

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS AGROPECUARIAS



**"FAUNA PARASÍTICA Y COMPATIBILIDAD CON INSECTICIDAS
EN EL MANEJO DE GUSANO COGOLLERO DEL MAÍZ *Spodoptera
frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EN NAYARIT, MÉXICO"**

TESIS

**PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRÍA EN CIENCIAS EN EL
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**

PRESENTA:

ING. ALICIA GUTIÉRREZ RAMÍREZ

CUERPO TUTORIAL

Director: DR. AGUSTÍN ROBLES BERMÚDEZ

Co-director: DR. JHONATHAN CAMBERO CAMPOS

Asesor: DR. CANDELARIO SANTILLÁN ORTEGA

Asesora: DRA. JUANA MARÍA CORONADO BLANCO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT



SISTEMA DE BIBLIOTECA

Xalisco, Nayarit, Noviembre de 2014

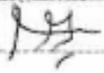
Dr. Juan Diego García Paredes
Coordinador del Programa de
Maestría en Ciencias Biológico Agropecuarias
Presente .

Los que suscribimos integrantes del comité tutorial de Ing. Alicia Gutiérrez Ramírez, declaramos que hemos revisado la tesis titulada "Fauna Parasitica y Compatibilidad con Insecticidas en el Manejo de Gusano Cogollero del Maiz *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en Nayarit, México" y determinamos que la tesis puede ser presentada por la estudiante de Maestría en Ciencias Biológico Agropecuarias, con opción terminal en Ciencias Agrícolas

ATENTAMENTE
COMITÉ TUTORIAL

Director de tesis: Dr. Agustin Robles Bermúdez
Co-Director de tesis: Dr. Jhonathan Cambero Campos
Asesor de tesis: Dr. Candelario Santillán Ortega
Asesor de tesis: Dra. Juana Maria Coronado Blanco



JHONATHAN CAMBERO C.






UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS

CBAP/367/14

Xalisco, Nayarit., 05 de noviembre de 2014

Ing. Alfredo González Jáuregui
Director de Administración Escolar
P r e s e n t e.

Con base al oficio de fecha 04 de noviembre de 2014, enviados por los CC. **Dr. Agustín Robles Bermúdez, Dr. Jhonathan Cambero Campos, Dr. Candelario Santillán Ortega y Dra. Juana María Coronado Blanco**, donde se nos indica que el trabajo de tesis cumple con lo establecido en forma y contenido, y debido a que ha cumplido con los demás requisitos que pide el Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Nayarit, se autoriza a la **C. Alicia Gutiérrez Ramírez**, continúe con los trámites necesarios para la presentación del examen de grado de Maestría.

Sin más por el momento, me despido de usted y reciba un cordial saludo.

Atentamente
"Por lo Nuestro a lo Universal"

Dr. J. Diego García Paredes
Coordinador del posgrado



Expediente.

lref.

*La mayor gloria no es nunca caer,
sino levantarse siempre.
Nelson Mandela*

DEDICATORIA

Porque este logro es parte del gran esfuerzo y apoyo brindado.

A mis padres, a quienes les debo todo cuanto soy:

Félix Gutiérrez mi símbolo de fortaleza y amor, quien me enseñó que no importa cuántas veces se tropiece en la vida ni las difíciles circunstancias que se presenten, siempre debemos salir adelante. ¡Gracias por todo papi!

Margarita Ramírez mi fuente de admiración y fuerza, quien me enseñó que el amor y la paciencia es lo más sagrado y valioso que se tiene y que el cansancio no existe cuando se ama. ¡Gracias mami por levantarme de mis caídas, alentarme a cada instante y por ese amor incondicional!

A mi amado esposo:

Regino Magaña, el hombre que me ha enseñado que el mundo no es perfecto, pero que de las imperfecciones y errores se aprende más. ¡Gracias mi amor por la paciencia, apoyo incondicional y constante, pero sobre todo por el amor que me muestras a cada instante!

A mis hermanos:

Flor, Abimael y Cristian, los ángeles que han iluminado mi vida y con los que he compartido alegrías, tristezas, travesuras y enojos. Gracias por enseñarme que el espíritu protector no es sólo hacia los hijos!

A mí bebé:

Mi chiquibodoque, por ser el nuevo motor de mi vida y mi gran inspiración.

A mi querida Tía:

Rufi, quien me ha demostrado que la barrera de la distancia no existe cuando se ama. ¡Gracias tía por el gran amor y apoyo!

A mi abuelito:

*Raymundo, quien me ha mostrado que no se necesita ser niño para reír y divertirse al 100%.
¡Gracias por todo abuelito!*

A mi abuelita:

*Aristides, quien me ha enseñado que los deseos de superación y el trabajo rinden frutos. ¡Gracias
por todo abuelita!*

A mi suegra:

*Doña Eva, quien me ha apoyado incondicionalmente, sin Usted nada sería igual de bello.
¡Muchas gracias!*

A mi suegro:

Don José, por ese espíritu innovador sin miedo al cambio. ¡Gracias por su apoyo y cariño!

A mis cuñadas:

*Mariana y Gloria, por aceptarme tal cual soy, brindarme esas palabras de aliento, apoyarme y
compartir tantas ilusiones. ¡Muchas gracias!*

A la familia Castro Magaña:

*Gracias por permitirme entrar en sus vidas y brindarme la confianza, apoyo y cariño
incondicional. ¡Los quiero mucho!*

A mi familia y amigos:

*Quienes siempre me apoyaron en los diferentes sueños y me alentaron a no darme por vencida.
¡Gracias por los consejos, abrazos, apoyo y cariño, sin ustedes nada de esto sería posible!*

*Con respeto y cariño
Sinceramente*

Alicia

*Después de escalar una montaña muy alta,
descubrimos que hay muchas otras montañas por escalar.*

Nelson Mandela

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme concluir un objetivo más de mi vida.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico otorgado durante el periodo de maestría.

A la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN) y al Posgrado de Ciencias Biológico Agropecuarias por otorgarme la oportunidad de realizar mis estudios de maestría.

Al Museo de Insectos (MIFA) de la Universidad Autónoma de Tamaulipas por permitirme realizar la determinación de especies parasitoides.

Al Dr. Agustín Robles B., Dr. Jhonathan Cambero C. y Dr. Candelario Santillán O. por compartirme sus conocimientos, logros y experiencias sin restricción alguna, así como el gran apoyo, disponibilidad y confianza brindada. Gracias por tan acertadas aportaciones y paciencia, sin ustedes no sería posible este logro.

A la Dra. Juana María Coronado Blanco quien me ha enseñado que todo se puede lograr con organización y dedicación. ¡Gracias por la paciencia y apoyo incondicional brindado, es usted una mujer admirable!

Al Dr. Enrique Ruiz Cancino de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, por contribuir en la determinación de especies parasitoides de la familia Ichneumonidae.

Al Dr. Sergey Alexandrovich Belokobylskij del Instituto Zoológico de la Academia de Ciencias, San Petersburgo, Rusia por la determinación de una especie y corroboración de especies parasitoides de la familia Braconidae.

Al Dr. Margarito Ortiz Catón por la confianza y apoyo brindado, así como valiosos consejos.

A Lupita, Adrián y Toño por permitirme conocerlos y apoyarme en las diferentes circunstancias. ¡Gracias por su valiosa amistad!

Al joven Alan Robles y Dr. Agustín por apoyarme en algunas recolectas de campo.

A Flor y Regino por el apoyo brindado en la evaluación del efecto de insecticidas en parasitoides.

A los estudiantes de la Facultad de Agricultura, Anahí y Angelita, quienes me apoyaron en el establecimiento del cultivo de maíz. Muchas gracias, sin su ayuda todo hubiese sido más difícil.

RESUMEN

El objetivo fue conocer los parasitoides de gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) que se encuentran de forma natural en el estado de Nayarit, así como la compatibilidad de estos con algunos de los insecticidas más usados por productores en la región. Se recolectaron 1836 larvas de gusano cogollero en siete municipios del estado de Nayarit durante los ciclos primavera-verano, otoño-invierno 2012 y primavera-verano 2013, 284 larvas murieron por acción de especies parasitoides y generaron una tasa de parasitismo de 15.47%. La tasa de parasitismo más alta para una colecta simple fue de 42.37% correspondiente a la muestra SP3 procedente del municipio de San Pedro Lagunillas. Se obtuvieron 177 adultos que se estudiaron en el Museo de Insectos (MIFA) de la Universidad Autónoma de Tamaulipas y se determinaron seis especies de la familia Braconidae (Hymenoptera), de las cuales *Chelonus cautus* Cresson y *Cotesia marginiventris* (Cresson) son el primer registro para Nayarit, *Meteorus arizonensis* Muesebeck y *Cotesia* sp. aff. *scitula* son un nuevo registro para México y las especies *Chelonus insularis* Cresson y *Meteorus laphygmae* Viereck, así como los ichneumonidos *Campoletis sonorensis* (Cameron), *Eiphosoma vitticollis* Cresson y *Pristomerus spinator* (Fabricius) ya se habían reportado en otros estudios para esta entidad. También se obtuvieron siete ejemplares de la familia Tachinidae (Diptera), uno de Chloropidae (Diptera) y uno de Scelionidae (Hymenoptera), los dos últimos son el primer registro como parasitoides de larvas de gusano cogollero de maíz. Posteriormente se determinó el efecto de los insecticidas sobre los organismos benéficos, para el control de gusano cogollero se utilizaron los insecticidas spinetoram, cipermetrina, clorpirifos etil y metomilo que no son compatibles con parasitoides ya que reducen la tasa de parasitismo a 0% y estos dos últimos presentan una media de mortalidad de entomofauna de 27.25 y 45.75 respectivamente. Se concluye que la determinación de especies parasitoides presentes de forma natural y el porcentaje de parasitismo, además del efecto de los insecticidas que ejercen control sobre gusano cogollero determina las estrategias de manejo integrado de las plagas del maíz.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIAS.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	vi
RESUMEN.....	viii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo general.....	2
1.2 Objetivos particulares.....	2
1.3 Hipótesis.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.).....	3
2.2 Importancia del cultivo.....	3
2.3 Cultivo de maíz en Nayarit.....	4
2.4 Problemas fitosanitarios.....	4
2.5 Gusano cogollero <i>Spodoptera frugiperda</i> (J. E. Smith).....	5
2.6 Métodos de control.....	5
2.6.1 Control cultural.....	6
2.6.2 Control químico.....	6
2.6.3 Control biológico.....	7
2.6.3.1 Parasitoides.....	8

	Pág.
2.6.3.1.1 Orden Hymenoptera	9
2.6.3.1.1.1 Familia Braconidae.....	10
2.6.3.1.1.1.1 Subfamilia Cheloninae.....	10
2.6.3.1.1.1.2 Subfamilia Euphorinae.....	11
2.6.3.1.1.1.3 Subfamilia Microgastrinae.....	11
2.6.3.1.1.2 Familia Ichneumonidae	12
2.6.3.1.1.2.1 Subfamilia Campopleginae.....	12
2.6.3.1.1.2.2 Subfamilia Cremastinae.....	13
2.6.3.1.1.3 Familia Scelionidae.....	13
2.6.3.1.2 Orden Diptera.....	14
2.6.3.1.2.1 Familia Chloropidae.....	14
2.6.3.1.2.2 Familia Tachinidae.....	14
III. CONTROL BIOLÓGICO COMO UNA HERRAMIENTA SUSTENTABLE EN EL MANEJO DE PLAGAS Y SU USO EN EL ESTADO DE NAYARIT.....	16
IV. <i>Meteorus arizonensis</i> MUESEBECK, 1923 (HYMENOPTERA: BRACONIDAE): NUEVO REGISTRO PARA MÉXICO.....	38
V. PARASITOIDES DE <i>Spodoptera frugiperda</i> (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) ENCONTRADOS EN NAYARIT, MÉXICO.....	42

	Pág.
VI. COMPATIBILIDAD DE CUATRO INSECTICIDAS CON PARASITOIDES DE <i>Spodoptera frugiperda</i> (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EN NAYARIT, MÉXICO.....	58
VII. CONCLUSIONES GENERALES.....	71
VIII. LITERATURA CITADA.....	73

I. INTRODUCCIÓN

En México el maíz es de gran importancia económica, social y cultural, representa 8 121 504.64 ha equivalente a más de la mitad de la superficie nacional cultivada. es considerado el alimento básico de la población y representa el 50% del volumen total de alimentos ingeridos al año, en el estado de Nayarit este cultivo ocupa el 27.34% de la superficie cultivada (Massieu y Lechuga, 2002; SIAP, 2013).

En México existe una gran diversidad de razas de maíz y este cultivo posee una amplia gama de problemas fitosanitarios, el principal es el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), quien llega a ocasionar pérdidas en el rendimiento superiores al 70% en regiones tropicales y subtropicales (Andrews, 1988; Ayala *et al.*, 2013).

La principal forma de manejo de gusano cogollero es mediante el uso de moléculas químicas, mejor conocidas como insecticidas, que controlan de forma parcial la población de esta plaga y en diversas ocasiones se llegan a requerir de más de una aplicación por ciclo para su control (Bahena *et al.*, 2010). El uso inadecuado de estas sustancias químicas deriva el desarrollo de resistencia de la plaga, resurgimiento de las poblaciones tratadas, destrucción de organismos benéficos, problemas de contaminación, entre otros (Badii y Abreu, 2006) En la actualidad la tendencia de la investigación y tecnología está orientada hacia el uso de maíz transgénico para reducir los efectos ocasionados por plagas y otros factores que reducen la producción, sin embargo, se requiere conducir investigaciones asociadas a la dispersión de ADN de maíz provenientes de organismos genéticamente modificados a las razas nativas (Turrent *et al.*, 2009)

A pesar que en el estado de Nayarit una cuarta parte de la superficie cultivada es maíz y que la plaga que genera mayores mermas económicas es *S. frugiperda* existen pocos estudios desarrollados que demuestren el efecto de parasitoides en la plaga, así como también el daño en las cadenas tróficas y específicamente en parasitoides ocasionado por el uso de insecticidas para el control de ésta.

1.1 Objetivo general

Determinar el complejo parasítico asociado a *Spodoptera frugiperda* y el efecto de insecticidas sobre el parasitismo natural.

1.2 Objetivos particulares

1. Determinar los parasitoides del cogollero del maíz, en siete municipios del estado de Nayarit, México.
2. Evaluar el parasitismo en las poblaciones de gusano cogollero.
3. Evaluar el efecto de los insecticidas en la supervivencia de parasitoides asociados a gusano cogollero.

1.3 Hipótesis

1. Al menos se presenta una especie dominante de parasitoides en las regiones productoras de maíz.
2. Al menos uno de los parasitoides presenta regulación en la población de *S. frugiperda*.
3. Por lo menos uno de los insecticidas probados presenta efecto en especies parasitoides.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Cultivo del maíz (*Zea mays* L.)

El maíz pertenece a la familia Poaceae. Este cultivo es de régimen anual, su ciclo vegetativo, desde la siembra hasta la cosecha, oscila entre 80 y 200 días, la planta está constituida por tallo, de 16 a 22 hojas, sistema radicular (raíz principal, raíces adventicias, de sostén y aéreas) y las flores masculinas y femeninas (espiga y estigmas) (CIMMYT, 2012; Lafitte, 1993).

El crecimiento y producción de maíz depende del potencial genético de la planta para responder a las condiciones ambientales en las que se desarrolla. Aunque la naturaleza es la responsable de la mayor parte de la influencia ambiental sobre el crecimiento y la producción (SIAP, 2012).

2.2 Importancia del cultivo

En México el cultivo de maíz es de gran importancia desde el punto de vista alimentario, económico y social, su producción se realiza en los 31 estados y el Distrito Federal, durante 1996-2006 generó el 7.4% del volumen de producción agrícola total que representó el 30% y lo colocó como el cereal más cultivado seguido del sorgo y trigo (SIAP, 2012).

Un alto porcentaje de la población rural depende de la producción de maíz, cuyo cultivo se practica en diferentes entornos agroclimáticos, condiciones de humedad, temporal y riego, así como en los dos ciclos productivos primavera-verano y otoño-invierno, con diferencias tecnológicas que van desde la producción de temporal que es la más rudimentaria con rendimientos de 0.5 a 0.7 ton ha⁻¹, hasta las áreas de producción con sistemas de riego, semillas mejoradas y fertilización, que pueden obtener de 12 a 14 ton ha⁻¹. A pesar de la variabilidad en rendimiento, México produce el 2.7% de este cereal en el mundo y ocupa el cuarto lugar como

productor después de Estados Unidos, China y Brasil, en función de esto, es uno de los principales países importadores del grano ya que en el país se utiliza el 11% del consumo mundial de maíz (Cruz, 2009 y AgroDer, 2012).

2.3 Cultivo de maíz en Nayarit

En el estado de Nayarit el cultivo de maíz se desarrolla en la mayor parte de la superficie agrícola, son 58 483.99 ha que se siembran con este cultivo, el área maicera se localiza en la zona de los valles, en los municipios centro-sur del estado y coloca a los municipios de San Pedro Lagunillas, La Yesca, Compostela, Santa María del Oro y El Nayar como los municipios con mayor número de hectáreas sembradas (SIAP, 2013).

De acuerdo a las condiciones climáticas, edafológicas y tecnológicas la producción de maíz en Nayarit se realiza en tres modalidades: producción de temporal, humedad residual y la producción con riego en los municipios de San Blas, Santiago Ixcuintla y Tuxpan, sin embargo, los municipios con mayor rendimiento son Ixtlán del Río, Santiago Ixcuintla y Amatlán de Cañas (SIAP, 2013 y FUPRONAY, 2011).

2.4 Problemas fitosanitarios

En México el cultivo de maíz es atacado por 53 especies de insectos en diferentes etapas del desarrollo que pueden reducir significativamente el rendimiento, pero son aproximadamente 20 especies insectiles las denominadas plagas de mayor importancia, de las cuales 13 especies atacan la parte aérea de la planta y 7 son plagas de raíz (MacGregor y Gutiérrez, 1983, CESAVEG, 2010), entre estas plagas se distingue *S. frugiperda* que es una plaga de importancia económica, debido que ocasiona mermas económicas que fluctúan del 10 al 90% (Pérez, 2006).

2.5 Gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)

Es una plaga polífaga de la familia Noctuidae que causa pérdidas económicas considerables, en varios cultivos importantes como el maíz, sorgo, arroz, algodón, alfalfa, pastos entre otros. Su hospedante preferencial es el maíz y lo ataca en todas las etapas de crecimiento (Nexticapan *et al.*, 2009).

El gusano cogollero del maíz se distribuye desde los Estados Unidos de América hasta América del Sur y las islas del Caribe. Puede sobrevivir durante todo el año en áreas tropicales y si las condiciones ambientales se lo permiten, coloniza zonas subtropicales no infestadas, su ciclo de vida oscila entre 24 y 80 días y depende de la temperatura en las distintas fases; a temperaturas superiores a 30°C el ciclo se acorta a 24 días aproximadamente (Cruz, 2009; García y Tarango, 2009).

Las larvas consumen principalmente las hojas durante las etapas de crecimiento vegetativo del maíz, esto afecta indirectamente el rendimiento del cultivo ya que reduce el área foliar y el área fotosintéticamente activa, destruye el tejido meristemático y por consiguiente provoca la reducción de la población de plantas y/o modificación de la arquitectura. En diversos estudios sobre la selectividad de la plaga contra la planta de maíz, se demostró el daño en etapa de crecimiento a las 5, 8 y 13 hojas; las pérdidas son de 26, 26 y 20% respectivamente, pero si el daño se produce en etapas más tempranas las plantas no logran recuperarse y provoca la reducción del rendimiento del 13 al 60%, en infestaciones superiores al 50% dichas mermas pueden ser del 75% (Pérez, 2006; García y Tarango, 2009, Bahena y Velázquez, 2012).

2.6 Métodos de control

Los daños causados por organismos plaga en la agricultura y ganadería llamaron la atención de autoridades y profesionistas, con el objetivo de disminuirlos a niveles aceptables se implementaron diversos métodos culturales, mecánicos,

biológicos y químicos (Casadei, 2003), tal es el caso del gusano cogollero para el cual se utilizan los siguientes métodos de control:

2.6.1 Control cultural

Este tipo de control es preventivo, consiste en respetar las fechas de siembra óptimas recomendadas, realizar una correcta preparación del suelo, proporcionar un equilibrio nutricional a la planta; mantener el cultivo libre de maleza, por lo menos durante los primeros 40 días y, de ser posible realizar rotación de cultivos. Otra alternativa es utilizar semilla de maíz tolerante a las principales plagas de la región (Meza y Angulo, 2010).

2.6.2 Control químico

El método consiste en el uso de sustancias químicas denominadas insecticidas para el control de organismos plaga, es la práctica usada con mayor frecuencia en los agroecosistemas debido a la alta y rápida efectividad que se observa contra la plaga. Sin embargo, el uso de estas sustancias no siempre es el adecuado y se realiza con deficiencias, destaca la falta de muestreo, desconocimiento de umbrales económicos y mecanismo de acción de los insecticidas, uso de dosis incorrectas que generan un desequilibrio ecológico (muerte de fauna benéfica), contaminación ambiental, intoxicación de usuarios y el surgimiento de insectos resistentes a las moléculas químicas, que provocan un incremento de costos de producción como es el caso del gusano cogollero del maíz que registra hasta seis aplicaciones por ciclo para su control (Meza y Angulo, 2010; Luna, 2010; Bahena y Velázquez, 2012).

2.6.3 Control biológico

La definición de control biológico depende de la palabra población e involucra el uso de poblaciones de enemigos naturales para reducir poblaciones de organismos plaga a densidades menores, ya sea de forma temporal o permanentemente. Es una herramienta sustentable, exitosa y ecológicamente segura. En algunos casos, las poblaciones de enemigos naturales son manipuladas para causar un cambio permanente en las redes alimenticias que rodean a la plaga, en otros no se espera que los enemigos naturales liberados se reproduzcan por lo que sólo los individuos liberados tienen algún efecto (IOBC, 2012; Van Driesche *et al.*, 2007).

La erradicación de plagas resulta ambiciosa y en la mayoría de los casos trae problemas ecológicos. Si un enemigo natural elimina completamente a una plaga, éste quedaría sin alimento para continuar su desarrollo; por dicha razón se considera el control biológico una herramienta autosostenible, ya que busca reducir las poblaciones de la plaga a una proporción que no cause daño económico y permite una cantidad poblacional de la plaga que garantiza la supervivencia del agente controlador (Nicholls, 2008).

En los agroecosistemas se pueden presentar enemigos naturales como parasitoides, depredadores y entomopatógenos (virus, protozoarios, nemátodos, hongos y bacterias) que pueden llegar a controlar de manera efectiva a la plaga, a esto se le denomina control biológico natural. Los parasitoides son a menudo los enemigos naturales más eficientes de las plagas, éstos matan a sus huéspedes para poder completar su desarrollo (Van Driesche *et al.*, 2007).

El uso de enemigos naturales como una herramienta en la regulación de organismos plaga se implementa paulatinamente en México al igual que en otros países, pues son diversas ocasiones que se efectúan programas de control biológico para la regulación de organismos plaga de importancia económica, algunos de estos programas son exitosos y otros no tanto (Williams *et al.*, 2013).

2.6.3.1 Parasitoides

El parasitismo de insectos es un fenómeno que se logró comprender después de la depredación de insectos, debido a la compleja relación entre parasitoides y hospederos (IOBC, 2012).

Los parasitoides son insectos altamente específicos que durante su estado inmaduro necesitan de un hospedero para desarrollarse al cual matan y una vez que alcanzan la etapa adulta son de vida libre; la mayoría de los parasitoides pertenecen a los órdenes Hymenoptera, Diptera y unos pocos a Coleoptera, Neuroptera y Lepidoptera. Debido a la alta eficacia para matar a sus hospederos y disminuir la densidad de población, son el tipo más común de enemigo natural introducido contra insectos plaga (IOBC, 2012; Nicholls, 2008; Van Driesche *et al.*, 2007).

En función al estado de desarrollo que ataca el parasitoide es el nombre que recibe, es decir, las especies que atacan huevos o larvas son llamadas parasitoides de huevo o parasitoides larvales. Los denominados ectoparasitoides se desarrollan externamente como es el caso de algunas especies de la familia Braconidae, mientras que los endoparasitoides se desarrollan dentro del cuerpo del hospedero, tal es el caso de ejemplares de la familia Ichneumonidae, Scelionidae y Tachinidae. Aquellos parasitoides que permiten que el hospedero crezca después de ser atacado reciben el nombre de koinobiontes, mientras que los idiobiontes paralizan de forma permanente a su hospedero e impiden que continúe con su desarrollo después de ser parasitados (Van Driesche *et al.*, 2007; Nicholls, 2008).

En distintas regiones del país se registra la actividad de varias especies parasitoides de *S. frugiperda*, así tenemos que Cortez *et al.* (1993) encontraron en Tabasco las especies: *Chelonus* sp., *Euplectrus* sp. y *Eiphosoma* sp., mientras que Molina *et al.* (2001) encontraron en Michoacán, Colima, Jalisco y Tamaulipas a las especies: *Ophion flavidus* Brullé, *Campotetis flavicincta* (Ashmead), *Pristomerus spinator* (Fabricius), *Aleiodes laphygmae* (Viereck), *Meteorus* sp., y

Euplectrus platyhyphenae Howard, Molina *et al.* (2004) durante recolecciones realizadas en Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán y Veracruz, encontraron los siguientes géneros de parasitoides: *Aleiodes*, *Chelonus*, *Cotesia*, *Glyptapanteles*, *Homolobus*, *Meteorus*, *Campoletis*, *Eiphosoma*, *Ophion*, *Pristomerus*, *Aprostocetus*, *Euplectrus* y *Horismenus* mientras que Bahena *et al.* (2010) reportan para Morelos y Michoacán la presencia de cinco especies de Braconidae: *Chelonus cautus* Cresson, *Chelonus insularis* Cresson, *Chelonus sonorensis* Cameron, *Cotesia marginiventris* (Cresson) y *Meteorus laphygmae* Viereck, cinco especies de la familia Ichneumonidae: *Campoletis sonorensis* (Cameron), *Nefelia* sp., *Ophion* spp., *Pristomerus spinator* y *Eiphosoma vitticolle* Cresson y dos especies de la familia Tachinidae: *Archytas marmoratus* (Townsend) y *Lespesia archippivora* (Riley).

Estrada *et al.* (2013) reportan para Nayarit cinco especies de parasitoides del orden Hymenoptera (*Cotesia* sp., *Chelonus insularis*, *Campoletis* sp., *Pristomerus spinator* e *Hyposoter* sp.) y una especie del orden Diptera (*Archytas marmoratus*) mientras que Gutiérrez *et al.* (2014) reportan para el mismo estado el primer registro del braconídeo *Cotesia marginiventris* en larvas de gusano cogollero.

2.6.3.1.1 Orden Hymenoptera

Los himenópteros son uno de los grupos más abundantes de la clase Insecta y se estiman alrededor de 300 000 especies a nivel mundial, son insectos holometábolos que poseen dos pares de alas membranosas de las cuales el segundo par es más pequeño y posee una fila de diminutos ganchos en el margen anterior llamado "hamuli" (Goulet y Huber, 1993).

Los himenópteros, son el orden de la clase Insecta probablemente más benéfico para el ser humano, debido a que agrupa una amplia gama de insectos parasitoides capaces de regular de manera satisfactoria la población de diferentes organismos plaga, dichas avispas se encuentran principalmente en las

superfamilias Ichneumonoidea, Chalcidoidea y Proctotrupeoidea (Triplehorn y Johnson, 2005).

2.6.3.1.1.1 Familia Braconidae

Es un amplio grupo con cerca de 19,500 especies conocidas a nivel mundial, son de tamaño pequeño que generalmente su longitud no es superior a los 15 mm y está representada por especies de endoparasitoides y ectoparasitoides, especies solitarias y gregarias, y en el caso de especies parasitoides de huevos el adulto puede emerger de la larva o de la pupa del hospedero. Esta familia está dividida en dos grupos informales, basados principalmente en si el labrum y clipeo están indentados para formar la condición "ciclostoma" que es una depresión redondeada localizada arriba de las mandíbulas, debido a que la porción ventral del clipeo es retraída y junto con el labrum se observa una apariencia cóncava. Los ciclostomos son principalmente endoparasitoides y los no ciclostomos son endoparasitoides. Las principales características morfológicas son: ausencia de la celda costal, una sola vena transversal m-cu y el segundo y tercer terguito abdominal fusionados. En esta familia se reportan un gran número de especies de importancia en el control de plagas agrícolas (Wharton *et al.*, 1998; Triplehorn y Johnson, 2005; Yu *et al.*, 2012).

2.6.3.1.1.1.1 Subfamilia Cheloninae

Esta subfamilia posee alrededor de 1 375 especies conocidas a nivel mundial, son endoparasitoides de huevos y larvas, la hembra oviposita el huevo, madura el parasitoides y emerge de la larva o la pupa del huésped (Triplehorn y Johnson, 2005; Yu *et al.*, 2012). Los cheloninos generalmente son utilizados en plagas del orden Lepidoptera; las características morfológicas de los ejemplares de esta subfamilia son: las mandíbulas se tocan y usualmente se traslapan cuando están cerradas, el labro completamente cubierto por el clipeo, ala posterior con la vena

m-cu casi siempre ausente, ala anterior con la vena r-m presente y la segunda celda submarginal cerrada distalmente, carina occipital parcial o completamente presente, tergos metasomales 1 y 2 fusionados forman un caparazón que cubre la mayoría de los terguitos ventrales del metasoma (Wharton *et al.*, 1998).

2.6.3.1.1.2 Subfamilia Euphorinae

La subfamilia comprende aproximadamente 1 200 especies a nivel mundial (Yu *et al.*, 2012). Wharton *et al.* (1998) citan que los ejemplares de la subfamilia Meteorinae (Hoy tribu Meteorini en Euphorinae - según Yu *et al.*, 2012) presentan la celda subdiscal abierta del ala anterior, debido a que carecen de la vena transversal 2cu-a y la vena 3RSb es recta, vena r-m siempre presente que forma una segunda celda submarginal rómbica o cuadrada y presencia de espina en la tibia media, la mayoría son endoparasitoides koinobiontes de larvas del orden Lepidoptera principalmente de la familia Noctuidae, Geometridae y Tortricidae.

2.6.3.1.1.3 Subfamilia Microgastrinae

Los integrantes de esta subfamilia forman parte del grupo de mayor importancia de parasitoides del orden Lepidoptera, todas las especies son endoparasitoides, koinobiontes de larvas. Los ejemplares de esta subfamilia presentan las siguientes características: las mandíbulas se tocan y usualmente se traslapan cuando están cerradas, labro cubierto por el clipeo, ala posterior con la vena m-cu casi siempre ausente, ala anterior con la vena RS recta o aparentemente ausente, la vena m-cu tubular y la r-m ausente, antena con 16 flagelómeros en cada uno presentan placodas longitudinales arregladas en un grupo basal y otro distal que a menudo dan la apariencia de ser dos flagelómeros (Wharton *et al.*, 1998)

2.6.3.1.1.2 Familia Ichneumonidae

Esta es una de las familias más grandes dentro de la clase Insecta se reportan cerca de 24 300 especies a nivel mundial, los adultos son de forma, tamaño y color variable, pero la mayoría parecen avispas esbeltas usualmente con 16 o más segmentos antenales y la ausencia de la celda costal en las alas anteriores. el ovipositor es grande frecuentemente tan largo como el cuerpo, la primera celda submarginal y la primera celda discoidal en alas anteriores se juntan, debido a la ausencia de la vena Rs+M y la segunda submarginal (1Rs) situada frente a la vena transversal 2m-cu es a menudo muy pequeña y forma la areoleta. Existen algunos ichneumónidos que no presentan areoleta y la forma de diferenciarlos de la familia Braconidae es por la presencia de 2 venas m-cu y la unión flexible entre el terguito dos y tres (Triplehorn y Johnson, 2005; Yu *et al.*, 2012).

2.6.3.1.1.2.1 Subfamilia Campopleginae

Las diferentes especies que pertenecen a esta subfamilia son endoparasitoides koinobiontes de larvas de los órdenes de macro y microlepidópteros; a nivel mundial existen 66 géneros y 2 097 especies. En México se encuentran reportados 15 géneros y 66 especies. Esta subfamilia presenta las siguientes características morfológicas: clipeo y cara separados por un surco, sin formar una superficie ancha y débilmente convexa, sin areoleta, hembra con placa subgenital pequeña, abdomen comprimido lateralmente, propodeo aerolado con una escultura fina, carina occipital normal, espuelas tibiales insertadas en un área separada de la inserción del tarso, el área de la tibia presenta dos áreas membranosas de inserción que están separadas por un puente esclerotizado y presentan cara usualmente de color claro (Townes y Townes, 1996; Ruiz, 2010; Yu *et al.*, 2012).

2.6.3.1.1.2 Subfamilia Cremastinae

Es un grupo distribuido ampliamente en regiones tropicales y subtropicales, son especies endoparasitoides koinobiontes de larvas de los órdenes Lepidoptera y Coleoptera, se reportan para México ocho géneros y 27 especies y a nivel mundial 36 géneros y 774 especies. Los ejemplares de esta subfamilia presentan clipeo y cara débilmente convexos sin la presencia de un surco, palpos maxilares de cinco segmentos, con los espiráculos del primer terguito abdominal localizados después de la mitad de éste, el mesosterno presenta una carina posterior transversal completa, en los terguitos 2, 3 y 4 con pelos densos, el ápice de la tibia con una sola área membranosa de inserción por lo tanto, las espuelas tibiales se encuentran insertadas en un área común con el tarso, los ejemplares de esta subfamilia generalmente presentan cara negra (Townes y Townes, 1996; Ruiz, 2010; Yu *et al.*, 2012).

2.6.3.1.1.3 Familia Scelionidae

Son pequeñas avispas parasitoides de huevos de arañas e insectos de los órdenes Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Neuroptera y Lepidoptera. A nivel mundial se reportan aproximadamente 170 géneros y 3 000 especies. Son insectos pequeños que miden de 1 a 2.5 mm de longitud, de coloración negra-brillante principalmente, con el cuerpo punteado rugoso, la mayoría de las especies presentan los terguitos metasomales divididos, un esclerito medio grande y lateroterguitos angostos. Algunas especies son importantes en el control de organismos plaga, como es el caso del género *Telenomus* que se utiliza exitosamente en el control de *Spodoptera* (Triplehorn y Johnson, 2005; Nájera y Souza, 2010).

2.6.3.1.2 Orden Diptera

El orden Diptera es el grupo más grande de insectos y el segundo con mayor número de especies parasitoides; presenta un abundante número de individuos en diversos hábitats, muchas son especies carroñeras, otras son importantes depredadores o parasitoides de insectos plaga y otras son importantes plagas de semillas o vectores de enfermedades del ser humano. Muestran metamorfosis completa y solo poseen un par de alas membranosas, el segundo par se encuentra modificado a estructuras llamadas balancines que funcionan como estructura de equilibrio (Triplehorn y Johnson, 2005).

2.6.3.1.2.1 Familia Chloropidae

Son pequeñas moscas desnudas, algunas especies son de coloración amarilla brillante y negra, con frecuencia se encuentran en la vegetación, aunque tienen una amplia variedad de hábitats. Pocas especies son carroñeras, parasitoides o depredadores y otras se alimentan de los tallos de cereales convirtiéndose en importantes plagas de estos. Es un numeroso grupo, pues tan solo se reportan para América del Norte 290 especies (Triplehorn y Johnson, 2005).

2.6.3.1.2.2 Familia Tachinidae

Es el segundo grupo más grande del orden Diptera, se conocen aproximadamente 1 350 especies que se encuentran en una amplia diversidad de hábitats. Los tachinidos se reconocen fácilmente, debido a que presentan cerdas hipopleurales y pteropleurales desarrolladas, post-scutelo prominente, celda R5 angosta o cerrada distalmente y la mayoría de especies presentan arista desnuda. Son un importante grupo para el ser humano, debido a que los estados larvarios son parasitoides de insectos de los órdenes Lepidoptera, Hemiptera, Orthoptera y en menor proporción de otros artrópodos, debido a la alta eficiencia como

parasitoides son usados en la agricultura para control de importantes plagas (Triplehorn y Johnson, 2005).

III. CONTROL BIOLÓGICO COMO UNA HERRAMIENTA SUSTENTABLE EN EL MANEJO DE PLAGAS Y SU USO EN EL ESTADO DE NAYARIT

BIOLOGICAL CONTROL AS A SUSTAINABLE TOOL IN PEST MANAGEMENT AND ITS USE IN NAYARIT STATE.

Gutiérrez-Ramírez, Alicia^{1*}; Robles-Bermúdez Agustín²; Santillán-Ortega, Candelario²; Ortiz-Catón, Margarito²; Cambero-Campos, Octavio Jhonathan²

¹Estudiante de maestría en Ciencias Biológico Agropecuarias. Unidad Académica de Agricultura. Universidad Autónoma de Nayarit. Carretera Tepic-Compostela Km. 9, Apdo. Postal 49, C.P. 63780. Xalisco, Nayarit, México. *Autora de correspondencia: aligura7@hotmail.com, Tel. (311) 211 0128

²Profesor-Investigador en la Unidad Académica de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit.

Resumen

Con el objetivo de concentrar la información referente a parasitoides reportados para el estado de Nayarit se realizó la presente revisión. Los insecticidas representan una de las principales armas para el manejo de plagas agrícolas, provocan altos costos económicos, contaminación ambiental, disminución de organismos benéficos y especies silvestres, intoxicaciones, efectos negativos sobre aplicadores y personas relacionadas con el manejo de plaguicidas y el desarrollo de resistencia a plaguicidas de diversas especies consideradas plaga. Una alternativa ante esta problemática es el uso de organismos benéficos, como son los depredadores, entomopatógenos y parasitoides que brindan la regulación de la plaga debido a la relación denso-dependiente que establecen, no son nocivos para el ser humano y no contaminan. El uso y manejo de enemigos naturales representa una estrategia sustentable, ecológica que no afecta el equilibrio biológico y conocer cuáles son los organismos presentes en el estado de Nayarit, ofrece una herramienta técnica, estratégica para integrar los programas de manejo de plagas agrícolas en función al comportamiento del organismo plaga

y agente de control biológico, cultivo, distribución, condiciones ambientales óptimas y organismos preferenciales para su crecimiento y desarrollo. Se concluye que para el estado de Nayarit se tienen reportadas 36 especies de parasitoides que se encuentran de forma natural o fueron introducidos por el ser humano con el objetivo de disminuir la población de alguna plaga.

Palabras clave: control biológico, parasitoides, denso-dependencia, autosostenible.

Abstract

In order to concentrate the information on parasitoids reported for the state of Nayarit it was conducted this review. Insecticides are one of the main weapons for the management of agricultural pests, causing high economic costs, environmental pollution, decrease beneficial organisms and wildlife, poisoning, applicators and negative effects on people related to pesticide management and the development of resistance to pesticides of several species considered pests. An alternative to this problem is the use of beneficial organisms, such as predators, parasitoids and entomopathogenic providing pest regulation because density dependent relationship they establish, are not harmful to humans and do not pollute. The use and management of natural enemies represents a sustainable strategy, which does not affect the ecological balance and know what biological organisms in the state of Nayarit, provides a technical tool for integrating strategic management programs according to agricultural pests behavior of the pest organism and biological control agent, cultivation, distribution, and optimal environmental conditions for preferential organisms grow and develop. We conclude that in the State of Nayarit have been recorded 36 parasitoids species that are naturally or were introduced by humans in order to reduce the population of pests.

Keywords: Biological control, parasitoids, density dependence, self-sustaining.

Introducción

La FAO estima que las pérdidas en la producción agrícola mundial por plagas fluctúan entre 20 y 40%, y que por lo menos el 10% de las cosechas se destruye por roedores e insectos en los lugares de almacenamiento. La magnitud del daño varía en función a la región, temporada, cultivo y plaga como factor causal, que ocasionan mermas económicas de miles de millones de dólares al año (FAO, 2011). Muchos de los esfuerzos, son encaminados a la elaboración y aplicación desordenada de moléculas químicas para el control de plagas agrícolas, así como la implementación de técnicas que generan una inversión de más de 20 000 millones de dólares al año, sin considerar que la aplicación sistemática de muchas de estas moléculas originan trastornos notables en el ambiente, salud humana y desarrollo de resistencia de plagas a plaguicidas (González y Bernal, 2000).

En México se siembra una superficie de 22 136 741.58 ha con más de 200 especies cultivadas (SIAP, 2010) y se utilizan 95 025 toneladas de plaguicidas al año aproximadamente (Hernández y Hansen, 2011). Los insecticidas utilizados se caracterizan por ser de amplio espectro y ser tóxicos, afectan la salud humana, contaminan las corrientes subterráneas de agua, actúan de forma negativa sobre las diferentes especies de insectos benéficos, entre los cuales figuran los enemigos naturales como son los parasitoides, depredadores y polinizadores (González y Bernal, 2000).

El desconocimiento y mal uso de plaguicidas afectan a todo el entorno, específicamente especies silvestres, provocan un desequilibrio en el ecosistema, aunado al desconocimiento técnico de las aplicaciones de agroquímicos como dosis, frecuencias de aplicación, manejo de grupos toxicológicos y químicos, sitio de acción de los plaguicidas y la calidad de la aspersión como la calibración se convierten en un problema de contaminación (González y Bernal, 2000). El control biológico es una herramienta sustentable, ecológica que bien operada evita los desequilibrios biológicos reportados por el mal uso y manejo de plaguicidas (Nicholls, 2008).

El concepto de control biológico involucra la acción de organismos benéficos sobre organismos plaga. Van Driesche *et al.* (2007) definen el control biológico como el uso de enemigos naturales, para disminuir la población de uno o más organismos plaga a densidades menores ya sea de forma temporal o permanente. Rodríguez y Arredondo (2007) indican que fue H.S. Smith fue el primero en utilizar el término control biológico, enfatizando en el uso de enemigos naturales para el control de insectos plaga. El éxito de esta alternativa de manejo de plagas depende de los enemigos naturales usados, pues constituyen el recurso fundamental. De lo anterior se origina la importancia de conocer la taxonomía, biología, ecología y el comportamiento del agente de control de interés (Nicholls, 2008). Los enemigos naturales se clasifican en: parasitoides, depredadores y patógenos (hongos, bacterias, virus, nemátodos y protozoarios). A los dos primeros grupos se les denomina entomófagos y a el último entomopatógenos (Bahena, 2008).

Conocer los reportes de parasitoides como agentes de control biológico en el estado de Nayarit ofrece herramientas para que el sector productivo disponga de información concentrada de alternativas biológicas, de menor impacto, sustentables en el manejo de plagas, así como de su presencia y distribución en el estado de Nayarit, por lo tanto el objetivo fue realizar una revisión bibliográfica de las distintas investigaciones que reportan los parasitoides presentes en el estado de Nayarit, ya que este tipo de organismos han sido utilizados en diversas partes del mundo como una alternativa al manejo de organismos plaga.

Caracterización de los agentes de control biológico

Depredadores

Los insectos depredadores típicamente son más grandes que los organismos que consumen, a los cuales se les denomina presas, requieren de matar y consumir varios organismos durante su ciclo de vida para realizar funciones esenciales, estos insectos buscan activamente su alimento. En función de la alimentación de los depredadores se pueden clasificar como: polívoros aquellos que consumen un amplio rango de especies presa, otros que se alimentan de un rango más estrecho

se les llama oligófagos y otros más, que son altamente específicos se les denomina monófagos. Los depredadores oligófagos y monófagos son mejores como agentes de regulación, esto desde el punto de vista de control biológico. Los depredadores juveniles usan la presa para crecimiento y desarrollo, una vez alcanzada la madurez fisiológica las utilizan para mantenimiento y reproducción (Rodríguez y Arredondo, 2007). El uso de depredadores en sistemas agrícolas cada vez es mayor, pero el éxito de esta alternativa de manejo de plagas está ligado al conocimiento de la taxonomía y biología del depredador, su especificidad y de las tasas de depredación. Los órdenes de uso potencial en el control biológico son: Coleoptera, Dermaptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Mantodea, Neuroptera y Thysanoptera, pero Coleoptera, Diptera, Hemiptera Hymenoptera y Neuroptera son los más importantes. Existen más de 30 familias de insectos depredadores, de las cuales Anthocoridae, Nabidae, Reduviidae, Geocoridae (Hemiptera), Carabidae, Coccinellidae, Nitidulidae, Staphylinidae (Coleoptera), Chrysopidae (Neuroptera), Formicidae (Hymenoptera), Cecidomyiidae y Syrphidae (Diptera) son las más importantes en el manejo de plagas en agroecosistemas (Van Driesche *et al.*, 2007) y ocho familias de la subclase Acari que representan un gran potencial para el control biológico, entre estas se encuentran: Phytoseiidae, Stigmaeidae, Anystidae, Bdellidae, Cheyletidae, Hemisarcoptidae, Laelapidae y Macrochelidae.

Las características principales de los depredadores son:

- Usualmente generalistas y no específicos.
- De mayor tamaño que su presa.
- Se alimentan de un gran número de individuos.
- Individuos inmaduros como adultos pueden ser depredadores.
- Atacan presas inmaduras y adultas.
- Los depredadores requieren de polen y néctar como recurso alimenticio adicional (Nicholls, 2008).

Entomopatógenos

La mayoría de los organismos son susceptibles a una inmensa variedad de enfermedades agudas y fatales causadas por patógenos en los que se incluyen bacterias, virus, hongos, nemátodos y protozoarios, los insectos no son la excepción y dichos patógenos son los causantes de epizootias en las poblaciones naturales (Nicholls, 2008). Todos estos organismos entomopatógenos pueden ser potencialmente útiles como agentes de control biológico contra algún insecto plaga en particular (Smits, 1993 citado por Bahena, 2008). Las enfermedades infecciosas creadas por estos microorganismos generalmente invaden y se multiplican en el insecto, pueden transmitirse por contacto, ingestión y a veces de padres a nuevas generaciones, se dispersan e infectan a otros individuos (Nicholls, 2008). Diversos entomopatógenos pueden causar una gran mortandad, mientras que otros producen sólo efectos crónicos (Maddox, 1990 citado por Bahena, 2008). El éxito de producir infección puede deberse a la susceptibilidad característica del hospedero o a la habilidad del microorganismo para sobrevivir y multiplicarse en el medio ambiente del hospedero (Nicholls, 2008).

El virus de la poliedrosis nuclear, virus de la poliedrosis citoplasmica y virus de la granulosis; bacterias como *Bacillus popilliae*, y diversas variedades de *Bacillus thuringiensis*; hongos como *Beauveria bassiana* *Metarhizium anisopliae* y Entomophthoraceous; nemátodos pertenecientes a la familia Mermithidae, Steinernematidae y Heterorhabditidae, así como el protozoario *Nosema* sp. son algunos ejemplos de entomopatógenos usados como agentes de control biológico, en muchos de estos organismos se manipula su reproducción y se formulan diversos insecticidas microbianos conocidos como bioplaguicidas.

Los entomopatógenos reúnen las siguientes características principales:

- Reducen o detienen el crecimiento poblacional y matan a sus hospederos
- Generalmente son específicos de las plagas.
- Su efectividad está en función de las condiciones ambientales y de la abundancia del hospedero.

- El grado de control de los entomopatógenos que ocurre de forma natural es impredecible.
- Su acción puede llevar varios días para alcanzar un control efectivo.
- Son ambientalmente seguros (Nicholls, 2008).

Parasitoides

Los parasitoides son insectos que en su estado inmaduro son parasíticos, generalmente monófagos y que se desarrollan sobre o dentro de un sólo individuo huésped, se alimentan de sus fluidos corporales, de sus órganos y ocasionan la muerte. La mayoría de los parasitoides atacan a una determinada etapa del ciclo de vida de una o varias especies de hospederos, el ciclo de vida del parasitoide y hospedero generalmente coinciden, una vez que la larva del parasitoide ocasiona la muerte del hospedero, éste queda en estado momificado y de él emerge el parasitoide para pupar o bien el adulto. Un parasitoide requiere de un hospedero para completar su ciclo de vida, así el hospedero (que puede ser insecto plaga) pierde y el enemigo natural gana. De esta forma se favorece la población del parasitoide, la cual se incrementa y es la base del control biológico (Nicholls, 2008). En su estado adulto los parasitoides son de vida libre, se alimentan de miel, néctar o polen, el objetivo principal del macho es aparearse, mientras que la hembra busca activamente un hospedero y oviposita en éstos (Jervis *et al.*, 1996 citados por Bahena, 2008). En función del estadio que ataquen es el nombre que reciben, por ejemplo Trichogrammatidae ataca a huevos, por dicha razón se les llama parasitoides de huevos (Van Driesche *et al.*, 2007), *Draeretiella* son parasitoides de ninfas, parasitoides de larvas como *Cotesia flavipes* Cameron y parasitoides de pupas diferentes especies de *Spalangia* spp. (Carballo, 2002). Los parasitoides se clasifican en koinobiontes e idiobiontes, en el primero se encuentran los parasitoides que permiten que el hospedero crezca después de ser atacado, mientras que el segundo no permite el desarrollo del hospedero después del ataque. Las especies de parasitoides que tiene la característica de poder desarrollar varios descendientes en el mismo hospedero, se llaman parasitoides gregarios, mientras que aquellos en los cuales un descendiente se desarrolla por

hospedero se le denomina parasitoide solitario, el hiperparasitismo ocurre cuando un parasitoide ataca a otro, este tipo de organismos se considera desfavorable para el control biológico. Los parasitoides usualmente son muy específicos como el braconido *Cotesia*, que es parasitoide larval interno, pero existen algunos que atacan varias especies de la misma familia, tal es el caso de *Trichogramma* spp. que es parasitoide de huevos de diferentes especies del orden Lepidoptera (Van Driesche *et al.*, 2007).

Nicholls (2008) considera las siguientes características de los parasitoides, como las principales:

- Son específicos en cuanto a su hospedero.
- Son de menor tamaño que el hospedero.
- La hembra es quien busca al hospedero.
- Varias especies de parasitoides pueden atacar las diferentes etapas del ciclo de vida del hospedero.
- Los huevos o larvas de los parasitoides son puestos cerca, dentro o en la superficie del hospedero.
- Los estados inmaduros casi siempre matan al hospedero.
- Los adultos requieren de polen y néctar como alimento suplementario.

Aproximadamente el 15% de todos los insectos son parasíticos, es decir, alrededor de 150 000 especies son potencialmente agentes de control biológico (Nicholls, 2008). Cecidomyiidae, Acroceridae, Nemestrinidae, Bombyliidae, Phoridae, Pipunculidae, Conopidae, Pyrgotidae, Sciomyzidae, Cryptochetidae, Calliphoridae, Sarcophagidae y Tachinidae, son familias del orden Díptera que incluyen especies parasíticas, pero Tachinidae, Phoridae y Cryptochetidae, son las de mayor importancia. Al menos 36 familias del orden Hymenoptera poseen especies parasíticas, pero los parasitoides más sobresalientes para el control biológico pertenecen a dos superfamilias, Chalcidoidea e Ichneumonoidea: Encyrtidae y Aphelinidae son las familias más usadas en el control biológico de un total de 16 que pertenecen a la superfamilia Chalcidoidea. La superfamilia Ichneumonoidea está compuesta por dos familias, Ichneumonidae, los miembros

de esta familia parasitan a diferentes tipos de hospederos, diversas especies tienen antenas y ovipositores largos, en otras son cortos y no visibles: las especies de la familia Braconidae son utilizados ampliamente en el control biológico, especialmente contra áfidos, larvas de diferentes especies del orden Lepidoptera y Coleoptera, en esta familia hay diversos tipos de endoparasitoides, tal es el caso de los endoparasitoides de escarabajos adultos o ninfas de Hemiptera, así como endoparasitoides de huevo-larva de lepidópteros. De la superfamilia Chrysoidea, la familia Bethyloidea son los más importantes para el control biológico, aunque varias especies de Dryinidae son liberados contra plagas de cultivos y ornamentales (Van Driesche *et al.*, 2007).

Uso de enemigos naturales

Existen diversos ejemplos del uso de enemigos naturales para la regulación de plagas, el reporte más antiguo data del año 1200, cuando los agricultores chinos manipularon las hormigas *Cecophylla smaragdina* Fab. (Hymenoptera: Formicidae) para el control del gusano defoliador de los cítricos *Tessarotoma papillosa* Drury (Metcalf y Luckmann, 1990 citados por Bahena, 2008). En cuanto a parasitoides, en 1 602 se reporta el primer caso de parasitismo de *Apanteles glomeratus* L. (Hymenoptera: Braconidae) en la especie *Pieris rapae* L. (Lepidoptera: Pieridae) y en 1 718 el parasitismo de un himenóptero de la familia Ichneumonidae en orugas de lepidópteros (Van Driesche *et al.*, 2007).

Para México en 1949, se registra el primer caso exitoso de control biológico, al introducir de la India y Pakistán, cuatro parasitoides *Amitus hesperidium* Silvestri (Hymenoptera: Platygasteridae), *Encarsia opulenta* Silvestri, *E. clypealis* Silvestri y *E. smithi* (Silvestri) (Hymenoptera: Aphelinidae) para la regulación poblacional de la mosca prieta de los cítricos *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae) (Carrillo-Sánchez, 1985 citado por Rodríguez y Arredondo, 2007). A partir de estos hechos, muchos son los eventos que ocurrieron tanto en México como en muchas otras partes del mundo; existen numerosos casos exitosos ampliamente documentados que se clasifican desde un éxito completo, o bien un éxito sustancial o parcial (Metcalf y Luckmann 1990 citados por Bahena, 2008).

por ejemplo las diferentes especies del género *Trichogramma*, que desde 1963 a la fecha se crían en diferentes laboratorios localizados en la República Mexicana como consecuencia de la alta efectividad que ejercen en la regulación de distintas especies del orden Lepidoptera.

Parasitismo en México

Después del éxito en el control de la mosca prieta de los cítricos, en México surge el interés para combatir biológicamente al género *Anastrepha*, mediante la importación de enemigos naturales (Jiménez, 1956 citado por Avendaño, 2006). En 1954 se realizan las primeras introducciones de especies parasitoides enviadas desde Hawái, esta necesidad surgió por el daño que provoca *Anastrepha ludens* Loew y *A. striata* Schiner (Diptera: Tephritidae) en algunos estados del país, que reportan importantes mermas económicas. Por lo tanto, se realizaron liberaciones de: *Opius tryoni* Cameron, *O. compensans* (Silvestri), *O. vandenboschi* (Fullaway), *O. novocaledonicus* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae), *Dirhinus giffardi* Silvestri (Hymenoptera: Chalcididae), *Syntamosphirum indicum* Silvestri y *Tribliographa daci* Weld (Hymenoptera: Eucolidae) en diferentes estados del país como: Morelos, Tamaulipas, Jalisco, Nayarit, Colima, Oaxaca, Veracruz y Chiapas (Jiménez, 1956 citado por Avendaño, 2006). Entre las liberaciones se incluyeron *Diachasmimorpha longicaudata* Ashmead (Hymenoptera: Braconidae), *Aceratoneuroomyia indica* Silvestri (Hymenoptera: Eulophidae) y *Pachycrepoideus vindemmia* Rondani (Ovruški et al., 2003 citados por Avendaño, 2006). Dichos organismos lograron reducir la infestación del género *Anastrepha* spp. en el país. El cultivo del café fue afectado por *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae) considerada la plaga de mayor importancia y es conocida como "la broca del café". En 1988 México busca una alternativa para el control del barrenador e introduce a los parasitoides africanos *Cephalonomia stephanoderis* Betrem y *Prorops nasuta* Waterston (Hymenoptera: Bethyridae) y la especie *Phymastichus coffea* LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) para su reproducción en laboratorio y se realizan las primeras liberaciones en el Soconusco, Chiapas con fines de establecimiento

siendo *C. stephanoderis* la especie que mejor se adaptó y del cual se realizaron más liberaciones en diversos estados del país para controlar a la broca del café mostrando resultados favorables de más del 26 % de parasitismo (Gómez et al., 2010).

Especies parasitoides en el estado de Nayarit

En el estado de Nayarit, son diversas las ocasiones que introdujeron organismos benéficos, para el control de alguna plaga de interés.

En 1995 se detectó la presencia de la broca del café (*Hypothenemus hampei*), en los municipios de Santiago Ixcuintla y Ruíz, afectó 1 223 ha. (6.53%), al mes de marzo de 1997 dicha plaga afectaba 1 700 ha. equivalente al 9% y para el año 2000 del 30-35%, es decir, aproximadamente 6 000 ha. (García, 2002). Una de las diferentes medidas de la Norma Oficial Mexicana NOM-002-FITO-2000, Por la que se establece la campaña contra la broca del café, fue la reproducción y liberación del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* y el entomopatógeno *Beauveria bassiana* en las zonas declaradas bajo control fitosanitario, los municipios de Compostela, Ruíz, San Blas, Santiago Ixcuintla, Tepic y Xalisco estaban en este estatus, con la utilización de estos enemigos naturales se logró disminuir al 2% de infestación en el 2009 de un 40-45% que existía en el 2004 (CESAVENAY, 2013).

Maconellicoccus hirsutus Green (Hemiptera: Pseudococcidae) conocida como "cochinilla rosada del hibisco", es una especie altamente polífaga que ataca aproximadamente 300 especies de vegetales, en los que incluye a cultivos de importancia económica como hortalizas, frutales, ornamentales y forestales. La plaga fue detectada por primera vez en Mexicali, Baja California, de donde se dispersó a Nayarit en los municipios de Bahía de Banderas, Ruíz, Santiago Ixcuintla, Tuxpan, Rosamorada, Tecuala, Acaponeta, Compostela, Huajicori, San Blas, Tepic, Xalisco, El Nayar y Amatlán de Cañas, en febrero de 2004. Debido a las características del insecto plaga y la importancia económica que representa se implementó el Dispositivo Nacional de Emergencia, con el objetivo de confinar y erradicar dicho brote en la región, ante esta situación el Gobierno Mexicano y la Organización Internacional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA), en abril del mismo

año, implementan un plan emergente fitosanitario para el control de la plaga mediante la importación y liberación de los parasitoides *Anagyrus kamali* Moursi, *Gyranoidea indica* Shafee, Alam & Agarwal (Hymenoptera: Encyrtidae), provenientes de Puerto Rico y Belice. El parasitoide *G. indica* no se logró adaptar, pero *A. kamali* y el depredador *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) proveniente de Estados Unidos y Canadá lograron disminuir considerablemente la población de cochinilla a niveles de infestación 1 o bajo, es decir, tener 10 cochinillas en promedio por brote, ambos insectos benéficos se lograron establecer en la región y se cumplió con una de las características principales del control biológico, ser autosostenible y mantener una regulación de la plaga (Isiordia et al., 2011)

En el 2010, la bacteria *Candidatus liberobacter asiaticus*, mejor conocida como Huanglongbing (HLB) o dragón amarillo se reporta en los municipios de Bahía de Banderas, Compostela, San Blas, Santiago Ixcuintla, Ahuacatán, San Pedro Lagunillas, Amatlán de Cañas, Tepic y Xaïisco de Cañas, (CESAVENAY, 2013). a raíz de esto un grupo de investigadores realizaron muestreos del psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), en diferentes zonas del estado de Nayarit para conocer sus enemigos naturales y establecer el control biológico de la plaga como una alternativa a dicho problema, de las muestras recolectadas se obtuvieron seis depredadores: *Olla v-nigrum* Mulsant, *Chilocorus cacti* L., *Cycloneda sanguinea* L., *Nephus* sp., *Pentilia* sp. y *Ceraeochrysa* sp. (Coleoptera: Coccinellidae), el entomopatógeno *Beauveria bassiana* y el parasitoide *Tamarixia radiata* Waterston (Hymenoptera: Eulophidae) (Rodríguez et al., 2012).

Son diversas las especies de parasitoides que se localizan en el estado de Nayarit, muchos se encuentran de forma natural y otros se establecieron por la intervención del ser humano, como es el caso de *Anagyrus kamali*, *Cephalonomia stephanoderis* y *Diachasmimorpha longicaudata* que fueron introducidos al estado de Nayarit para el control de plagas agrícolas y con los cuales se obtuvieron resultados favorables.

Las 36 especies de parasitoides que se tienen reportadas para Nayarit (cuadro 1) pertenecen únicamente al orden Hymenoptera y se encuentran en las siguientes familias taxonómicas:

Aphelinidae: Es la familia de mayor importancia en el control biológico de insectos fitófagos, principalmente de mosquitas blancas y escamas. Son avispidas de 1 mm de longitud o menos, de cuerpo corto y compacto, de color amarillo, pardo o negro, con ojos grandes, antenas formadas por menos de ocho segmentos, ala anterior con vena postmarginal usualmente no desarrollada, de 4 a 5 segmentos tarsales y abdomen con base ancha (Myartseva *et al.*, 2009).

Bethylidae: Representada por especies que tienen una longitud de 0.8 mm o menos usualmente de color negro, son parasitoides de larvas, especialmente del orden Coleoptera y Lepidoptera. Presentan venación reducida, abdomen de 7 u 8 segmentos y de 12 o 13 artejos antenales (Borror y White, 1970).

Braconidae: Este grupo tiene una amplia distribución, las larvas son parasitoides de una amplia gama de insectos y muchas especies son importantes agentes de control de plagas. Pueden ser de color pardo o negro y de 2 a 15 mm de longitud, la vena recurrente 1 puede estar presente o no, ausencia de la 2ª vena recurrente, la 1ª celda submarginal y la 1ª discoidal pueden juntarse o separarse por la base de la vena cubital (Borror y White, 1970).

Encyrtidae: Los ejemplares de este grupo tienen una amplia distribución, son parasitoides de la mosquita blanca y diversos insectos. Muchas especies son poliembriónicas, los adultos tienen una longitud de 1 a 2 mm y usualmente son de color negro o café, algunos son ápteros. Presentan mesopleura y mesonoto convexos, vena marginal muy corta, escutelo no más ancho que largo (Borror y White, 1970).

Eulophidae: Es un grupo grande y bastante común, reportan 600 especies para América del Norte, algunos son parasitoides del minador de la hoja, la subfamilia Tetrastichinae es parasitoide de huevos, larvas y pupas del orden Coleoptera, Lepidoptera y Diptera. Varían en forma y color, la mayoría de especies presentan

coloraciones negras y pocos ejemplares presentan colores metálicos brillantes, su longitud es de 1 a 3 mm aproximadamente, tarsos de cuatro segmentos, en las tibias anteriores presentan un pequeño espolón apical recto y el macho frecuentemente tiene antena pectinada. (Borror y White, 1970).

Eupelmidae: Parecidos a la familia Encyrtidae pero la vena marginal es larga, mesonoto aplanado o cóncavo, sutura parapsidal generalmente erguida, presentan coloraciones negras o cafés y son parasitoides de diversos insectos y arañas (Borror y White, 1970).

Eurytomidae: Tarsos de cinco segmentos y pronoto cuadrado en vista dorsal, coloraciones negro mate, torax de aspecto áspero o picado y abdomen de la hembra redondeado u ovalado. Algunas especies en etapas jóvenes son parasitoides de otros organismos pero en su etapa adulta se alimentan de plantas, tallos y semillas. (Borror y White, 1970).

Ichneumonidae: Está representada por un amplio número de insectos, con más de 3 000 especies reportadas para América del Norte, son insectos que se encuentran casi en todas partes, varían de tamaño y color, muchos presentan color uniforme de amarillento a negro, otros son de color brillante y con la combinación negro y marrón o bien negro y amarillo, algunos presentan los segmentos medios antenales con coloraciones amarillentas a blanquecinas. La mayoría de las especies tienen un ovopositor largo. Esta familia se encuentra dividida en un importante número de subfamilias o tribus y cada una de éstas frecuentemente son parasitoides de un grupo específico de insectos. Son avispas de cuerpo delgado, con una longitud de 3 a 40 mm, presentan dos venas recurrentes, la 2ª celda submarginal es pequeña o inexistente y ausente la base de la vena cubital, las celdas 1ª discoidal y 1ª submarginal se encuentran fusionadas. Antenas formadas por 16 o más artejos y generalmente casi tan largas como la mitad del cuerpo. Muchas especies de esta familia son insectos de importante valor en el control de insectos plaga (Borror y White, 1970).

Pteromalidae: Insectos con una longitud de 2 a 4 mm, usualmente de color negro o verde metálico, presentan tarsos de 5 segmentos, en las tibias anteriores presenta un espolón apical grande y curvo, mesopleura ligeramente cóncava o con una ranura poco profunda y amplia. Fémures posteriores no agrandados, pronoto cónico y estrecho hacia adelante en vista dorsal. Son parasitoides de diversas especies de insectos, muchas especies de esta familia son importantes agentes de control de plagas de los cultivos agrícolas (Borror y White, 1970).

Signiphoridae (Thysanidae): Algunas especies de esta familia son parasitoides primarios de escamas y otras son hiperparasitoides de parasitoides de escamas y moscas blancas. Son similares a la familia Encyrtidae su tamaño varía de 0.22 a 1.7 mm de tamaño, de coloración blanca a negra o rosa salmón, la vena marginal es tan larga como la submarginal y escutelo más ancho que largo. Esta familia es pequeña y rara (Borror y White, 1970).

Trichogrammatidae: Presentan vena marginal elongada, postmarginal y estigmal reducida, antenas con 5 a 13 artejos, cuerpo de aproximadamente 1 mm de longitud, metasoma ampliamente unido al propodeum, tarsos de 3 segmentos, alas anteriores con pelos diminutos en filas. Son parasitoides de huevos del orden Lepidoptera y considerados de importancia en el control de plagas agrícolas (Borror y White, 1970).

A continuación se presenta un cuadro con la relación de parasitoides reportados para el estado, es importante mencionar que son las especies de las que existe registro, sin embargo, es mucho lo que falta por estudiar con el objetivo de conocer los enemigos naturales de diversas especies y considerar a éstos como alternativa para el manejo de plagas.

Cuadro 1. Especies de parasitoides del orden Hymenoptera registradas en el Estado de Nayarit.

Familia	Especie parasitoide	Hospedero	Cultivo	Fuente
Aphelinidae	<i>Entomocerus californicus</i> Howard	<i>Bemisia tabaci</i> <i>Gennadius</i> (Hemiptera: Aleyrodidae)	Chile (<i>Capsicum annum</i> L.)	Ortiz, (2003)

Cuadro 1. Continuación

Familia	Especie parasitoida	Hospedero	Cultivo	Fuente
Aphelinidae	<i>Eretmocerus comperei</i> Rose	<i>Aleurothrixus floccosus</i> (Maskell) Tetraleurodes sp. (Hemiptera: Aleyrodidae)	_____	Myatseva et al. (2007)
	<i>Eretmocerus jimenezii</i> Rose	<i>Aleurothrixus floccosus</i> Maskell (Hemiptera: Aleyrodidae)	_____	Myatseva et al. (2011)
Bothyidae	<i>Cephalonomia stephanoderis</i> Betrem	<i>Hypothenemus hampei</i> Ferrari (Coleoptera: Scolytidae)	Café (Coffea spp.)	Cesavenay, (2013)
Braconidae	<i>Aleiodes</i> sp.	<i>S. frugiperda</i> Smith	Maíz (<i>Z. mays</i> L.)	Molina et al. (2004)
	<i>Aiolus</i> sp.	<i>A. eugeni</i> Cano	Chile (Capsicum spp. L.)	Rodríguez et al. (2007)
	<i>Apanteles deplanatus</i> Muesebeck	<i>Diatraea considerata</i> Heinrich <i>Diatraea magnifacta</i> Dyar (Lepidoptera: Pyralidae)	Caña azúcar (<i>S. officinarum</i> L.)	Grifaldo, (2011)
	<i>Bracon</i> sp.	<i>A. eugeni</i> Cano	Chile (Capsicum spp. L.)	Rodríguez et al. (2007)
	<i>Chelonus insularis</i> Creeson	<i>S. frugiperda</i> Smith	Maíz (<i>Z. mays</i> L.)	Estrada et al. (2011)
	<i>Chelonus</i> sp.	<i>S. frugiperda</i> Smith	Maíz (<i>Z. mays</i> L.)	González et al. (2003)
	<i>Cotesia</i> sp.	<i>S. frugiperda</i> Smith	Maíz (<i>Z. mays</i> L.)	Estrada et al. (2011)
	<i>Diachasma morphae longicauda</i> Ashmead	<i>Anastrepha</i> spp. (Diptera: Tephritidae)	Mango (<i>Mangifera indica</i> L.)	Isordia et al. (2011)
	<i>Glyptapanteles</i> sp.	<i>S. frugiperda</i> Smith	Maíz (<i>Z. mays</i> L.)	Molina et al. (2004)
	<i>Meteorus laphygmae</i> Viereck	Spodoptera frugiperda Smith (Lepidoptera: Noctuidae)	Maíz (<i>Zea mays</i> L.)	Bahena, (2008)
	<i>Meteorus</i> sp.	<i>S. frugiperda</i> Smith	Maíz (<i>Z. mays</i> L.)	González et al. (2003)
	<i>Traspis eugeni</i> Wharton & López-Martínez	<i>Anthonomus eugeni</i> Cano (Coleoptera: Curculionidae)	Chile (Capsicum spp. L.)	Rodríguez et al. (2007)
	<i>Urogastrus</i> sp.	<i>A. eugeni</i> Cano	Chile (Capsicum spp. L.)	Rodríguez et al. (2007)
Encyrtidae	<i>Anagrus kamali</i> Moursi	<i>Maconellicoccus hirsutus</i> Green (Homoptera: Pseudococcidae)	Teca (<i>Tectona grandis</i> L.)	García et al. (2009)

Cuadro 1. Continuación.

Familia	Especie parasitoida	Hospedero	Cultivo	Fuente
Encyrtidae	<i>Girardinoseia indica</i> Shafiq, Alam y Agarwal	<i>M. hirsutus</i> Green	Teca (T. grandis L.)	García et al. (2009)
	<i>Prochiloneurus</i> sp.	<i>Anagyris kamali</i> Moursi (Hymenoptera: Encyrtidae)	Teca (T. grandis L.)	García et al. (2009)
	<i>Cheloneurus</i> sp.	<i>A. kamali</i> Moursi	Teca (T. grandis L.)	García et al. (2009)
Eulophidae	<i>Tamania radiata</i> Waterston	<i>Diaphorna citri</i> Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae)	Limón persa (<i>Citrus latifolia</i> Tanaka)	Rodríguez et al. (2012)
	<i>Aprostocetus minutus</i> Howard	<i>A. kamali</i> Moursi	Teca (Tectona grandis L.)	García et al. (2009)
	<i>Euderus</i> sp.	<i>A. eugeni</i> Cano	Chile (<i>Capsicum</i> spp. L.)	Rodríguez et al. (2007)
	<i>Sympiesis</i> sp.	<i>A. eugeni</i> Cano	Chile (<i>Capsicum</i> spp. L.)	Rodríguez et al. (2007)
Eupelmidae	<i>Eupelmus</i> sp.	<i>A. eugeni</i> Cano	Chile (<i>Capsicum</i> spp. L.)	Rodríguez et al. (2007)
Eurytomidae	<i>Eurytoma</i> sp.	<i>A. eugeni</i> Cano	Chile (<i>Capsicum</i> spp. L.)	Rodríguez et al. (2007)
Ichneumonidae	<i>Campoplex flaviventris</i> Ashmead	<i>S. frugiperda</i> Smith	Maíz (<i>Z. mays</i> L.)	Molina et al. (2004)
	<i>Ephiosoma viticole</i> Cresson	<i>S. frugiperda</i> Smith	Maíz (<i>Z. mays</i> L.)	Molina et al. (2004)
	<i>Pristomerus spinator</i> Fabricius	<i>S. frugiperda</i> Smith	Maíz (<i>Z. mays</i> L.)	Molina et al. (2004)
	<i>Pristomerus</i> sp.	<i>S. frugiperda</i> Smith	Maíz (<i>Z. mays</i> L.)	Estrada et al. (2011)
Pteromalidae	<i>Catolaccus grandis</i> Burks	<i>Anthonomus grandis</i> Boheman <i>Anthonomus hunteri</i> (Coleoptera: Curculionidae)	Algodón (<i>Gossypium</i> spp.) Cienfuegosia spp.	Nichols, (2008)
	<i>Catolaccus hunteri</i> Crawford	<i>A. eugeni</i> Cano	Chile (<i>Capsicum</i> spp. L.)	Rodríguez et al. (2007)
Signiphoridae	<i>Chartocerus</i> sp.	<i>A. kamali</i> Moursi	Teca (T. grandis L.)	García et al. (2009)
	<i>Signiphora</i> sp.	<i>A. kamali</i> Moursi	Teca (T. grandis L.)	García et al. (2009)
Trichogrammatidae	<i>Trichogramma pretiosum</i> Riley	Larvas de Lepidoptera	Diversos cultivos	García et al. (2005)

Discusión

El uso de plaguicidas para el control de plagas agrícolas, no es la única opción para lograr el éxito en la producción, existen alternativas que no afectan el equilibrio de poblaciones, que no inducen el desarrollo de resistencia y no desplazan a especies, esta opción es el uso de organismos benéficos, que regulan las poblaciones de organismos plaga, mantienen densidades de plagas que no provocan daños económicos, logran disminuir la contaminación por el uso de moléculas químicas y conservan la diversidad de especies, tal es el caso de *A. kamali* quien en el 2008 ejerció un parasitismo promedio de 22.55% a 42.31% en *M. hirsutus*, en el municipio de Compostela y para noviembre del 2009 reportan un parasitismo del 44%, se comprobó así la gran eficiencia de los enemigos naturales como un caso exitoso del control biológico (Sánchez, 2010). Una amplia diversidad de parasitoides que se encuentran de forma natural en los diferentes ecosistemas y agroecosistemas regulan a otros insectos, tal es el caso de los parasitoides *Traspis eugeni*, *Urosigalphus* sp., *Aliolus* sp., *Bracon* sp., *Catolaccus hunteri*, *Euderus* sp., *Sympiesis* sp., *Eupelmus* sp. y *Eurytoma* sp. que regulan la población de *Anthonomus eugeni* lamentablemente no se tienen reportes del porcentaje de parasitismo de estas especies (Rodríguez *et al.*, 2007) y en los estudios realizados por Rodríguez *et al.* (2012) se reporta un parasitismo del 7.6% de *Tamarixia radiata* en ninfas de *Diaphorina citri*, lo anterior nos indica que los parasitoides mantienen una interacción con su huésped que genera una regulación denso-dependiente.

Conclusión

El Conocimiento de la entomofauna regional nativa e introducida permite diseñar programas de manejo biológico de plagas. Implementar estrategias de manejo de bajo impacto a la fauna benéfica y establecer estrategias de respeto a las cadenas tróficas. El control biológico es una herramienta técnica sustentable para el manejo de plagas de los principales cultivos establecidos en el estado de Nayarit y se reporta una gran diversidad de especies con función de equilibrio biológico. Se registran 11 familias de parasitoides, de las cuales, la familia Braconidae, es la

que hasta el momento representa mayor diversidad, pues hay reportadas 13 especies, la familia Encyrtidae, Eulophidae e Ichneumonidae están representadas por cuatro especies cada una, seguida de Aphelinidae para la que se reportan tres especies de parasitoides, Signiphoridae y Pteromalidae cuenta con dos especies cada una y en las familias Bethyidae, Eupelmidae, Eurytomatidae y Trichogrammatidae solo se tiene reporte de una especie en cada una. La mayoría de las especies reportadas se encuentran de forma natural, lo que indica la gran diversidad de organismos y la interacción que existe entre ellos; es importante mencionar que aún son muchos los estudios que faltan por realizarse en este tema con el objetivo de conocer la diversidad y presentar alternativas en el manejo de plagas a los productores agrícolas.

Literatura citada

- Avendaño FS. Búsqueda de parasitoides asociados a *Anastrepha* spp. en frutales de la región de Tapanatepec, Oaxaca (Tesis de maestría). Oaxaca: Instituto Politécnico Nacional, 2006.
- Bahena JF. Enemigos naturales de las plagas agrícolas del maíz y otros cultivos. Texcoco INIFAP, 2008: 21-27.
- Borror JD, White ER. A field guide to the insects of America North of Mexico. The United States of America: Editorial Houghton Mifflin Company, 1970. 320-322, 324-326, 330, 339, 340.
- Carballo M. Manejo de insectos mediante parasitoides. Manejo integrado de plagas y agroecología (Costa Rica) 2002; 66: 118-122.
- CESAVERNAY. Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Nayarit [Campaña Fitosanitaria contra la broca del café] SAGARPA, 2013 [consultado 2013 marzo 14]. Disponible en: http://cesavenay.org.mx/?page_id=47.
- CESAVERNAY. Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Nayarit [Campaña Fitosanitaria contra el Huanglongbing (HLB) de los cítricos] SAGARPA, 2013 [consultado 2013 marzo 11] Disponible en: http://cesavenay.org.mx/?page_id=43.

- Estrada VMO, Cambero CJ, Carvajal CC, Robles BA, Rios VC y Caro VF. Reporte preliminar de enemigos naturales del cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en Nayarit, México. En: Simposio de Control Biológico. 2011 noviembre 61-64. Monterrey, Nuevo León, México.
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura]. 2011. Consultado 2013 marzo 5. Disponible en: www.fao.org/docrep/015/i16885/i1688500.pdf
- García AM. Efectividad biológica de *Beauveria bassiana* (Bats.) Vuill., en broca del café, en Xalisco Nayarit (Tesis de licenciatura). Nayarit: Universidad Autónoma de Nayarit, 2002.
- García GF, González HA, España LMP. Especies de *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) presentes en los centros de reproducción de México. Revista acta zoológica mexicana 2005; 21(003): 125-135.
- García VF, Ortega ALD, González HH, Villanueva JJA, López CJ, González HA y Arredondo BHC. Parasitismo natural e inducido de *Anagyrus kamali* sobre la cochinilla rosada en brotes de teca, en Bahía de Banderas, Nayarit. Agrociencia 2009; 43: 729-738.
- Gómez RJ, Santos OA, Valle MJ y Montoya GJ. Determinación del establecimiento de parasitoides de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytidae) en cafetales del Soconusco, Chiapas, México. Entomotropica 2010; 25(1): 25-36.
- González FB y Bernal IA. Impacto social del uso de los plaguicidas en el mundo. Universidad de Matanzas. 2000. 8-9.
- González HA, Delfin GH, Figueroa DLRI, Lomelí FR, López MV, Sánchez GJA y Wharton AR. Catálogo ilustrado de Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) en México. 2003.

- Grifaldo, APF. Incidencia de nematodos entomopatógenos en áreas cañeras de Veracruz y su interacción con el barrenador de la caña de azúcar *Diatraea saccharalis*. (Tesis de Maestría). Texcoco: Colegio de Posgraduados, 2011.
- Hernández AA y Hansen AM. Uso de plaguicidas en dos zonas agrícolas de México y evaluación de la contaminación de agua y sedimentos. *Int Contam Ambie* 2011; 27(2): 115-127.
- Isiordia AN, García MO, Flores CRJ, Díaz HM, Carvajal CCR, Espino AR. El cultivo del mango en Nayarit, acciones e impactos en materia fitosanitaria 1993-2010. Fuente 2011; Año 2 No. 7.
- Molina OJ, Carpenter JE, Lezama GR, Foster JE, González RM, Angel SCA y Farias LJ. Natural distribution of Hymenopteran parasitoids of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae in Mexico. *Florida Entomologist* 2004; 84(4): 16-472.
- Myartseva SN, Ruiz CE y Coronado BJ. M. Especies de *Eretmocerus* Haldeman (Hymenoptera: Aphelinidae) parasitoides de *Aleurothrixus floccosus* (Marskell) (Homoptera: Aleyrodidae) de México, en la descripción de una nueva especie. *Acta Zoológica Mexicana* 2007; 23(1): 37-46.
- Myartseva SN, Ruiz CE y Coronado BJ. M. Identificación de los géneros Aphelinidae de México (Hymenoptera: Chalcidoidea). *Entomología Mexicana* 2009; 8: 935-939.
- Myartseva SN, Ruiz CE y Coronado BJ. M. Especies de *Eretmocerus* Haldeman (Hymenoptera: Aphelinidae) de México con maza antenal corta, clave y descripción de una nueva especie. *Acta Zoológica Mexicana* 2011; 27(3): 583-590.
- Nicholls ECI. Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. Colombia: Editorial Universidad de Antioquia, 2008: 2, 28, 29, 56-70, 109-124.
- Ortiz, CM. Factores bióticos y abióticos que influyen en el desarrollo de las mosquitas blancas y de los hongos entomopatógenos como biocontroladores (Tesis de Doctorado). Texcoco: Colegio de Posgraduados, 2003.

- Rodríguez, D. B. L. A. y Arredondo B. H. C. Teoría y aplicación del control biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico. 2007: 2-4, 6, 12, 62-67.
- Rodríguez LE, Stansly PA, Schuster JD y Bravo ME. Diversity and distribution of parasitoids of *Anthonomus eugenii* (Coleoptera: Curculionidae) from Mexico and prospects for biological control. Florida Entomologist 2007, 90(4): 693-702.
- Rodríguez PM, Cambero CJ, Robles BA, Carvajal CC, y Estrada VO. Enemigos naturales asociados a *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en el cultivo de limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka) en Nayarit, México. Acta Zoológica Mexicana 2012; 28(3): 625-629.
- Sánchez CB. *Anagrus kamali* Moursi y *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant su impacto sobre *Maconellicoccus hirsutus* Green en el sur de Nayarit (Tesis de Licenciatura). Xalisco: Universidad Autónoma de Nayarit, 2010.
- SIAP (Servicio de información agroalimentaria y pesquera) SAGARPA, 2010. [Anuario estadístico de producción agrícola 2010 en internet] [consultado 2012 agosto 18]. Disponible en: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350 disponible
- Van Driesche RG, Hoddle MS, Center TD, Ruiz CE, Coronado BJ y Manuel AJ. Control de plagas y malezas por enemigos naturales. Washington. U. S. D. A., 2007: 3- 29, 43-46.

IV. *Meteorus arizonensis* MÜESÉBECK, 1923 (HYMENOPTERA: BRACONIDAE): NUEVO REGISTRO PARA MÉXICO

Meteorus arizonensis MUESEBECK, 1923 (HYMENOPTERA: BRACONIDAE): NEW RECORD FOR MEXICO

Gutiérrez-Ramírez, A.¹, A. Robles-Bermúdez², J. Cambero-Campos² y J.M. Coronado-Blanco^{3*}.

¹Estudiante de Posgrado de Ciencias Biológico Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nayarit, carretera Tepic-Compostela Km. 9 Xalisco, Nayarit, México.

²Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit, carretera Tepic-Compostela Km. 9 C.P. 63155, Xalisco, Nayarit, México

³Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Centro Universitario, 87149 Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

*autora de correspondencia: jmcoronado@uat.edu.mx

Abstract: Braconidae is one of the more diverse families of Hymenoptera with almost 20,000 species worldwide. *Meteorus* has 316 species and is almost cosmopolitan. Previously, seven species of this genus have been recorded from Mexico. In this note, *Meteorus arizonensis* Muesebeck is recorded for the first time for the country, obtained from the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), with material from Santa María del Oro, locality in the State of Nayarit.

El género *Meteorus* Haliday, 1835 (Braconidae: Euphorinae, Meteorini) cuenta con 316 especies a nivel mundial registradas de las regiones Neártica, Neotropical, Paleártica, Oriental, Afrotropical y Oceánica (Yu et al., 2012). Coronado (2013) registró para México (sin citar localidades) a siete especies: *M. autographae* Muesebeck, 1923, *M. euschasiae* Muesebeck, 1923, *M. hyphantriae* Riley, 1887, *M. kraussi* Muesebeck, 1958, *M. laphygmae* Viereck, 1913, *M. rubens* (Nees, 1811) y *M. versicolor* (Wesmael, 1835).

Durante el ciclo primavera-verano 2012 en una parcela de maíz, *Zea mays* L. localizada en el municipio de Santa María del Oro, estado de Nayarit, México (21°19'52.9" N, 104°34'54.7" O y 1,179 msnm mediante muestreo cinco de oros (CESAVEG, S/A) fueron colectadas 104 larvas de gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) de diferente estadio larval con apariencia sana, mismas que fueron depositadas en frascos de plástico de 1oz. (Envase Primo S.A. de C.V. [®], México) con cogollos y hojas tiernas como alimento. Se mantuvieron a humedad relativa y temperatura ambiente y se observaron durante 60 días para la obtención de parasitoides, entomopatógenos o adultos de *S. frugiperda*. Los parasitoides obtenidos se etiquetaron y conservaron en alcohol al 70%. El material de Meteorinae (hoy Euphorinae) fue estudiado en el Museo de Insectos (MIFA) de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, donde se montó y etiquetó mediante el programa EntoPrint con los respectivos datos de colecta. Para la determinación de la subfamilia y género se usaron las claves de Wharton *et al.* (1998) mientras que para la determinación de las especies se utilizaron las claves de Muesebeck (1923) y Aguirre *et al.* (2011). Los especímenes colectados fueron fotografiados con una cámara digital Canon PowerShot SX50HS y un lente Raynox DCR-250. El material se encuentra depositado en el MIFA- UAT en Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

Material examinado

M. arizonensis. México: Nayarit, Sta. Ma. Del Oro ex larvas de *S. frugiperda* (22-VIII-2012), fecha de emergencia: 02-IX-2012 (1 hembra y 1 macho). Alicia Gutiérrez Ramírez (col.); Otro material: *M. laphygmae*. México: Nayarit, Ahuacatlán. Desv. Amado Nervo ex larva de *S. frugiperda* (29-VII-2013), fecha de emergencia: 29-VIII-2013 (1 hembra). Alicia Gutiérrez Ramírez (col.); Nayarit, Compostela. Predio El Portugal ex *S. frugiperda* (20-VII-2013), fecha de emergencia: 16-VIII-2013 (2 machos). Alicia Gutiérrez Ramírez (col).
M. arizonensis fue registrada de Canadá (Alberta), Estados Unidos (Arizona, New Mexico y Texas), Colombia, Honduras y Nicaragua, en las regiones Neártica y

Neotropical, teniendo como hospederos a *Helicoverpa zea* (Boddie) y *Spodoptera frugiperda* (Yu et al., 2012).

Las especies *M. laphygmae* y *M. autographae* fueron registradas en México como parasitoides del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), por lo que *M. arizonensis* es nuevo registro en México y como parasitoides del gusano cogollero en maíz en el país. Por tanto, con este registro se tienen ocho especies de *Meteorus* reportadas en México, tres de las cuales son parasitoides de *S. frugiperda*.

M. arizonensis comparte con *M. laphygmae* la siguiente combinación de características: mandíbula torcida, carina occipital completa, notauli no distintivo, dorsopes ausentes, bordes ventrales del primer terguito unidos completamente a lo largo de la mitad basal, y ovipositor corto. *M. arizonensis* puede ser separado de *M. laphygmae* por tener la longitud del temple 0.6-0.7 veces la longitud de los ojos en vista dorsal, propodeo rugoso y el color del cuerpo ferruginoso ya que en *M. laphygmae* la longitud del temple es de 0.3 – 0.5 veces la longitud de los ojos en vista dorsal, el propodeo es areolado-rugoso y el color del cuerpo es amarillo (Aguirre et al., 2011)

Esta es una contribución al conocimiento del género *Meteorus* en México con un registro actualizado de ocho especies.

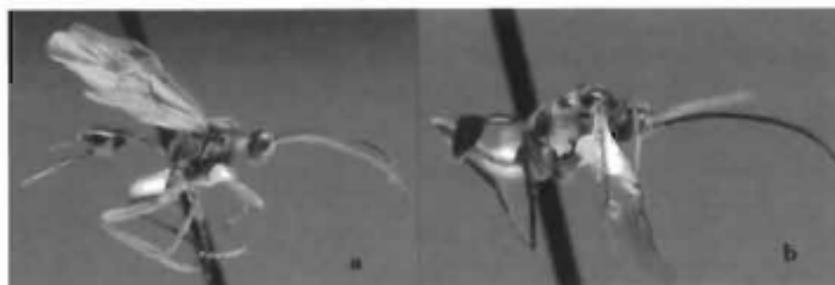


Figura 1. *Meteorus arizonensis* Muesebeck, 1923. Longitud del cuerpo: 5 mm.

a) Hembra, b) macho.

Agradecimientos

Al CONACyT y a la Universidad Autónoma de Nayarit por el apoyo económico para la realización de una estancia académica de la primera autora en la UAT. Al Dr. Sergey A. Belokobylskij (Instituto Zoológico de la Academia de Ciencias, San Petersburgo, Rusia) por la corroboración de las dos especies durante su estancia en la UAT. Al editor y revisores de esta nota científica por sus valiosos comentarios.

Literatura citada

Aguirre H., C. E. Sarmiento & S.R. Shaw. 2011. Taxonomic revision and morphometric analysis of *Meteorus* Haliday, 1835 (Hymenoptera: Braconidae: Meteorinae) from Colombia. *Zootaxa* 2938: 1-68.

CESAVEG.S/A.

http://www.cesaveg.org.mx/html/folleto/folleto_07/tecnico_maiz_07.pdf
(fecha de consulta: junio del 2014).

Coronado B. J. M. 2013. La familia Braconidae (Hymenoptera) en México. *Entomología Mexicana*. 12(1): 31-46.

Muesebeck, C. F. W. 1923. A revision of the North American species of ichneumon-flies belonging to the genus *Meteorus* Haliday. *Proceedings U. S. National Museum*. 63(2): 34-35.

Wharton A. R., P. M. Marsh & M. J. Sharkey. 1996. Manual para los géneros de la familia Braconidae (Hymenoptera) del Nuevo Mundo. Pp. 333-337.

Yu D. S., K. van Achterberg & K. Horstmann K. 2012. World Ichneumonoidea 2011. Taxonomy, biology, morphology and distribution. Taxapad. CD. Vancouver. Canada.

V. PARASITOIDES DE *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) ENCONTRADOS EN NAYARIT, MÉXICO.

Gutiérrez-Ramírez, A.¹, A. Robles-Bermúdez², J. Cambero-Campos², C. Santillán-Ortega², M. Ortiz-Catón² y J.M. Coronado-Blanco³.

¹Estudiante de Posgrado de Ciencias Biológico Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nayarit, carretera Tepic-Compostela Km. 9, C.P. 63155. Tel +52 (311) 2111163 Xalisco, Nayarit, México. ²Unidad Académica de Agricultura y Posgrado de Ciencias Biológico Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nayarit, ³Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Centro Universitario, 87149 Cd. Victoria, Tamaulipas, México *autora de correspondencia: aliquira7@hotmail.com

Resumen

Con el objetivo de identificar los parasitoides asociados al cogollero del maíz se recolectaron 1 836 larvas de *Spodoptera frugiperda* del primero al tercer estadio en cultivo de maíz durante los ciclos primavera-verano, otoño-invierno 2012 y primavera-verano 2013 en siete municipios del estado de Nayarit, 284 larvas fueron parasitadas generando una tasa de parasitismo total del 15.47%. Del orden Hymenoptera se identificaron seis especies parasitoides de la familia Braconidae de las cuales *Chelonus cautus* es el primer registro para Nayarit y tres especies de la familia Ichneumonidae, también se presentó la familia Scelionidae, así como Chloropidae y Tachinidae de Diptera. La tasa de parasitismo más alta para una recolecta simple fue 42.37% representada por cuatro especies en el municipio de San Pedro Lagunillas en agosto de 2013. Este estudio muestra la amplia diversidad de parasitoides que se encuentran de forma natural en el estado y el importante papel que desempeñan en la regulación de insectos plaga.

Palabras clave: Parasitoides, gusano cogollero, maíz, Hymenoptera, Diptera.

Abstract

The armyworm is an important pest in corn crop, in order to identify associated parasitoids, this research was did with 1836 larvae of *Spodoptera frugiperda* from first to third stage in corn were it was collected during the spring-summer cycle, fall-winter 2012 and spring-summer 2013 in seven municipalities in the state of Nayarit, 284 larvae were parasitized and generating a total parasitism rate of 15.47%. Six species of Braconidae family in the order Hymenoptera were identified including *Chelonus cautus* which is the first record for Nayarit and three species of Ichneumonidae, the family Scelionidae is also presented as well as Chloropidae and Tachinidae from Diptera order were identified. The highest rate of parasitism for a simple collection was 42.37% represented by four species in the municipality of San Pedro Lagunillas in August 2013. This study shows the wide diversity of parasites that are found naturally in the state and the important role they play in the regulation of insect pests.

Key words: Parasitoids, fall armyworm, corn crop, Hymenoptera, Diptera

Introducción

En México el cultivo de maíz *Zea mays* L. es de gran importancia económica, social y cultural, representa el 51.67% de la superficie nacional cultivada y en Nayarit asciende a 27.34% de la superficie cultivada (SIAP, 2013). Este cultivo posee una amplia gama de problemas fitosanitarios pero el principal es el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), quien llega a ocasionar pérdidas en el rendimiento superiores al 70% en regiones tropicales y subtropicales (Andrews, 1968; Ayala *et al.*, 2013). A través del tiempo, el ser humano implementa diversos métodos para contrarrestar el daño económico causado por plagas, uno de éstos es el control biológico que es el uso de uno o varios organismos para reducir la densidad de población de otro organismo y es la forma más segura, exitosa y rentable para el manejo de plagas. Los parasitoides son insectos que durante su estado inmaduro requieren de un individuo específico para poder desarrollarse y al

llegar a la etapa adulta son de vida libre, a nivel mundial el uso de este tipo de enemigos naturales se incrementa notablemente en las últimas décadas (IOBC, 2012). Bahena (2003), menciona que son más de 40 especies de parasitoides pertenecientes a la familia Sarcophagidae, Tachinidae, Eulophidae, Ichneumonidae y Braconidae, registradas para México y Rodríguez *et al.* (2014) mencionan que 16 ichneumonídeos y 15 braconídeos están reportadas para gusano cogollero en el país. Para Nayarit, Estrada *et al.* (2013) reportan siete especies parasitoides de esta plaga en el municipio de Xalisco y Molina *et al.* (2004) nueve especies parasitoides en el mismo estado. ambos estudios realizados en el ciclo primavera-verano; por lo anterior, los objetivos de la presente investigación fueron: Determinar los parasitoides de gusano cogollero del maíz en el estado de Nayarit, México y evaluar el parasitismo natural en las poblaciones de gusano cogollero.

Materiales y métodos

Se recolectaron larvas de *S. frugiperda* del primero al tercer instar con apariencia sana, en parcelas de maíz para grano. El tamaño de muestra varió de 45 a 133 larvas de los primeros tres estadios larvales con apariencia sana y recolectadas al azar en muestreo cinco de oros, cada una de las larvas fueron depositadas en frascos de plástico de 1 oz. (Envase Primo S.A. de C.V.[®], México) con cogollos y hojas tiernas como alimento o dieta sintética. Se mantuvieron a humedad relativa y temperatura ambiente y se observaron cada 24 horas hasta la obtención de parasitoides o adultos de *S. frugiperda*. Los parasitoides colectados se conservaron en frascos con alcohol al 70 % y se etiquetaron con los respectivos datos de colecta. El material obtenido se estudió en el Museo de Insectos (MIFA) de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, donde se montó y etiquetó con el programa EntoPrint; para la determinación de orden y familia se usaron las claves de Triplehorn & Johnson (2005), para subfamilia y género de Wharton *et al.* (1998), Townes & Townes (1996) y Ruiz (1998), mientras que para las especies se utilizaron las de Aguirre *et al.* (2011), Beardsley (1961), Cameron (1886), Cave y Saucedo (1995), Gauld *et al.* (2000), Mason (1981), Marsh (1978), McComb (1968) y Muesebeck, (1923), con la ayuda de un microscopio Leica MZ12. El

material de Ichneumonidae fue determinado por el Dr. Enrique Ruiz Cáncino y las especies de Braconidae corroboradas por la Dra. Juana María Coronado Blanco y Dr. Sergey A. Belokobylskij, dicho material taxonómico se encuentra depositado en el MIFA-UAT en Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

En el Cuadro 1 se muestran los datos de colecta, localización geográfica y altitud de cada una de las muestras obtenidas. Para el registro de coordenadas y altitud se utilizó un GPS Garmin eTrex 30.

Cuadro 1. Datos de recolecta, localización geográfica y altitud de los sitios de muestreo.

Código	Fecha	Municipio	Ciclo		Altitud (m)
			Sitio de muestreo	Localización	
Primavera – Verano 2012					
AH1	18-VIII	Ahuacatlán	Ahuacatlán	21°03'29.1" N, 104°27'26.4" W	1 009
SM1	22-VIII	Santa María del Oro	Santa María del Oro	21°19'52.9" N, 104°34'54.7" W	1 179
SP1	23-VIII	San Pedro Lagunillas	San Pedro Lagunillas	21°12'56.1" N, 104°48'04.0" W	1 149
Otoño – Invierno 2012					
SI1	17-XII	Santiago Ixcuintla	Puerto El Canal	21°48'01.4" N, 105°16'46.3" W	16
SI2	17-XII		Puerta de Mangos	21°48'16.0" N, 105°13'56.7" W	16
SI3	11-I		Parcela Sauta	21°43'59.7" N, 105°08'41.0" W	27
CP1	11-I	Compostela	Zacualpan	21°13'38.3" N, 105°09'54.7" W	19
Primavera – Verano 2013					
AH2	22-VII	Ahuacatlán	Ahuacatlán	21°03'05.6" N, 104°27'34.2" W	1 012
AH3	22-VII		Parcela Copates	21°04'26.2" N, 104°32'59.1" W	971
AH4	29-VII		Desviación Amado Nervo	21°07'39.9" N, 104°36'33.5" W	726
CP2	20-VII	Compostela	El Portugal	21°12'29.3" N, 104°54'42.1" W	870
CP3	29-VII		El Estación	21°21'18.9" N, 104°37'49.3" W	807
SM2	22-VII	Santa María del Oro	Cerro Blanco- Mojarras	21°22'54.1" N, 104°37'04.9" W	946
SM3	22-VII		Parcela Cerro Blanco	21°21'51.9" N, 104°37'06.1" W	974
SM4	2-VIII		Parcela Mojarras	21°25'10.6" N, 104°37'10.0" W	861
SP2	29-VII	San Pedro Lagunillas	Parcela 1	21°13'53.9" N, 104°54'04.3" W	1 186

Cuadro 1. Continuación.

Código	Fecha	Municipio	Ciclo		
			Sitio de muestreo	Localización	Altitud (m)
SP3	25-VIII		Parcela 2	21°11'24.7" N, 104°42'38.1" W	1 187
TP1	31-VII	Tepic	Tepic	21°36'04.8" N, 104°50'00.0" W	587
TP2	28-VIII		Parcela El Refugio	21°11'24.8" N, 104°42'38.0" W	1 043
XG1	24-VII	Xalisco	Ejido Carrizal	21°20'30.9" N, 104°34'32.2" W	888
XG2	31-VII		Ejido Emisano Zapata	21°19'25.7" N, 104°55'15.1" W	889

Resultados y discusión

De las 1 836 larvas de gusano cogollero recolectadas durante los tres ciclos en siete municipios del estado de Nayarit, 284 larvas fueron parasitadas registrando una tasa de parasitismo total del 15.47%. Se obtuvieron 177 parasitoides adultos representantes de dos familias del orden Diptera (Chloropidae y Tachinidae) y tres familias del orden Hymenoptera (Scelionidae, Ichneumonidae y Braconidae), siendo estas dos últimas familias en las que se obtuvo mayor abundancia y diversidad (seis géneros y nueve especies).

De las 21 recolectas realizadas, cuatro presentaron una tasa de parasitismo superior al 30%, en la recolecta SP3 la tasa de parasitismo fue de 42.37%; seguida por TP2, AH4 y SI1 para quienes se reporta una tasa de parasitismo de 42.27%, 36.96% y 30.90% respectivamente y únicamente la recolecta CP1 presentó una tasa de parasitismo nula (Cuadros 2-4).

Conforme se hicieron los muestreos en los tres ciclos, se capturó un mayor número de larvas (de 284 a 1195), hubo mayor número de larvas parasitadas (de 42 a 181) y un mayor número de parasitoides emergidos (de 30 a 108), sin embargo la variación en el porcentaje de parasitismo entre los tres ciclos fue de aproximadamente el 2% (de 14.68 a 17.38%).

Cuadro 2. Porcentaje de mortalidad de larvas de *S. frugiperda* del ciclo primavera-verano 2012.

Fecha	Código ^a	Larvas capturadas	Larvas parasitadas	Parasitoides emergidos	% de parasitismo por lugar
18-VIII	AH1	72	11	2	15.27
22-VIII	SM1	104	23	21	22.11
23-VIII	SP1	110	8	7	7.27
Total		286	42	30	14.68

^a Ver sección de Materiales y métodos.

Cuadro 3. Porcentaje de mortalidad de larvas de *S. frugiperda* del ciclo otoño-invierno 2012.

Fecha	Código ^a	Larvas capturadas	Larvas parasitadas	Parasitoides emergidos	% de parasitismo por lugar
17-XII-2012	SI1	110	34	12	30.90
17-XII-2012	SI2	91	26	26	28.57
11-I-2013	SI3	100	1	1	1.00
11-I-2013	CP1	50	0	0	0
Total		351	61	39	17.68

^a Ver sección de Materiales y métodos.

Cuadro 4. Porcentaje de mortalidad de larvas de *S. frugiperda* del ciclo primavera-verano 2013.

Fecha	Código ^a	Larvas capturadas	Larvas parasitadas	Parasitoides emergidos	% de parasitismo por lugar
22-VII	AH2	50	6	2	12.00
22-VII	AH3	45	6	3	13.33
29-VII	AH4	92	34	8	36.96
20-VII	CP2	133	13	11	9.77
29-VII	CP3	100	9	3	9.00
22-VII	SM2	49	4	1	8.33
22-VII	SM3	50	8	6	16.00
2-VIII	SM4	105	3	2	2.88

Cuadro 4. Continuación.

Fecha	Código*	Larvas capturadas	Larvas parasitadas	Parasitoides emergidos	% de parasitismo por lugar
29-VII	SP2	88	2	1	2.27
25-VIII	SP3	118	50	42	42.37
31-VII	TP1	100	1	1	1.00
28-VIII	TP2	97	41	27	42.27
24-VII	XC1	84	2	0	2.38
31-VII	XC2	86	2	1	2.24
Total		1 199	181	108	15.09

* Ver sección de Materiales y métodos

En los órdenes Hymenoptera y Diptera se encuentra la mayor cantidad de parasitoides, a esta última pertenece la familia Tachinidae que se consideran como las moscas parasitoides más importantes, atacan una amplia variedad de los órdenes Coleoptera, Orthoptera, Hemiptera y Lepidoptera, tal es el caso de las especies *Archytas marmoratus* (Townsend) y *Voria rurales* (Fallén) parasitoides en plagas agrícolas (Triplehorn y Johnson, 2005; Ríos *et al.*, 2011). En el presente trabajo la presencia de esta familia de dípteros se hizo notar con una tasa de parasitismo de 5.26% dato de menor valor comparado con el obtenido por Ríos *et al.* (2011) en Coahuila donde la media de parasitismo fue de 8.67% y 20.67%, pero si superior al rango obtenido por esta familia que fue de 0.72% a 1.60% en el estudio realizado en Chiapas por Ruiz *et al.* (2007). La familia Chloropidae también se presentó con una tasa de parasitismo de 0.91%, Triplehorn y Johnson (2005) mencionan diversos hábitos en los ejemplares de esta familia, desde importantes plagas de cereales e incluso pocas especies parasitoides.

Se obtuvo un ejemplar de la familia Scelionidae (Hymenoptera) de la colecta TP2 con una tasa de parasitismo de 1.03%. Es importante mencionar que dicha familia hasta el momento sólo se encuentra reportada como excelente parasitoide de huevos de *S. frugiperda* en México y otros países de América (Molina *et al.*, 2003;

Oliveira *et al.*, 2010) por lo que este es el primer registro de esta familia que parasita larvas de esta especie de lepidóptero.

Fueron identificadas seis especies de braconidos: *Cotesia marginiventris* (Cresson, 1865), presentó la mayor tasa de parasitismo del estudio con un 28.57%, pero dicha especie solo se registró en la colecta SI2 y fue la única especie parasitoide presente para este lugar, localizado en el municipio de Santiago Ixcuintla. La especie *Cotesia* sp. aff. *scitula* (Riley, 1881) presentó una amplia distribución, ya que se encontró en 11 de las 21 recolectas realizadas, la tasa de parasitismo de esta especie en cada uno de los lugares de colecta fue relativamente baja, pues el mayor valor fue de 6.0% y se obtuvo de la colecta SM3; esta especie no se encontró en los municipios de Santiago Ixcuintla y Xalisco; sin embargo, Estrada *et al.* (2013) y Molina *et al.* (2004) reportan una tasa de parasitismo del 0.3% y 2.2% para *Cotesia* sp. datos considerablemente variables comparados con los obtenidos en este estudio, lo cual muestra una amplia variabilidad en el porcentaje de parasitismo de diferentes años y localidades.

Cotesia marginiventris (Cresson, 1865) se encuentra reportada para cuatro estados de la República Mexicana, estos son: Veracruz, Sinaloa, Jalisco y recientemente Nayarit (base de datos J.M. Coronado; Gutiérrez *et al.*, 2014) mientras que *Cotesia scitula* (Riley) no se encuentra reportada para México según Yu *et al.* (2012) por lo que *Cotesia* sp. aff. *scitula* es el primer registro de este parasitoide de gusano cogollero en el país.

Chelonus (Chelonus) insularis Cresson, 1865 presentó una tasa de parasitismo del 27.97%, el segundo mayor porcentaje obtenido en el estudio, dicha especie se encontró en nueve de las 21 recolectas realizadas, estos datos coinciden con diversos investigadores como Molina *et al.* (2003) quienes reportan la presencia de *Ch. insularis* en diversos países del continente Americano e incluso en México, en el estudio realizado en seis estados del pacifico mexicano por Molina *et al.* (2004) reportan la segunda tasa de parasitismo más alta del estudio que fue de 16.7% en el estado de Colima e indican la amplia distribución de *Ch. insularis* para Nayarit e incluso Estrada *et al.* (2013) mencionan la presencia de esta especie en

el municipio de Xalisco con una tasa de parasitismo de 3.9%, la más alta para su estudio.

Coronado *et al.* (2004) mencionan la presencia de *Chelonus* (*Microchelonus*) *caufus* Cresson, 1872, en los estados de Baja California, Colima, Jalisco y Michoacán, posteriormente Ruiz *et al.* (2007) reportan a esta especie como parasitoide de cogollero en Chiapas, por consiguiente este es el primer registro de la especie en Nayarit, la cual presentó una tasa de parasitismo de 0.75% y sólo se reporta para el municipio de Compostela (Cuadro 5).

La especie *Meteorus laphygmae* Viereck, 1913 se presentó en tres de los siete municipios muestreados, pero la mayor tasa de parasitismo que presentó la especie fue de 1.5% (Cuadro 5), la cual coincide con el rango que reporta Molina *et al.* (2004) para Nayarit. *Meteorus arizonensis* Muesebeck, 1923, se reporta a nivel mundial como parasitoide solitario de *Helicoverpa zea* y *S. frugiperda* (Coronado, 2013 y Yu *et al.* 2012). Recientemente ha sido registrada para México (Gutiérrez *et al.* 2015; en prensa). Este parasitoide se obtuvo de la colecta SM1 del municipio de Santa María del Oro, durante el ciclo Primavera-Verano 2012 y fue el único sitio de muestreo donde se presentó dicha especie.

Cuadro 5. Porcentaje de larvas de *S. frugiperda* parasitadas por especies de Braconidae

Código*	<i>C. marginiventris</i>	<i>C. sp. aff. soltura</i>	<i>Ch. insularis</i>	<i>Ch. caufus</i>	<i>M. arizonensis</i>	<i>M. laphygmae</i>
AH1	0.00	0.00	1.39	0.00	0.00	0.00
AH2	0.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00
AH3	0.00	0.00	4.44	0.00	0.00	0.00
AH4	0.00	0.00	3.26	0.00	0.00	1.09
CP1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CP2	0.00	0.75	0.00	0.75	0.00	1.50
CP3	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SI1	0.00	0.00	7.27	0.00	0.00	0.00
SI2	28.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SI3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
SM1	0.00	0.96	1.92	0.00	1.92	0.00
SM2	0.00	0.00	2.08	0.00	0.00	0.00
SM3	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SM4	0.00	1.90	0.00	0.00	0.00	0.00

Cuadro 5. Continuación.

Código	<i>C. marginiventris</i>	<i>C. sp. aff. scitula</i>	<i>Ch. insularis</i>	<i>Ch. caufus</i>	<i>M. arizonensis</i>	<i>M. laphygmae</i>
SP1	0.00	3.64	0.00	0.00	0.00	0.00
SP2	0.00	1.14	0.00	0.00	0.00	0.00
SP3	0.00	1.69	27.97	0.00	0.00	0.00
TP1	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TP2	0.00	1.03	16.49	0.00	0.00	0.00
XC1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
XC2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

* Ver sección de Materiales y métodos.

Eiphosoma vitticolle Cresson, 1865 es un parasitoide solitario de coloración amarilla y longitud de alas anteriores de 3.8 a 9.7 mm, se encuentra reportado para Guerrero, Nayarit, Nuevo León, Tabasco, Veracruz, Quintana Roo y Tamaulipas (base de datos J.M. Coronado). Molina *et al.* (2004) reportan a esta especie con una tasa de parasitismo del 1.1% para Nayarit e indican que es un parasitoide con limitada distribución, debido a que se encontró únicamente en 6 de 64 colectas. Estos datos se asemejan a los obtenidos en el presente estudio, pues sólo se encontró en la colecta SI1 del municipio de Santiago Ixcuintla y la tasa de parasitismo fue de 0.91%, porcentaje bajo comparado con el de otros ichneumonidos como es el caso de *Campoletis sonorensis*.

Pristomerus spinator (Fabricius, 1804) está reportado en Brasil, Nicaragua, Honduras, Estados Unidos de América y México en los estados de Colima, Jalisco, Michoacán y Nayarit (Molina *et al.*, 2004). Estrada *et al.* (2013) reportó una tasa de parasitismo del 1.1% en el municipio de Xalisco, la cual es similar a la obtenida en este estudio para la colecta XC2 (1.12%).

Campoletis sonorensis (Cameron, 1886), es el ichneumonido que presentó la mayor tasa de parasitismo 14.42% y se encontró en seis de las 21 recolecciones realizadas (Cuadro 6), sin embargo, Estrada *et al.* (2013) reportan a *Campoletis* sp. con una tasa de parasitismo de 0.3%, y Molina *et al.* (2004) a *Campoletis*

flavicincta en recolectas de Colima, Jalisco, Michoacán y Nayarit con un rango de parasitismo de 0 a 3.3% ambos datos son marcadamente bajos comparados con el obtenido para esta especie en el presente estudio. *C. sonorensis* se ha reportado para los estados de Sonora y Veracruz, por lo que se registra por vez primera para Nayarit (base de datos J.M. Coronado y Hoballah *et al.*, 2004).

Cuadro 6. Porcentaje de larvas de *S. frugiperda* parasitadas por especies de Ichneumonidae y otras especies.

Código*	Hymenoptera			Diptera			Sin Identificar**
	Ichneumonidae			Scelionidae	Chloropidae	Tachinidae	
	<i>C. sonorensis</i>	<i>E. viticole</i>	<i>P. spinator</i>				
AH1	0.00	0.00	1.39	0.00	0.00	0.00	12.50
AH2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00
AH3	2.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.67
AH4	0.00	0.00	4.35	0.00	0.00	0.00	28.26
CP1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CP2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.26	1.50
CP3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00
SI1	0.00	0.91	2.73	0.00	0.00	0.00	20.00
SI2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SI3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SM1	14.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.88
SM2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.25
SM3	4.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	4.00
SM4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.86
SP1	1.62	0.00	0.00	0.00	0.91	0.00	0.91
SP2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.14
SP3	2.54	0.00	3.39	0.00	0.00	0.00	6.78
TP1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TP2	9.28	0.00	0.00	1.03	0.00	0.00	14.43
XC1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.38
XC2	0.00	0.00	1.12	0.00	0.00	0.00	1.12

*Ver sección de Materiales y métodos

**Sin identificar: Parasitoides que no emergió adulto o el adulto está incompleto y no se logró identificar.

Conclusión

En Nayarit existe una amplia gama de organismos benéficos, como son los parasitoides que se encuentran distribuidos de forma natural y ejercen un

importante papel en la regulación de otros organismos, que en diversas ocasiones son considerados por el ser humano como plagas. Tal es el caso de *C. marginiventris* y *Ch. insularis* quienes presentaron una tasa de parasitismo de 28.57% y 27.97% respectivamente en larvas de gusano cogollero, esto muestra la regulación que dichas especies silvestres ejercen sobre algunas plagas de importancia agrícola y enfatiza la posibilidad de ser usadas en programas de control biológico por conservación y manejo integrado de plagas, y al sistematizar el proceso de manejo potencialmente pueden disminuir el uso de insecticidas. Esta es una contribución al conocimiento de enemigos naturales de *S. frugiperda* en Nayarit, México. Ahora son conocidas 12 especies de cinco familias y dos órdenes de Insecta como parasitoides de esta importante plaga del maíz en México.

Agradecimientos

Al Dr. Sergey A. Belokobylskij (Instituto Zoológico de la Academia de Ciencias, San Petersburgo, Rusia) por la corroboración de las especies de braconidos y la determinación de *Cotesia* sp. aff. *scitula* durante su estancia en la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Al Dr. Enrique Ruiz Cancino (Universidad Autónoma de Tamaulipas) por su valioso apoyo en la determinación de las especies de Ichneumonidae.

Referencias citadas

- Aguirre H., C. E. Sarmiento & S. R. Shaw. 2011. Taxonomic revision and morphometric analysis of *Meteorus* Haliday, 1835 (Hymenoptera: Braconidae: Meteorinae) from Colombia. *Zootaxa* 2938: 1-68.
- Andrews, K. L. 1988. Latin america research on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Florida Entomologist* 71(4): 630-653.
- Ayala R., O.; Navarro F. y Virla G., E. 2013. Evaluation of the attack rates and level of damages by the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), affecting corn-crops in the northeast of Argentina. *Rev. Fac.*

Cienc. Agrar., Univ. Nac. Cuyo 45(2). Consulta en línea 19 marzo de 2014.
Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1853-86652013000200001&script=sci_arttext

- Bahena J., F. 2003. Control biológico de las plagas del maíz en México: El caso del "gusano cogollero" *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). En: Impactos del libre comercio, plaguicidas y transgénicos en la agricultura de América Latina. Fernando Bejarano, et al. RAPAM. 241-255.
- Beardsley J., W. 1961. A review of the Hawaiian Braconidae (Hymenoptera). Hawaiian Entomological Society. Vol. XVII (3) pp. 333-366.
- Cameron P. 1886. Biología Central- Americana; or contribution of the knowledge of the fauna and flora of Mexico and Central Americana. Pp. 307-308.
- Cave, D. R. & N. Saucedo. 1995. Manual para el Reconocimiento de Parasitoides de Plagas Agrícolas en América Central. Pp. 47, 48, 53, 60 y 68.
- Coronado B. J. M. 2013. La familia Braconidae (Hymenoptera) en México. Entomología Mexicana. 12(1): 31-46.
- Coronado, B. J. M., C. E. Ruiz & F. S. E. Varela. 2004. Adenda a Braconidae (Hymenoptera). Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. Vol. IV. Pp. 713-720.
- Estrada, V. O., C. J. Cambero, B. A. Robles, V. C. Rios, C. C. Carvajal, A. N. Isirdía y C. E. Ruiz. 2013. Parasitoides y entomopatógenos nativos asociados al gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en Nayarit, México. Southwestern Entomologist 38(2): 339-344.
- Gauld, I., S. Ward & V. Mallet. 2000. Introduction and Keys to species of the subfamilies Brachycyrtinae, Cremastinae, Labeninae and Oxytorinae and with appendix on the Anomaloniinae. Memoirs of the American Entomological Institute. Vol. 63. Pp. 50-67, 106-110, 127-131, 144-148.
- Gutiérrez, R. A., B. A. Robles, C. J. Cambero, O. C. Santillán, C. M. Ortiz, y B. J. M. Coronado. 2014. Nuevo registro para Nayarit, México de *Cotesia marginiventris* (Cresson, 1865) (Hymenoptera: Braconidae), parasitoide del gusano cogollero. Memoria II Congreso Internacional y XVI Congreso

- Nacional de Ciencias Agronómicas. Texcoco, Edo. De México, México. Pp: 234-235.
- Gutiérrez, R. A., B. A. Robles, C. J. Cambero, B. J. M. Coronado. 2015 (en prensa). *Meteorus arizonensis* Muesebeck, 1923 (Hymenoptera: Braconidae): nuevo registro para México. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie) 31(1).
- Hoballah M. E., T. Degen, D. Bergvinson, A. Savidan, C. Tamó y T.C.J. Turlings 2004. Occurrence and direct control potential of parasitoids and predators of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) on maize in the subtropical lowlands of Mexico. Agricultural and forest entomology 6: 83-88.
- IOBC (International Organization for Biological Control). 2012. Internet book of biological control. Version 6. Consultada en línea 21 marzo de 2014. Disponible en: <http://www.iobc-global.org/download/IOBC%20InternetBookBiCoVersion6Spring2012.pdf>
- Marsh, P. M. 1978. The braconid parasites (Hymenoptera) of *Heliothis* species (Lepidoptera: Noctuidae). Proceedings of the Entomological Society of Washington 80: 15-36.
- Mason, W. R. M. 1981. The polyphyletic nature of *Apanteles* Foerster (Hymenoptera: Braconidae). A phylogeny and reclassification of Microgastrinae. Memoirs of the entomological society of Canada, No. 115. Pp. 1-149.
- McComb, C. W. 1968. A revision of the *Chelonus* Subgenus *Microchelonus* in North America North of Mexico (Hymenoptera: Braconidae). University of Maryland Agricultural Experiment Station Bulletin, Vol. 149A. Pp. 1- 148.
- Molina O. J., J. E. Carpenter, E. A. Heinrichs y J. E. Foster 2003. Parasitoids and parasites of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas and Caribbean Basin: an inventory. Florida Entomologist 86(3): 254-289.
- Molina, O. L., E. J. Carpenter, G. R. Lezama, E. J. Foster, R. M. González, S. C. A. Angel and L. J. Farias. 2004. Natural distribution of hymenopteran parasitoids of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae in Mexico. Florida Entomologist 87(4): 461-472.

- Muesebeck, C. F. W. 1923. A revision of the North American species of ichneumon-flies belonging to the genus *Meteorus* Haliday. Proceedings U. S. National Museum. 63(2): 34-35.
- Oliveira, D. F. B. R. C., C. T. Rodrigues, B. A. de Freitas, D. Pratisoli, F. O. Aparecido and V. S. Silva. 2010. Parasitism capacity of *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) on *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) Eggs. Braz. Arch. Biol. Technol. 53(1): 133-139.
- Rios, V. C., M. G. Gallegos, C. M. C. Del Rincón, R. K. A. Ulloa, C. J. Cambero, G. R. D. Valenzuela. 2011. Primer registro de *Archytas marmoratus* y *Vonia rurales* (Diptera: Tachinidae) y sus niveles de parasitismo en dos lepidópteros plaga en Coahuila, México. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie), 27(3): 577-582.
- Rodríguez, M. A. J., C. E. Ruiz, B. J. M. Coronado, C. J. Teviño y A. Khalaim. 2014. Avispas ichneumonoideas que atacan al gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en cultivos de maíz (*Zea mays* L.) en México. AgroProductividad 7(1): 28-31.
- Ruiz C. E. 1998. Informe del Proyecto: Claves taxonómicas para la determinación de géneros de Ichneumonidae (Hymenoptera) de México. Universidad Autónoma de Tamaulipas. México. Pp 50-53, 55 y 56.
- Ruiz, N. R. E., O. J. Molina, J. E. Carpenter, M. J. A. Espinosa, N. J. A. Ruiz, G. R. Lezama and J. E. Foster. 2007. Survey for hymenopteran and dipteran parasitoids of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) in Chiapas, Mexico. Journal of Agricultural and Urban Entomology 24. 35-42.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2013. Consultada en línea 27 de octubre 2014. Disponible en <http://www.siap.gob.mx/siarte-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/>.
- Townes H. K. & M. Townes. 1996 A Catalogue and Reclassification of the Neotropical ichneumonidae. Memoirs of the American Entomological Institute 8.
- Triplehorn A. C. & N. F. Johnson 2005. Borror and DeLong's Introduction to the Study Insects. 7th Edition. Books/Cole. Pp. 88, 734, 741, 747, 754.

- Wharton A. R., P. M. Marsh & M. J. Sharkey. 1998. Manual para los géneros de la familia Braconidae (Hymenoptera) del Nuevo Mundo. Pp. 41-87, 197-205, 333-337, 339-371.
- Yu D. S., K. van Achterberg & K. Horstmann K. 2012. World Ichneumonoidea 2011. Taxonomy, biology, morphology and distribution Taxapad. CD, Vancouver, Canadá.

VI. COMPATIBILIDAD DE CUATRO INSECTICIDAS CON PARASITOIDES DE *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EN NAYARIT, MÉXICO

Gutiérrez-Ramírez, A.^{1*}, A. Robles-Bermúdez², J. Cambero-Campos², C. Santillán-Ortega², M. Ortiz-Catón² y J.M. Coronado-Blanco³.

¹Estudiante de Posgrado de Ciencias Biológico Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nayarit, carretera Tepic-Compostela Km. 9, C.P 63155. Tel +52 (311) 2111163 Xalisco, Nayarit, México. ²Unidad Académica de Agricultura y Posgrado de Ciencias Biológico Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nayarit, ³Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Centro Universitario, 87149 Cd. Victoria, Tamaulipas, México. *autora de correspondencia: aligura7@hotmail.com

Resumen

La aplicación de insecticidas se realiza día con día en el campo mexicano, sin embargo, no siempre su uso es el adecuado y causa diversos efectos en organismos no blanco como es el caso de parasitoides y depredadores que regulan a organismos plaga de forma natural. Por lo anterior, se evaluó el efecto de cuatro de los insecticidas de mayor uso para el control de gusano cogollero en la entomofauna y se realizó en una parcela de 900 m² de la Unidad Académica de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit durante el ciclo primavera-verano 2013; los insecticidas evaluados a dosis recomendada en la etiqueta fueron: Clorpirifos etil, Cipermetrina, Metomilo y Spinetoram y un testigo absoluto (agua), en diseño de bloques al azar. Las unidades experimentales libres de la aplicación de insecticidas presentaron una tasa de parasitismo del 27.5%, las especies encontradas fueron *Pristomerus spinator*, *Campoplex sonorensis* y *Cotesia* sp. aff. *scifula*, mientras que en las aplicadas con insecticida dicha tasa de parasitismo fue nula, el insecticida Metomilo (carbamatos) fue el más agresivo a organismos no blanco seguido por Clorpirifos etil (organofosforado) y el menos

agresivo fue Spinetoram (spinosinas). Es necesaria la búsqueda de alternativas amigables con la entomofauna (insectos no blanco) en el control de plagas, para evitar el deterioro de la diversidad natural y aprovechar la regulación natural que insectos como los parasitoides ejercen sobre otros organismos.

Palabras clave: gusano cogollero, Clorpirifos etil, Metomilo, Cipermetrina, parasitoides.

Abstract

Insecticide applications every day in the Mexican countryside is done, however its use is not always appropriate and cause various effects on non-target organisms such as parasitoids and predators that regulate pest organisms naturally. Therefore, the effect of four of the most widely used insecticides to control the insect population fall armyworm was evaluated and was evaluated on a plot of 900m² of the Academic Unit of Agriculture of the Autonomous University of Nayarit during the cycle spring-summer 2013; insecticides evaluated to dose recommended on the label: Ethyl chlorpyrifos, Cypermethrin, Methomyl and Spinetoram and absolute control (water) in a randomized block design. Free application of insecticides experimental units showed a parasitism rate of 27.5%, the species found were *Pristomerus spinator*, *Campoletis sonorensis* and *Cotesia* sp. aff. *scitula*, while the applied insecticide that parasitism rate was zero, the insecticide Methomyl (carbamates) was the more aggressive non-target organisms followed by ethyl Chlorpyrifos (organophosphate) and was less aggressive spinetoram (spinosins) Finding the insect fauna friendly alternatives (non-target insects) in pest control is necessary to prevent the deterioration of the natural diversity and take advantage the natural regulation insects such as parasitoids have on others.

Key words: fall armyworm, Ethyl chlorpyrifos, Cypermethrin, Methomyl, Spinetoram, parasitoids.



Introducción

En México, el cultivo del maíz es de gran importancia ya que ocupa más de la mitad de la superficie sembrada, dicho cultivo presenta un complejo de problemas fitosanitarios de los cuales se considera como el principal a *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) debido que ocasiona pérdidas superiores al 70% en el rendimiento (SIAP, 2012; Andrews, 1988 y Ayala *et al.*, 2013).

El ser humano implementa diversas técnicas con el objetivo de reducir los daños en la producción de alimentos causados por la acción de plagas, una de estas es el uso de agroquímicos que representa un papel importante en la reducción de daños a los cultivos, pero su alta toxicidad y persistencia en el ambiente, así como la agresividad a organismos no blanco son la principal causa de la búsqueda de nuevos métodos de control de plagas (Guédez *et al.*, 2008). El control biológico es el uso de uno o varios organismos para regular la densidad de población de otro y mantenerla a niveles que no causen daño. Los parasitoides son insectos que necesitan de un hospedero específico para poder desarrollarse y al llegar a la etapa adulta son de vida libre, en el orden Diptera e Hymenoptera se encuentra el mayor número de ejemplares, el uso de éstos es una alternativa segura, exitosa y rentable para el manejo de plagas y a nivel mundial se incrementa notablemente en las últimas décadas (Triplehorn y Johnson, 2005; Guédez *et al.*, 2008; IOBC, 2012; Badii y Abreu, 2006).

El efecto del uso de insecticidas en enemigos naturales de plagas es poco estudiado, algunos autores señalan que los adultos de himenópteros parasitoides son más susceptibles que sus hospederos-plaga a la acción de insecticidas, esto provoca daños directos e indirectos en las especies parasitoides, tales efectos pueden causar la muerte o afectar la longevidad, fecundidad, reproducción, capacidad de búsqueda, tiempo de desarrollo, movilidad e incluso cambios fisiológicos (Luna *et al.*, 2011; Cloyd, 2012). Debido a lo anterior el objetivo fue evaluar el efecto de los insecticidas en la supervivencia de parasitoides de gusano cogollero.

Materiales y métodos

- **Sitio de estudio:** El experimento se llevó a cabo en una parcela de 900m² la cual fue sembrada con maíz amarillo-criollo, el día 03 de julio de 2013 en el campo experimental de la Unidad Académica de Agricultura (UAA) de la Universidad Autónoma de Nayarit, localizado a 21°25'47.3"N, 104°53'24.4"W en Xalisco, Nayarit, la distancia entre surcos fue de 0.75m y se colocaron tres semillas de maíz cada 0.50m aproximadamente.
- **Tratamientos:** Se eligieron cuatro de los insecticidas más usados por agricultores en la región a dosis recomendada en la etiqueta: T₁) Clorpirifos etil 0.75L ha⁻¹, T₂) Cipermetrina 250mL ha⁻¹, T₃) Metomilo 1L ha⁻¹, T₄) Spinetoram 75mL ha⁻¹ y T₅) Agua (testigo absoluto)
- **Diseño experimental:** fue de bloques al azar, con cuatro repeticiones y cada una con cinco tratamientos o unidades experimentales de 10m de largo por 3.75m de ancho (seis surcos) que generó una superficie de 37.5m² para cada una, se dejaron 2m a lo largo de cada tratamiento para reducir el efecto de orilla y cada uno se distribuyó de manera aleatoria.
- **Muestreo inicial:** Dos semanas después de la germinación, se realizó el muestreo preliminar sistemático en la parcela para conocer el porcentaje de infestación de gusano cogollero, cuando la infestación de la plaga fue aproximadamente del 30% se colocó en el suelo, en el centro de cada unidad experimental, dos plásticos blancos de 1.50m de ancho por 2m de largo, en el cual cayeron los parasitoides adultos y otros ejemplares derribados por acción del tratamiento aplicado, inmediatamente después de la aplicación del tratamiento se cubrió con tela agrícola sintética (Agribon[®] de 4m de largo por 2m de ancho) la parcela útil, que es donde se colocaron los plásticos blancos.
- **Recolección:** Después de 24 horas de la aplicación del insecticida con ayuda de un pincel se realizó la recolección de insectos que se encontraban muertos sobre los plásticos blancos y fueron depositados en frascos con

alcohol al 70% previamente etiquetados con el número de bloque y tratamiento, para posteriormente realizar el conteo de los ejemplares y la determinación a nivel familia taxonómica, una vez que se terminó de recoger los insectos muertos que se encontraban sobre los plásticos, se procedió a realizar la captura de 10 larvas de cogollero vivas del primero al tercer instar de cada uno de los tratamientos y cada una fue colocada en vaso de 1oz. (envase Primo S.A. de C.V.[®], México) con dieta sintética, con el objetivo de obtener el porcentaje de parasitismo y especies de parasitoides presentes después de una aplicación de insecticida en cada una de las unidades experimentales.

- **Efectividad de insecticidas:** a las 72 horas después de la aplicación, se tomaron datos para observar los resultados del insecticida en la plaga; se realizó un muestreo sistemático cada tercera planta para lo cual se consideraron los tres surcos internos, dejando dos surcos del lado derecho y un surco del lado izquierdo para efecto de orilla, la muestra que se consideró fue el número de larvas muertas o vivas en 10 plantas por unidad experimental con el objetivo de obtener el porcentaje de mortalidad de cada tratamiento con la siguiente fórmula: $\%mortalidad = (\text{número de larvas muertas} / \text{número de larvas muestreadas}) * 100$.
- **Análisis estadístico:** los datos de mortalidad se analizaron mediante ANDEVA en un diseño bloques al azar y se realizó comparación de medias con la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$). Las variables de porcentaje de mortalidad se transformaron a arcoseno de raíz cuadrada de porcentaje para ajustar los datos a una distribución normal y ser analizados mediante el programa SAS (SAS Institute, 2004).

Resultados y discusión

Con base al análisis de datos se comprobó que no había diferencia significativa en el porcentaje de infestación inicial de gusano cogollero en cada uno de los bloques y unidades experimentales (Cuadro 1).

Cuadro 1. Infestación de *Spodoptera frugiperda* por tratamiento.

Grupo Tukey*	Media	Tratamiento
A	5.7500	T ₀ (Agua)
A	5.2500	T ₁ (Metomilo)
A	5.0000	T ₂ (Clorpirifos etil)
A	4.0000	T ₃ (Cipermetrina)
A	4.0000	T ₄ (Spinetoran)

*Las diferentes letras indican diferencia significativa.

Los insecticidas utilizados en el experimento no muestran diferencia significativa en el control de gusano cogollero y el porcentaje de mortalidad corregida muestra que en Metomilo y Clorpirifos etil fue de 99.35%, Spinetoran del 97.35% y Cipermetrina de 93.35%, datos de mortalidad enalticidos comparados con el testigo absoluto (agua) que presentó 5.71% (Cuadro 2), debido al control que ejerció cada uno de los insecticidas en la población de larvas de *S. frugiperda* no fue posible obtener las 10 larvas vivas de cada tratamiento para observarlas y obtener la posible emergencia de parasitoides por consiguiente el porcentaje de parasitismo por tratamiento fue de 0%, sin embargo, en las unidades experimentales no tratadas con insecticida (testigos) el porcentaje de parasitismo fue de 27.5% del cual emergieron solo tres adultos de las especies *Pristomerus spinator* (Fabricius) y *Campoletis sonorensis* (Cameron) (Hymenoptera: Ichneumonidae), así como *Cotesia* sp. aff. *scitula* (Hymenoptera: Braconidae) dichos datos coinciden con los obtenidos por Corrêa et al. (2006) quienes reportan una tasa de parasitismo de *Eiphosoma laphygmae* (Hymenoptera: Ichneumonidae) de 3.72% a 33.33% en parcelas libres de insecticida y en parcelas tratadas dicho porcentaje se redujo de 0% a 2.25%. Sin embargo, el insecticida Metomilo que se usa para el control de gusano cogollero es el más agresivo para los organismos no

blanco, ya que la media de mortalidad es de 45.75 individuos, seguido de Clorpirifos etil quien presenta una media de 27.25 y Cipermetrina con 24.75 individuos muertos, el Spinetoran fue el insecticida en el que menos organismos no blanco murieron por su aplicación ya que la media de mortalidad fue de 6.0 individuos, dicho insecticida no muestra diferencia significativa con el testigo absoluto (Cuadro 3).

Cuadro 2. Porcentaje de mortalidad corregido de *S. frugiperda* por tratamiento.

Grupo Tukey*	Media	% de mortalidad	Tratamiento
A	1.4904	99.355	T ₁ (Clorpirifos etil)
A	1.4904	99.355	T ₂ (Metomilo)
A	1.4099	97.433	T ₄ (Spinetoran)
A	1.3100	93.351	T ₂ (Cipermetrina)
B	0.2413	5.7104	T ₅ (Agua)

*Las diferentes letras indican diferencia significativa

Cuadro 3. Media de mortalidad de insectos no blanco por tratamiento.

Grupo Tukey*	Media	Tratamiento
A	45.750	T ₂ (Metomilo)
AB	27.250	T ₁ (Clorpirifos etil)
AB	24.750	T ₂ (Cipermetrina)
B	6.000	T ₄ (Spinetoran)
B	3.500	T ₅ (Agua)

*Las diferentes letras indican diferencia significativa

Badii y Varela (2008) y Stapel *et al.* (2003) mencionan que los insecticidas que pertenecen al grupo toxicológico de los organofosforados como es el Clorpirifos etil y el Acefato, son tóxicos a organismos no blanco (insectos benéficos, peces y vida silvestre) debido a la toxicidad que poseen y llegan a afectar la respuesta de vuelo y longevidad de parasitoides como es el caso de *Microplitis croceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae), dicha información coincide con los datos obtenidos en este estudio ya que se obtuvo una media de mortalidad de 27.25 de individuos no blanco y fue el segundo con mayor diversidad de mortalidad entre

ellos familias parasitoides y depredadores, estos datos también coinciden con Varela *et al.* (2009) que reportan al insecticida Malatión UBV (organofosforado) utilizado en cultivos cítricos ocasionó la mortalidad de ejemplares de 14 familias del orden Hymenoptera, entre ellos un amplio número de especímenes de *Encarsia perplexa* Huang & Polaszek (Hymenoptera: Chalcidoidea: Aphelinidae) parasitoides de una plaga cítrica.

Hill y Foster (2000) mencionan que el Clorpirifos llega a reducir el número de hembras cuando el parasitoides es expuesto a dicha sustancia y Corrêa *et al.* (2006) reportan que el porcentaje de parasitismo antes de una aplicación de Clorpirifos fue de 87.74% y después de la aplicación de dicho insecticida se redujo a tan solo el 2.46%, afectó principalmente al parasitoides *Chelonus insularis* Cresson (Hymenoptera: Braconidae) quien presentó una tasa de parasitismo de 57.89% a 79.89% en parcelas libres de aplicación del insecticida y después de la aplicación ésta fue de 0.31% a 5.05%, sin embargo, dicho insecticida presentó un control sobre la plaga de 97.54% dato menor al obtenido en el presente trabajo.

Gregor *et al.* (2008) y Medina *et al.* (2008) mencionan que sustancias como el Metomilo que pertenecen al grupo químico carbamatos presentan una alta toxicidad, afectan diversos organismos y disminuyen su población después de una aplicación, pueden llegar a afectar la fecundidad de algunos parasitoides himenópteros y pueden estimular el crecimiento de los organismos plaga debido a la alteración que ocasiona en las poblaciones parasitoides, esta información coincide con la obtenida en este trabajo ya que el Metomilo presenta una media de mortalidad de insectos no blanco de 45.75 entre los que se encontraron ejemplares de la familia Braconidae, Ichneumonidae y Carabidae (Cuadros 4 y 5).

La Cipermetrina presentó una media de mortalidad de individuos no blanco de 24.75 colocándola como el tercer insecticida más tóxico; afectó una amplia diversidad de individuos entre los cuales se presentó la familia Carabidae, Sirphyidae, Tachinidae, Ichneumonidae y Braconidae (Cuadros 4 y 5), datos que coinciden con Coutinho *et al.* (2003) y Jones *et al.* (1998) quienes mencionan que este grupo de insecticidas afecta a adultos del parasitoides *Cotesia* sp.

(Hymenoptera: Braconidae) y que llegan a reducir la emergencia en un 63% de *Eretmocerus mundus* (Mercet) (Hymenoptera: Aphelinidae).

Cuadro 4. Medias de insectos no blanco que murieron por efecto colateral del uso de insecticidas para el control de gusano cogollero.

Insectos	Eulimnoria										Erythra											
	Anthracidae	Carabidae	Cyrenetidae	Cuculicidae	Eulimnoria	Passalidae	Scolytidae	Staphylinidae	Tenebrionidae	Acari	Chrysomelidae	Culicidae	Culicididae	Dipteridae	Dipteridae	Hemiptera	Mollusca	Phoridae	Siphonidae	Tachinidae	Trichoptera	Trypetidae
T ₁	3.50	0.00	8.25	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	1.75	0.25	0.25	0.25	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	1.25	0.25	0.00
T ₂	2.25	0.25	10.25	0.00	0.25	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.50	0.00	0.25	0.25	0.50	0.00	0.00
T ₃	5.25	0.50	12.75	0.25	0.00	0.00	0.50	4.25	1.75	0.00	0.75	0.00	1.25	1.25	0.00	0.25	1.25	0.25	0.75	0.25	1.50	0.75
T ₄	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	1.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00
T ₅	0.25	0.00	0.50	0.00	0.00	0.25	0.75	0.25	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00

Cuadro 5. Medias de insectos no blanco y otros organismos que murieron por efecto colateral del uso de insecticidas para el control de gusano cogollero.

Tratamiento	Colembola		Dermaptera		Hemiptera					Hymenoptera			Orthoptera		
	Isotomidae	Furculidae	Aethroscelidae	Ceroptera	Cuculicidae	Coreidae	Minidae	Psyllidae	Ageridae	Braconidae	Formicidae	Ichneumonidae	Scutelleridae	Fengidae	Odonata
T ₁	1.50	0.00	0.25	0.00	1.00	0.25	0.25	0.25	0.00	0.25	0.25	0.25	0.00	0.00	1.00
T ₂	1.25	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	1.00	0.25	0.00	0.25	2.50
T ₃	0.00	0.50	1.00	1.00	4.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	3.25	0.25	0.25	0.50	0.50
T ₄	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.75
T ₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.25

El Spinetoram del grupo químico de las spinosinas en este estudio presenta bajo impacto en los organismos no blanco al ser aplicado para el control de gusano cogollero, ya que la media de mortalidad es de 6.0 individuos, que de acuerdo con

la comparación de medias con prueba Tukey no hay diferencia significativa con la media de mortalidad que ocasionó el testigo absoluto (agua), dicho resultado difiere con el obtenido por Hernández (2009) quien reporta que el insecticida Spinetoram al ser asperjado a cultivos agrícolas ocasiona efectos perjudiciales en hembras y disminuye la sobrevivencia de *Neochrysocharis formosa* (Westwood) (Hymenoptera: Eulophidae) y *Ganaspidium nigrimanus* (Kieffer) (Hymenoptera: Figitidae) parasitoides de especies del género *Liriomyza* spp. Hill y Foster (2000) y Medina et al. (2008) consideran al Spinosad del grupo de las spinosinas, un insecticida altamente tóxico para el parasitoide *Diadegma insulare* (Cresson) (Hymenoptera: Ichneumonidae) y reduce la emergencia de adultos de *Hyposofer didymator* (Thunberg) (Hymenoptera: Ichneumonidae) en larvas de su hospedero e incluso en pruebas de laboratorio llega ocasionar el 100% de mortalidad, datos que coinciden con Luna et al. (2011) quienes reportan este grupo de insecticidas como moderadamente tóxico por presentar una mortalidad de 80-99% de organismos benéficos según la clasificación de la Organización Internacional de Control Biológico. Sin embargo, Besard et al. (2011) mencionan que el Spinetoram es 52 veces menos tóxico que el Spinosad a insectos no blanco, como es el caso del abejorro *Bombus terrestris* (L.) (Hymenoptera: Apidae) pero dicho insecticida si ocasiona efectos subletales en esta especie, es decir, afecta su reproducción.

Conclusión

Por lo anterior, no se puede generalizar diferentes sustancias insecticidas como perjudiciales o no perjudiciales a organismos no blanco sólo por pertenecer al mismo grupo químico, faltan por realizarse muchos estudios para saber si cierta especie de insecticidas y a que especies de organismos no blanco afectan de forma directa e indirecta y si estos efectos son letales o subletales para dichas especies. También, es importante considerar que las condiciones climáticas y los enemigos naturales son seres vivos y siempre se tendrá variación en los resultados, por lo tanto se deben considerar estas variantes para que la interacción de enemigo natural-plaga-insecticida sea la adecuada y dirigirla a un manejo integrado de plagas.

Agradecimientos

Al Dr. Sergey A. Belokobylskij (Instituto Zoológico de la Academia de Ciencias, San Petersburgo, Rusia) por la determinación de *Cotesia* sp. aff. *scitula* durante su estancia en la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Al Dr. Enrique Ruiz Cancino (Universidad Autónoma de Tamaulipas) por su valioso apoyo en la determinación de las especies de Ichneumonidos.

Referencias citadas

- Andrews, K. L. 1988. Latin america research on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Florida Entomologist 71(4): 630-653.
- Ayala, R. O., F. Navarro y G. E. Virla. 2013. Evaluation of the attack rates and level of damages by the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), affecting corn-crops in the northeast of Argentina. Rev. Fac. Cienc. Agrar., Univ. Nac. Cuyo 45(2). Consulta en línea 19 marzo de 2014. Disponible en: http://www.scielo.org/art/scielo.php?pid=S1853-86652013000200001&script=sci_arttext
- Badii, H. M. y S. Varela. 2008. Insecticidas organofosforados: Efecto sobre la salud y el ambiente. CULCyT// Toxicología de Insecticidas. 5(28): 1-27.
- Badii, M. H. y J. L. Abreu. 2006. Control biológico una forma sustentable de control de plagas. Daena, International Journal of Good Conscience 1(1): 82-89.
- Besard, L., V. Mommaerts, G. Abdu-Alla and G. Smagghe. 2011. Lethal and sublethal side- effect assessment supports a more benign profile of spinetoram compared with spinosad in the bumblebee *Bombus terrestris*. Wiley Online Library: 541-547.
- Cloyd, R. A. 2012. Indirect Effects of Pesticides on Natural Enemies. Consulta en línea 5 de Octubre de 2014. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5772/47244>
- Corrêa, F. M. de L., M. D. A. M. Penteado y I. Cruz. 2006. Efeito do inseticida chlorpyrifos e sua interação com inimigos naturais na supressão de

- Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo* 5: 325-339
- Coutinho, P. M., de M. M. Fialho, M. M. M. Motta, G. L. Moreira y F. F. Lemes. 2003. Selectividade de insecticidas a *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae) e *Cotesia* sp. (Hymenoptera: Braconidae) inimigos naturais de *Ascia monuste orseis* (Godart, 1818) (Lepidoptera: Pieridae). *Ciência Rural, Santa Maria*. 33: 183-188.
- Gregor J. D., D. Eza, E. Ogusuku y M. J. Furlong. 2008. Uso de insecticidas y consecuencias ecológicas. *Rev Peru Med Exp Salud Publica* 25(1): 74-100.
- Guédez C., C. Castillo, L. Cafizales y R. Olivar. 2008. Control biológico: una herramienta para el desarrollo sustentable y sostenible. *Revista Semestral Academia*. Vol. VII: 50-74.
- Hernández, M. R. 2009. *Liriomyza* leafminers, associated parasitoids and insecticide evaluation in South Texas. Tesis Maestria, Graduate Studies of Texas A&M University. Pp. 88.
- Hill, T. A. and R. E. Foster. 2000. Effect of insecticides on the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) and its parasitoid *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Journal of Economic Entomology*. 93(3): 763-768.
- IOBC (International Organization for Biological Control). 2012. Internet book of biological control. Version 6. Consultada en línea 21 marzo de 2014. Disponible en: <http://www.iobc-global.org/download/IOBC%20InternetBookBiCoVersion6Spring2012.pdf>
- Jones, A. W., M. A. Ciomperlik and D. A. Wolfenbarger. 1998. Lethal and sublethal effects of insecticides on two parasitoids attacking *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). *Biological Control* 11: 70-76.
- Luna, C. A., F. J. R. Lomeli, L. E. Rodríguez, A. L. D. Ortega & D. L. P. A. Huerta. 2011. Toxicidad de cuatro insecticidas sobre *Tamarixia triozae* (Burks) (Hymenoptera: Eulophidae) y su hospedero *Bactencera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae). *Acta Zoológica Mexicana*. 27 (3): 509-526.

- Medina, P., J. Morales, G. Smaghe y E. Viñuela. 2008. Toxicity and kinetics of spinosad in different developmental stages of the endoparasitoid *Hyposoter didymator* (Hymenoptera: Ichneumonidae) and its host *Spodoptera littoralis* larvar (Lepidoptera: Noctuidae). *BioControl* 53: 569-578.
- SAS Institute. SAS/STAT User's Guide. Release 9.1 Edition. Cary, North Carolina 2004; 5121.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2012. Consultada en línea 27 de Noviembre de 2013. Disponible en <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agrcola-por-cultivo/>.
- Stapel, J. O., A. M. Cortesero and W. J. Lewis. 2000. Disruptive sublethal effects of insecticides on biological control: altered foraging ability and life span of a parasitoid after feeding on extrafloral nectar of cotton treated with systemic insecticides. *Biological Control*. 17: 243-249.
- Triplehorn A. C. y N. F. Johnson 2005. Borror and DeLong's Introduction to the Study Insects. 7th Edition. Books/Cole. Pp. 88.
- Varela F., S.E., J. M. Coronado B., E. Ruiz C., G. O. Ontiveros, G. L. Silva A. y M. T. de J. Segura M. 2009. Impacto de la aplicación de UBV sobre la entomofauna benéfica en cítricos de la zona centro de Tamaulipas. Taller Internacional de Recursos Naturales. Mem. 21al 23 de octubre Cd. Victoria, Tamaulipas, México

VII. CONCLUSIONES GENERALES

1. En el estado de Nayarit existe una amplia biodiversidad de parasitoides que se encuentran regulando de forma natural a otros organismos, tal es el caso de la especies: *Meteorus laphygmae*, *Meteorus anizonensis*, *Chelonus insularis*, *Chelonus cautilus*, *Cotesia marginiventris*, *Cotesia* sp. aff. *scitula*, *Campoletis sonorensis*, *Eiphosoma vitticolle* y *Pristomerus spinator* y especies de la familia Scelionidae, Chloropidae y Tachinidae que regulan las poblaciones de gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda*.

La especie que presentó mayor distribución fue *Cotesia* sp. aff. *scitula*, pues se encontró en seis de los siete municipios muestreados, sin embargo, las especies dominantes del estudio debido al mayor número de individuos encontrados fueron *Chelonus insularis* seguida de *Campoletis sonorensis*.

2. Con base a la información obtenida, el uso de parasitoides en el control de plagas es una alternativa convincente y nos brinda la posibilidad de usarla en programas de manejo integrado de plagas, ya que diferentes especies de parasitoides causan la muerte de larvas de gusano cogollero a tasas de parasitismo natural hasta del 42.37%.
3. Los insecticidas de amplio espectro como son el Metomilo, Clorpirifos etil y Cipermetrina al ser usados para el control de gusano cogollero del maíz muestran resultados satisfactorios (97.4% de mortalidad), pero lamentablemente eliminan un amplio complejo de organismos no blanco como son los depredadores y parasitoides; se corrobora el efecto negativo sobre la dependencia en las cadenas tróficas, específicamente en el parasitismo natural donde en parcelas tratadas con dichos insecticidas fue nula y en parcelas no tratadas la tasa de parasitismo fue de 27.5%, lo que demuestra el efecto negativo que dichas sustancias causan en la entomofauna de un agroecosistema.

Por lo anterior, es importante realizar más estudios que ejemplifiquen la cantidad de parasitoides en el estado de Nayarit y la compatibilidad con insecticidas para evitar la pérdida de especies benéficas y contaminación por el uso excesivo de sustancias tóxicas.

VII. LITERATURA CITADA

- AgroDer. 2012. Producción de maíz en México, comparativo regional de rendimientos de maíz. Consultado en línea 18 marzo de 2014. Disponible en [línea: http://www.agroder.com/Documentos/Publicaciones/Produccion_de_Maiz_en_Mexico-AgroDer_2012.pdf](http://www.agroder.com/Documentos/Publicaciones/Produccion_de_Maiz_en_Mexico-AgroDer_2012.pdf)
- Andrews, K. L. 1988. Latin america research on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Florida Entomologist 71(4): 630-653.
- Ayala R., O.; Navarro F. and Virla G. E. 2013. Evaluation of the attack rates and level of damages by the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), affecting corn-crops in the northeast of Argentina. Rev. Fac. Cienc. Agrar., Univ. Nac. Cuyo 45(2). Consulta en línea 19 marzo de 2014. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1853-86652013000200001&script=sci_arttext
- Badii, M. H. y Abreu, J. L. 2006. Control biológico una forma sustentable de control de plagas. Daena, International Journal of Good Conscience. 1(1): 82-89.
- Bahena, J. F. y Velázquez, G. J. J. 2012. Manejo agroecológico de plagas en maíz para una agricultura de conservación en el valle Morelia-Querendaro, Michoacán. 1ª Edición. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Folleto Téc. No. 27, 81 p.
- Bahena, J. F.; De Lange, E.; Farnier, K.; Cortez M. E.; Sánchez M. R.; García, P. F.; Salcedo, S. M.; Degen, T.; Gaudillat, B.; Aguilar, R. R. 2010. Parasitismo de gusano cogollero en maíz *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en el centro de México. Memoria XXXIII Congreso Nacional de Control Biológico Uruapan, Michoacán, México. p: 204-209.
- Casader, D. G. 2003. Bases para el manejo racional de insecticidas. Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción. Chile. p.19.
- CESAVEG. 2010. Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato (Manual de plagas y enfermedades del maíz). [Consultado octubre 2014] Disponible en: http://www.cesaveg.org.mx/html/folleto/folleto_11/folleto_maiz_11.pdf

- CIMMYT. 2012. Centro de investigación y mejoramiento de maíz y trigo [Consultado septiembre 2012]. Disponible en: <http://maizedoctor.cimmyt.org/es/empezando/9?task=view>
- Cortez, H.; J. Trujillo y A. González. 1993. Incidencia del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) y sus enemigos naturales en tres agroecosistemas de maíz en Chontalpa, Tabasco. Memorias del XXVIII Congreso Nacional de Entomología. San Miguel Allende, Guanajuato. p. 217.
- Cruz, S. E. 2009. Evaluación del parasitismo natural en *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz. Tesis de maestría. Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. Instituto Politécnico Nacional. 47 p.
- Estrada, V. M. O.; Cambero, C. J.; Robles, B. A.; Ríos, V. C.; Carvajal, C. C.; Isiordia, A. N. y Ruiz, C. E. 2013. Parasitoides y entomopatógenos nativos al gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en Nayarit, México. *Southwestern Entomologist* 38(2): 339-344.
- FUPRONAY 2011. Fundación Produce Nayarit. Maíz. Fecha de consulta: 18 de marzo de 2014. Disponible en: <http://fupronay.org.mx/quia%20tecnica/guia/ArchivosPDF/MAIZ.pdf>
- García, N. G. y Tarango, R. S. H. 2009. Manejo biorracional del gusano cogollero en maíz. SAGARPA-INIFAP, Delicias, Chihuahua. Folleto Téc. No. 30. 37 p.
- Goulet, H. and Huber, J. T. 1993. Hymenoptera of the world: An identification guide to families. Agriculture Canada, Canada. p. 4.
- Gutiérrez, R. A., Robles, B. A., Cambero, C. J., Santillán, O. C., Ortiz, C. M. y Coronado, B. J. M. 2014. Nuevo registro para Nayarit, México de *Cotesia marginiventris* (Cresson, 1865) (Hymenoptera: Braconidae), parasitoide del gusano cogollero. Memoria II Congreso Internacional y XVI Congreso Nacional de Ciencias Agronómicas. Texcoco, Edo. De México, México. p: 234-235.
- IOBC (International Organization for Biological Control). 2012. *Internet book of biological control*. Version 6. Consultada en línea 21 marzo de 2014.

Disponible en: <http://www.icbc-global.org/download/IOBC%20InternetBookBiCoVersion6Spring2012.pdf>

- Lafitte, H. R. 1993. Identificación de problemas en la producción de maíz tropical. Guía de campo. México, D.F. CIMMYT, p. 1-2.
- Luna, C. A. 2010. Toxicidad de cuatro insecticidas sobre *Tamarixia triozae* (Burks) (Hymenoptera: Eulophidae) y su hospedero *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Psyllidae). Colegio de Posgraduados. 46 p.
- MacGregor, R. y Gutiérrez, O. 1983. Guía de insectos nocivos para la agricultura en México. 1ª Edición. Edit. Alhambra Mexicana, S. A. México. D.F. p. 110-111.
- Massieu, T. Y. y Lechuga, M. J. 2002. El maíz en México: Biodiversidad y cambios en el consumo. *Análisis Económico*. 17(36): 281-303.
- Meza, P. R. y Angulo, S. J. R. 2010. Producción de maíz blanco en la zona centro de Sinaloa. *Fundación Produce, Sinaloa A. C. enlace, Innovación y progreso*. p: 28-32.
- Molina, O. J., J. J. Hamm, G. R. Lezama, E. M. López, R. M. González y R. A. Pescador. 2001. A survey of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) Parasitoids in the Mexican states of Michoacán, Colima, Jalisco and Tamaulipas. *Florida Entomologist* 84(1): 31-36.
- Molina, O.J.; Carpenter, E.J.; Ledezma, G.R.; Foster, J.E.; González, R.M.; Angel, S.C.A y Fariás, L.J. 2004. Natural distribution of Hymenoptera parasitoids of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae in Mexico. *Florida Entomologist*. 87(4): 461-472.
- Nájera, R. M. B. y Souza, B. 2010. Insectos benéficos. Guía para su identificación. 1ª Edición. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Uruapan, Michoacán, México. p. 53.
- Nexicapan, G. A.; Magdub, M. A.; Vergara, Y. S.; Martín, M. R. y Larqué, S. A. 2009. Fluctuación poblacional y daños causados por gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) en maíz cultivado en el sistema de producción continua afectado por el huracán Isidoro. *Revista UCIencia*. 25(3): 273-277.

- Nicholls, E. C. I. 2008. Control biológico de insectos un enfoque agroecológico. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia. p. 2-114.
- Pérez, M. E. 2006. Control biológico de *Spodoptera frugiperda* Smith en maíz. Fecha de consulta 23 de septiembre de 2013. Disponible en: <http://www.aguascalientes.gob.mx/codacea/produce/SPODOPTTE.htm>
- Ruiz, C. E. 2010. Ichneumonidae (Hymenoptera) del estado de Tamaulipas, México. Serie avispas parasíticas de plagas y otros insectos No. 6. 1ª Edición. Ed. Planea. Universidad Autónoma de Tamaulipas. p. 29.
- SIAP., 2012. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Situación actual y perspectivas del maíz en México 1996-2012. [Consultado octubre 2012]. Disponible en: http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaDerivada/ComercioExterior/Estudios/Perspectivas/maiz96-12.pdf
- SIAP, 2013. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [Anuario estadístico de producción agrícola 2013 en internet]. Consultado en línea 05 de octubre 2014. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/>
- Townes H. K. & Townes M. 1996. A Catalogue and Reclassification of the Neotropic Ichneumonidae. Memoirs of the American Entomological Institute 8.
- Triplehorn, A.C. y Johnson, F.N. 2005. Borror and Delong's introduction to the study insects. 7th Edition. Brooks/Cole. p. 523-526.
- Turrent, F. A.; Serratos, H. J. A.; Mejía, A. H. y Espinosa, C. A. 2009. Liberación comercial de maíz transgénico y acumulación de transgenes en razas de maíz mexicano. Rev. Fitotec. Mex. 32(4): 257-263.
- Van Driesche, R. G.; Hoddle, M. S.; Center, T. D.; Ruiz, C. E., Coronado, B. J. y Manuel, A. J. 2007. Control de Plagas y Malezas por Enemigos Naturales. U. S. D. A. Washington. p. 3-46.
- Wharton, A. R.; Marsh, M. P. y Sharkey, J. M. 1998. Manual para los Géneros de la familia Braconidae (Hymenoptera) del Nuevo Mundo. Edición en Español

The International Society Hymenopterist Washington, DC. p 197-199, 333-342.

Williams, T.; Arredondo, B. H. C. y Rodríguez, D. B. L. A. 2013. Biological pest control in Mexico. *Annu. Rev. Entomol.* 58: 119-140.

Yu D. S., van Achterberg K. & Horstmann K. K. 2012. World Ichneumonoidea 2011. Taxonomy, biology, morphology and distribution. Taxapad. CD. Vancouver. Canadá.