memorias del XXXI Congreso Nacional de Control Biológico*. Soc. Mex. Contr. Biol. Noviembre 17-21, 2008. Zacatecas, Zacatecas, México.

- Cruz-Sosa, E., Martínez, L. M., Jarquín, R. L., y Pérez, N. P. 2007. Parasitismo del gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae), en Oaxaca, México, pp. 70-73. En Memorias del XXX Congreso Nacional de Control Biológico- Simposio del IOBC. Soc. Mex. Control Biológico. Noviembre 2007. Mérida, Yucatán.
- Dahlman, D. L., y S. B. Vinson. 1977. Effect of calyx fluid from an insect parasitoid on host hemolymph dry weight and trehalose content. *Journal of Invertebrate Pathology*. 29:227-229.
- Delfín-González H., Bojórquez-Acevedo M. y Manrique-Saide P. 2007. Parasitoids of fall armyworm (Lepidoptera:Noctuidae) from a traditional maize crop in the Mexican State of Yucatan. *Florida Entomologist* 90:759-761.
- Díaz, P. A. 1954. El maíz cultivo-fertilización cosecha. 1<sup>ra</sup> ed. Editorial Bartolomé Trucco. México D.F. Pp. 19-26.
- DGSV. 1999. Uso de *Beauveria bassiana* como insecticida microbial. Dirección General de Sanidad Vegetal. Centro Nacional de Referencia de Control Biológico y Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. Ficha Técnica. CB-03.
- Domínguez J. I., Cázares C. LL. y Hernández R. N. 2000. *Pristomerus spinator* Fabricius (Hymenoptera: Ichneumonidae), un parasitoide de la palomilla de la papa. *Agrociencia*. 34 (5):611-617.
- Fargues, J., T. Duriez y R. Popeye. 1974. Analyze serologique de deuz champignoz entomopathogens *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill et *Beuaveria tenella* (Delacr). *Siem. C.R. Academic Science*. Pp. 278-290.
- Fernández R. 1991. Plagas de gramíneas. En: Guía de Protección Vegetal. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela. Pp. 155-171.
- Gardner, W. A. y J. R. Fuxa. 1980. Pathogens for the suppression of the fall armyworm. *Florida Entomologist*. 63: 439-447.
- Gallegos M., G., M. Cepeda S. y Olayo P. R. P. 2003. Entomopatógenos. Ed. Trillas. 148 p.

- Gibson G. A. P., J. T. Huber y J. B. Wolley. 1997. Annotated keys to genera of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera). National Research Council of Canada. Canada. 793 p.
- González H. A. 2008. Principales familias de Hymenóptera Parasítica. En: Avelar, J. J., M. P. España y J. Lozano (Eds.). Memoria. XIX Curso Nacional de control biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico. Pp. 54 y 72.
- Goulet H. y T. Huber. 1993. Hymenoptera of the world. An identification guide to families. Research Branch Agriculture Canada. Publication 1894-A. Canada. 668 p.
- Guillot, F. S., y S. B. Vinson. 1972. Sources of substances which elicit a behavioral response from the insect parasitoid, *Campoletis perdinctus*. Nature (London). 235:169-170.
- Hajek A. 2004. Natural Enemies, An introducing to biological control. Cambridge University Press. New york, USA. Pp. 19 y 20.
- Hernández-Mendoza J.L., López-Barbosa E.C., Garza-González E. y Mayek Pérez N. 2008. Spatial distribution of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera:Noctuidae) in maize landraces grown in Colima, Mexico. 2-4 Pp.
- Hruska, A. J., y C. Gladstone. 1987. El costo del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* en el maíz. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Managua, Nicaragua. 25 p.
- Hruska, A. J., y Gould, F. 1997. Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) and *Diatraea lineolata* (Lepidoptera: Pyralidae): Impact of larval population level and temporal occurrence on maize yield in Nicaragua. Journal of Economic Entomology 90:611-622.
- Huffaker, C. B. y P. S. Messenger. 1976. Theory and practice of biological control. Academic Press, New York. 788 p.
- Ibarra J. E. y J. E. López. 2000. Bacterias entomopatógenas. En: Badii, M. H., E. Flores y L. J. Galan, (Eds.). Fundamentos y perspectivas del control biológico. Universidad Autónoma de Nuevo León. Pp. 281-295.

- Ibarra J. E. y M. C. del Rincón. 2000. Virus entomopatógenos. En: Badii, M. H., E. Flores y L. J. Galan, (Eds.). Fundamentos y perspectivas del control biológico. Universidad Autónoma de Nuevo León. Pp. 339-353.
- Ignoffo, C. M. 1981. The fungus *Nomuraea rileyi*. En: Microbial control of pests and plant Diseases, 1970-1980. Burges, H. D. (Ed.), Academic Press, London, New York, Pp. 523-538.
- Iriarte, J. y P. Caballero. 2001. Biología y Ecología de *Bacillus thuringiensis*. En: Caballero, P. Ferre J. (Eds). Bioinsecticidas: Fundamentos y aplicaciones de *Bacillus thuringiensis* en el Control Integrado de Plagas. PHITOMA-España, Navarra, España. Pp. 15-44.
- Jassic, J. y Reines, M. 1974. Estudio experimental de la influencia de la temperatura en la palomilla del maíz. Ciencias 44: 1-19.
- Kilgore, W. W. y R. Duott. L. 1967. Pest control biological, physical, and selected chemical methods. Ed. Academic Press. New York, San Francisco, London, U.S.A. 297 p.
- Krell P. J., M. D. Summers y S. B. Vinson. 1982. Virus with a Multipartite Superhelical DNA Genome from the Ichneumonid Parasitoid *Campoletis sonorensis*. Journal of Virlogy. 43: 859-870.
- Kumul, D., E. 1983. Busqueda de plantas silvestres del estado de Veracruz con propiedades tóxicas contra gusano cogollero en maíz *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) y mosquito casero *Culex quinquefasciatus* Say. Tesis profesional, Parasitología Agrícola, UACH. Chapingo, México. 76 p.
- León, M. y J. L. Pulido. 1991. Importancia del control natural del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). Memorias. Seminario *Spodoptera frugiperda* (El Gusano Cogollero) en sorgo, maíz y en otros cultivos. Revista Colombiana de Entomología. Pp. 78-82.
- Lesur, I. 2005. Manual del cultivo del maíz: una guía paso a paso. 1<sup>ra</sup> ed. Editorial Trillas. México D.F. Pp. 17-19.
- Lezama, G. R. 1993. Patogenicidad de hongos (Hyphomycetes) y del nematodo entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar sobre *S. frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidóptera: Noctuidae). Tesis de doctorado en ciencias.

- Universidad de Colima. Facultad de ciencias biológicas y agropecuarias. Colima, México. Pp. 82.
- Luginbill, P. 1928. The fall armyworm. USDA. Tech. Bull. 34: 92 p.
- Martínez, M. R. y López. J. 2009. Hymenópteros parasitoides y depredadores en cultivos de maíz-frijol en valles centrales de Oaxaca, México. Memorias. Sociedad Mexicana de Entomología. 437 p.
- McCoy, C. W., Samson R. A. y Boucias D. G. 1988. Entomopathogenous fungi. En: C. M. Ignoffo. (Ed.) CRC Handbook of Natural Pesticides. Part V Microbial insecticides an entomopathogenous, protozoa and fungi. CRC, Press. Inc. Boca Raton, Florida. Pp. 151-236.
- McGregor, R. y O. Gutierréz. 1983. Guia de insectos nocivos para la agricultura en México. Ed. Alhambra, México, D.F. Pp. 166.
- Metcalf, C. L. y W. P. Flint. 1965. Insectos destructivos e insectos útiles sus costumbres y su control. 1<sup>ra</sup> ed. Editorial McGraw-Hill Book Company, Inc. México D. F. 530 p.
- Molina- Ochoa, J., J. J. Hamm, R. Lezama-Gutiérrez, M. López-Edwards, M. González-Ramírez y A. Pescador-Rubio. 2001. A survey of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) parasitoids in the Mexican states of Michoacán, Colima, Jalisco, and Tamaulipas. Florida Entomologist. 84:31-36.
- Molina-Ochoa, J., J. E. Carpenter, E. A. Heinrichs y J. E. Foster. 2003. Parasitoids and parasites of *Spodoptera frugiperda* (Lepidóptera: Noctuidae) in the Americas and Caribbean basin: an inventory. Florida Entomologist. 86, (3). 254.
- Molina-Ochoa, J., J. E. Carpenter, R. Lezama-Gutiérrez, J. E. Foster, M. González-Ramírez, C. A. Ángel-Sahagún y J. Farías-Larios. 2004. Natural distribution of hymenopteran parasitoids of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae in México. Florida Entomologist. 87: 461-472.
- Molinari, A.M. y D. S Avalos. 1991. Taquínidos parasitoides de plagas del cultivo de soja, relevados en la EEA Oliveros, Santa Fe. INTA EEA Oliveros. Publicación para el 2° Curso Nacional de CIP de la Soja. Pp. 1-3.



- Murúa G, Molina-Ochoa y J, Coviella C. 2006. Population dynamics of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and its hymenopteran parasitoids in Northwestern Argentina. Florida Entomologist 89: 175-182.
- Nagoshi. R. N. y Meagher R. L. 2008. Review of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) genetic complexity and migration. Florida Entomologist. 41: 546-554.
- Norton, W. N., y S. B. Vinson. 1977. Encapsulation of a parasitoid egg within its habitual host: an ultrastructural investigation. Journal of Invertebrate Pathology. 30:55-67.
- Pair, S. D., Raulston, J. R., Sparks, A. N. y Martin P. B. 1986. Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) parasitoids: differential spring distribution and incidence on corn and sorghum in the Southern United States and Northeastern México. Environmental Entomologist. 15: 342-348.
- Piedra, F. 1974. Effect of different forage diets on the biology of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Revista Cubana de Ciencias Agrícolas. Ed. English. 8: 99-103.
- Rios-Velasco C., G. Gallegos-Morales y M. Cepeda-Siller. 2009. Caracterización biológica de un aislado del virus de la poliedrosis nuclear de *Spodoptera frugiperda* en Buenavista, Saltillo, Coahuila. En: Soc. Mex. De Entomología. Memorias del XLIV Congreso Nacional de Entomología. Los Cabos, Baja California Sur, México. Pp. 397-401.
- Rios-Velasco C., Cerna-Chávez E., Sánchez-Peña Sergio y Gallegos-Morales G. 2010. Natural epizootic of the entomopathogenic fungus *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson infecting *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Coahuila México. The Journal of Research on the Lepidoptera. 43: 7-8
- Rios-Velasco C., G. Gallegos-Morales, M. Cepeda-Siller, S.R. Sánchez-Peña y E. Cerna-Chávez. 2008. Presencia natural de *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson infectando al gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda*, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. En: Sociedad Mexicana de Control

- Biologico. Memorias del XXXI Congreso Nacional de Control Biológico. Pp. 392-394. Zacatecas, Zacatecas, México.
- Rodríguez, Del B. L. A. y H. C. Arredondo, B. 2007. Teoría y aplicación del control biológico. 1<sup>ra</sup> ed. Editorial. Sociedad Mexicana de Control Biológico, A. C. Pp. 12, 62, 128, 146, 151.
- Rosas, A. S. L. 2002. Hongos entomopatógenos. Memorias, I Curso Internacional de Patología de Insectos. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. Cap. 5. 49 p.
- Rosas, S. G. 1994. Sensibilidad y rapidez de mortalidad de *Oeobalus mexicana* (Sailer) en cuatro estados biológicos, con 11 aislamientos de *Beauveria bassiana* (Bals). Vuill. (Hyphomycetes: Moniliales). Tesis de Licenciatura. Universidad de Guanajuato. Pp. 3-13.
- Rodríguez, M., R. y C. de León. 2008. El cultivo del maíz. Temas selectos. 1<sup>ra</sup> ed. Editorial Colegio de Posgraduados, Mundi-Prensa México. Pp. 29-45.
- Ruíz-Nájera, R. E., Molina-O. J., Carpenter, J. E., Espinosa, M. J. A., Ruíz, N. J. A., Lezama, G. R. y Foster, J. E. 2007. Survey for hymenopteran and dipteran parasitoids of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) in Chiapas, México. *Journal Agricultural Urban Entomologist*. 24(1): 35–42
- Ryder, W. D. y Pulgar, N. 1968. Apuntes sobre parasitismo de la palomilla del maíz *Spodoptera frugiperda*. *Revista Cubana Ciencias Agrícolas* 3: 271-76.
- SAGAR. 1999. Sistema de producción de gusano cogollero (Lepidóptera: Noctuidae) y su parasitoide *Chelonus insularis* (Hymenóptera: Braconidae). Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Centro Nacional de Referencia de Control Biológico. CB-17. Tecomán, Colima, México. 1 p.
- Samson, R. A. 1988. Identification: Entomopathogenic Deuteromycetes. Academic Press. Pp. 194-222.
- Sánchez, P. S. R. 2000. Entomopathogens from two Chihuahua desert localities in México. *BioControl*. Pp. 63-68.
- SIAP-SAGARPA. 2009. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. [En línea]. Citado en marzo 2010.

[http://www.siap.gob.mx/idex.php?option=com\\_content&view=article&id=202&Itemid=](http://www.siap.gob.mx/idex.php?option=com_content&view=article&id=202&Itemid=)

- SIAP-SAGARPA. 2006. Situación actual y perspectivas del maíz en México 1996-2012. [En línea]. Servicio de Información Agroalimentaria y pesquera.  
[http://www.campomexicano.gob.mx/portal\\_siap/Integracion/EstadisticaDerivada/ComercioExterior/Estudios/Perspectivas/maiz96-12.pdf](http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaDerivada/ComercioExterior/Estudios/Perspectivas/maiz96-12.pdf)
- Stireman J. O., O'Hara J. E y Wood D. M. 2006. Tachinidae: Evolution, Behavior, and Ecology. *Annual Review Entomology*. 51:525-555.
- Stoltz, D. B. y G. Faulkner. 1978. Apparent replication of an unusual virus-like particle in both a parasitoid wasp and its host. *Canadian Journal of Microbiology*. 24:1509-1514.
- Stoltz, D. B., S. B. Vinson, y E. A. MacKinnon. 1976. Baculovirus-like particles in the reproductive tracts of female parasitoid wasps. *Canadian Journal of Microbiology*. 22:1013-1023.
- Tanada, Y. y Kaya K. H. 1993. *Insect pathology*. Academic Press. San Diego, Ca. 666 p.
- Tinoco, R., y Halperin, D. 1998. Poverty, production and health: inhibition of erythrocyte cholinesterase through occupational exposure to organophosphate insecticides in Chiapas, Mexico. *Archive Environment Health*. 53:29-35.
- Triplehorn C. A. y N. F. Johnson. 2005. *Study of insects*. Seven edition. Tompson Brooks/Cole. USA. 864
- Tschorsnig H-P y RichterVA. 1998. Family Tachinidae. In *Contributions to a Manual of Palaearctic Diptera (with Special Reference to Flies of Economic Importance)*. Vol. 3: Higher Brachycera, (Ed.). L. Papp, B. Darvas, pp. 691–827. Budapest: Sci. Herald. 880 pp.
- USDA-NRCS. 2009. Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. [En línea]. Citado en marzo 2010.  
<http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=ZEMA>
- Villa-Castorena Ma. M. y E. A. Catalán-Valencia. 2004. Determinación de estadios larvales de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) para la construcción de un modelo de predicción. *Folia Entomológica Mexicana*. 43:307-312.

- Villamizar, L.; C. Arriero; F. Bosa y A. Cotes. 2004. Desarrollo de preformulados a base de *Nomuraea rileyi* para el control de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Revista Colombiana de Entomología. 30: 99-105.
- Villamizar, L., F. Martínez y A. Cotes. 2008. Evaluación de fotoestabilidad de microcápsulas de un nucleopoliedrovirus de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuide). En: XXXV Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología, Cali, Colombia. p. 69.
- Vinson, S. B. 1972. Effect of the parasitoid, *Campoletis sonorensis*, on the growth of its host, *Heliothis virescens*. Journal Insect Physiology. 18:1509-1514.
- Werner F. G. 1973. Keys for identification of parasitic insects in Arizona agricultural areas. Technical Bulletin 236. Universidad de Arizona, Tucson Arizona. 39 p.
- Wood D. M. 1987. Manual of Nearctic Diptera. Monografía vol. 2. 28:1192-1269.

## APÉNDICE

Cuadro 1. Principales plagas del maíz en México.

Hábitat	Nombre común	Nombre científico	Orden y Familia	
Plagas de suelo	Gallina ciega	<i>Phyllophaga</i> spp	Coleóptera	
		<i>Anomala</i> spp.	Scarabeidae	
	Gusano de alambre	<i>Agriote</i> spp.	Coleóptera	
		<i>Melanotus</i>	Elateridae	
	Gusano alfilerillo, doradillas		<i>Diabrotica longicornis</i> (Say)	Coleóptera Chrysomelidae
			<i>D. balteata</i> LeConte	
			<i>D. undecimpunctata</i> Mannerheim	
			<i>D. virgifera</i> LeConte	
			<i>D. howardi</i> Barber	
			<i>Agrotis</i> spp.	
Gusano trozador		<i>Chorizagrotis</i> spp.	Lepidóptera	
		<i>Peridroma</i> spp.	Noctuidae	
		<i>Prodenia</i> spp.		
		<i>Euxoa</i> spp.		
Hormiga		<i>Solenopsis</i> spp.	Hymenóptera	
		<i>Atta</i> spp.	Formicidae	
Plagas del tallo	Barrenador del tallo	<i>Diatraea sacharalis</i> (Fabricius)	Lepidóptera	
		<i>D. conciderata</i>	Pyralidae	

		Heinrich		
		<i>D. magnifactella</i> Dyar		
		<i>Zeadiatraea lineolata</i>		
		Wlk.		
		<i>Z. grandiosella</i>		
		(Dyar)		
		<i>Z. muellenrella</i> (Dyar		
		y Heinrich)		
	Picudo del	<i>Nicentrites</i>		
	maíz	<i>testaceipes</i> (Champ).	Coleóptera	
	Picudo del	<i>Geraeus senilis</i>	Curculionidae	
	cogollo	(Gyllenhal)		
Plagas del cogollo	Pulgón del	<i>Rhopalosiphum</i>		
		<i>maidis</i> (Fitch)	Hemiptera	
		<i>R. padi</i> (Linn)	Aphididae	
Gusano	cogollero	<i>Spodoptera</i>		
		<i>frugiperda</i> (J. E. Smith)	Lepidóptera Noctuidae	
Plagas del follaje, flores y fruto.	Gusano	<i>Pseudaltia unipucta</i>	Lepidóptera	
			(Haworth)	Noctuidae
	Gusano	peludo	<i>Estigmene acrea</i>	Lepidóptera
				(Drury)
	Gusano	saltarin	<i>Elasmopalpus</i>	Lepidóptera
				<i>lignosellus</i> (Seller)
	Gusano	elotero	<i>Heliotis zea</i> (Boddie)	Lepidóptera
				Noctuidae
Frailecillo		<i>Macroductylus</i>		
		<i>mexicanus</i> (Burm)	Coleóptera	
		<i>M. nigripes</i> (Bates)	Scarabaeidae	

	<i>M. virens</i> (Bates)	
Chapulines, langostas	<i>Brachistola</i> spp.	Orthóptera
	<i>Melanoplus</i> spp.	Acrididae
	<i>Schistocerca</i> spp.	
Thrips	<i>Frankliniella</i> spp.	Thysanóptera Thripidae
	<i>Dalbulus maidis</i> (Del y Wolk)	Hemíptera
Chicharritas	<i>D. elimatus</i> (Ball)	Cicadellidae
	<i>D. guevarai</i> (Del)	
Arañita roja	<i>Oligonychus</i> <i>mexicanus</i> (McGregor y Ortega)	Acarina Tetranychidae
	<i>Tetranychus</i> spp.	

---

Kumul (1983); McGregor y Gutiérrez (1983); Rodríguez y De León (2008).

vvc