

CONTROL BIOLÓGICO DE LAS PLAGAS DEL MAÍZ EN MÉXICO: EL CASO DEL “GUSANO COGOLLERO” *SPODOPTERA FRUGIPERDA* (J. E. SMITH) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

*Fernando Bahena Juárez*¹

Se señala para México que el maíz puede ser afectado por unos 47 organismos distintos, considerando todas las etapas del cultivo, incluido el grano almacenado (Mac Gregor y Gutiérrez, 1983). Entre todas estas plagas, destaca en importancia el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*, particularmente en las regiones tropicales y subtropicales, donde los daños regularmente son superiores al 50% (Banda, 1981; Andrews, 1988); dicha importancia es evidente y se demuestra de varias formas; por ejemplo, revisando las memorias de los Congresos Nacionales de Entomología y de Control Biológico en México, de los últimos 20 años, se observa que el cogollero es uno de los insectos que más se ha estudiado en todo sus aspectos, particularmente en lo que tiene que ver con el control y en éste la alternativa química ha predominado considerablemente. Más recientemente, con el desarrollo de los materiales transgénicos, se propone por parte de las mismas compañías transnacionales que antes y ahora venden los insecticidas, el uso de variedades de maíz que incluyen un gen de la bacteria Bt que es tóxica a larvas de lepidópteros, y con éste se pretende hacer de lado métodos alternativos ambientalmente inocuos, que pueden ser efectivos para la reducción o eliminación del uso de plaguicidas y que sobre todo permiten la actividad de la entomofauna benéfica.

Además de diversos aspectos bioecológicos de *S. frugiperda*, se han estudiado algunas alternativas de control que son diferentes a los insecticidas químicos, las cuales pueden hacer innecesaria e injustificada la introducción de materiales transgénicos de maíz para su cultivo. Se tiene por ejemplo, el uso de extractos vegetales con variable efecto sobre las plagas (Rodríguez, 1995), la aplicación de bioplaguicidas y entomopatógenos (Pérez, 2001), el uso de feromonas sexuales para captura y monitoreo de poblaciones (Malo *et al.*, 1999), y prácticas de conservación como las asociaciones y rotaciones de cultivo (Vázquez, 1999).

¹ Centro Nacional de Investigaciones para la Producción Sostenible del INIFAP, A. Postal 7-116 Morelia, Mich. 58260. Correo-e: bahena_fernando@infosel.net.mx

En este mismo sentido, cabe destacar que existen numerosas investigaciones, tanto en México como en otros países, donde se ha demostrado la presencia de parasitoides que regulan en forma natural las poblaciones del gusano cogollero, cuando éste ataca principalmente al cultivo del maíz (Ashley, 1979 y 1986; Bahena, 1988 y 2002; Molina et al., 2001). Sin embargo, todavía se requiere profundizar sobre este conocimiento, a fin de determinar con mayor claridad aspectos como la distribución e importancia de las distintas especies de parasitoides nativos. No obstante, el conocimiento que se ha generado permite demostrar la presencia de dichos enemigos naturales del cogollero en diferentes regiones maiceras.

Actualmente se han encontrado más de 100 especies de parasitoides, y de éstas se tienen registradas a más de 40 en México; entre los géneros que más frecuentemente se han detectado en nuestro país se encuentra *Trichogramma* spp (Trichogrammatidae); *Chelonus* spp, *Apanteles* spp y *Meteorus laphygmae* (Braconidae); *Euplectrus* spp (Eulophidae); *Ophion* spp, *Pristomerus spinator* (F) y *Campoletis* spp (Ichneumonidae), y varias especies de moscas parásitas de las familias Sarcophagidae y Tachinidae, entre las que destacan *Archytas marmoratus* y *Lespesia archippivora* (Carrillo, 1980; Montoya, 1980; Zapata, 1983; Ruiz, 1984; Bahena 1988 y 2002; Carrillo, 1993; León-Reyes y López-Barbosa, 1994; Molina et al., 2001).

Otras de las alternativas que pueden ser integradas en una estrategia de manejo agroecológico de plagas en el cultivo del maíz, son los bioplaguicidas; éstos productos pueden ser muy útiles, ya que permiten prescindir de los agroquímicos casi en forma inmediata, mientras se avanza en el proceso de recuperación de la entomofauna benéfica y las prácticas de conservación. Contra el gusano cogollero se han usado con éxito algunos productos a base de entomopatógenos como bacterias (Valenzuela, 1992), hongos (Lezama, 1994), virus (Vera et al., 1995) y nemátodos (Cabanillas & Raviston, 1992); sin embargo, actualmente el uso de los extractos vegetales constituye una alternativa viable con mucho potencial, debido a su nula persistencia, bajo o nulo impacto sobre los enemigos naturales y el medio ambiente, además de su bajo costo.

Un número importante de extractos vegetales han sido evaluados contra el cogollero desde hace varios años, destacando plantas como la higuera *Ricinus communis*, el ajo *Allium sativum* y algunas meliáceas como *Melia azadirachta*, *Trichilia havanensis*, *T. pallida* y *Azadirachta indica* (Vázquez et al., 1994; Rodríguez, 1995; Djair, 1998; Bahena, 2001). En

México, comercialmente se pueden encontrar productos a base de Nim (Neem Oil®) y Ajo (Biocrack®), ambos con demostrada eficiencia para el combate de varias plagas y que eventualmente podrían tener algún potencial para ser usados en una estrategia agroecológica de manejo del gusano cogollero.

Las tendencias actuales en el control de plagas, indican que los productos más prometedores serán aquellos que además de reducir las poblaciones de la plaga tengan nulo efecto negativo sobre las poblaciones de enemigos naturales. Es tal la importancia que se da a este tema que en la Unión Europea hay obligatoriedad de realizar estudios ecotoxicológicos en los enemigos naturales previo al registro de plaguicidas (Anónimo, 1996). En este sentido, bioplaguicidas que además de respetar a la entomofauna benéfica, puedan tener un efecto adicional al ser atrayentes de depredadores y parasitoides, tendrán una importancia más relevante en los programas de manejo agroecológico de plagas. Por ejemplo, el mecanismo de acción del Biocrack® en base a semioquímicos como las alomonas, pueden tener el doble efecto de repeler al insecto plaga y atraer a los enemigos naturales.

Finalmente, un elemento integrador será el manejo agroecológico de plagas, que prescinde del uso de plaguicidas y es sustentado principalmente en la práctica del control biológico, la que es apoyada por otros métodos alternativos que puedan garantizar una mayor eficiencia de los agentes naturales de control. Invariablemente esto deberá estar sustentado en la diversificación del agroecosistema de maíz, mediante prácticas que promuevan la conservación de los enemigos naturales. Existen algunas experiencias donde se ha demostrado cómo el maíz intercalado con frijol, haba o bien estudiando el complejo natural de malezas, aumentó el número de insectos benéficos y provocó una interferencia en la colonización de *S. frugiperda*; del mismo modo se observó como la presencia del parasitoide *Meteorus* spp fue mayor en los policultivos en comparación con el monocultivo (Altieri, 1992). Resultados similares fueron observados por Trujillo-Arriaga y Altieri (1990) con pulgones y depredadores, en Tlaxcala y por Cortes-Madrigal *et al.*, (1993), con gusano cogollero y sus enemigos naturales, en la Chontalpa, Tabasco.

Investigaciones recientes en el Occidente de México

De 1998 a la fecha, en el Occidente de México, por parte del Centro Nacional de Investigación para la Producción Sostenible (CENAPROS) del INIFAP, se han venido realizando una serie de investigaciones tendientes a lograr que se cuente con una estrategia para el manejo agroecológico del

gusano cogollero. En estos estudios, se han realizado muestreos y colectas de campo en localidades ubicadas en distintos ambientes climáticos, a fin de detectar la presencia de enemigos naturales, y tratar de establecer en cada caso, la importancia relativa de dichos agentes naturales en el control biológico de la plaga. Adicionalmente se han realizado evaluaciones de campo con distintos productos que puedan ser alternativos al convencional uso de los plaguicidas químicos y como consecuencia de esto se ha hecho desde hace más de tres años la introducción del árbol del Nim *A. indica* a la zona de Apatzingan, Michoacán, estableciéndose poco más de 1 ha con excelentes resultados a la fecha. Por otra parte, se han estado haciendo algunos estudios con feromonas sexuales de *S. frugiperda*, para la captura de machos, evaluándose feromonas de distinta fuente comercial, tres modelos de trampas y la ubicación de las mismas con respecto a la altura, a fin de poder integrar esta herramienta a la propuesta de manejo contra la plaga. Con los resultados que se están obteniendo se trabaja en la elaboración de una propuesta integral de manejo agroecológico de dicha plaga.

Enemigos naturales del gusano cogollero

Parasitoides

Las investigaciones que se han realizado en el occidente de México, permiten empezar a establecer las bases para un manejo agroecológico del gusano cogollero. En cuatro años de muestreos intensivos en campo (de 1998 a 2001) se han realizado más de 150 colectas, en 76 localidades distintas de Colima, Jalisco y Michoacán, observándose que en más del 70% de los muestreos-colecta y localidades visitadas se detectaron parasitoides del cogollero.

Como se puede observar en el Cuadro 1, en el 73.5% (108) de los muestreos-colecta realizados se detectaron parasitoides, y del total de localidades muestreadas en el 75% (57) fue posible detectar alguna especie de parasitoide. Es destacable el caso del Estado de Michoacán en donde la presencia de parasitoides es considerablemente mayor que en el resto de los Estados, pues en el 88% de los muestreos realizados y el 97% de localidades muestreadas, fue posible observar algún grado de parasitismo natural.

Considerando a los más de 150 muestreos colecta del cogollero en campo, se han encontrado rangos de parasitismo que van del 5% al 80% y con especies de parasitoides que atacan distintos estados de desarrollo, desde el huevo, huevo-larva, a los distintitos estados de desarrollo larvales y hasta la pupa. Es importante destacar que estos porcentajes de parasitismo se han obtenido generalmente en condiciones que podrían considerarse como adversas para los parasitoides, de ahí que esta

Cuadro 1. Presencia de parasitoides del gusano cogollero, por muestreos-colectas con el total de localidades por cada Estado del Occidente de México. 1998-2001

| Estado | N° de Muestrros | N° Localidades | Muestrros con parasitoides | Localidades con parasitoides |
|-----------|-----------------|----------------|----------------------------|------------------------------|
| Michoacán | 88 | 33 | 77 | 32 |
| Jalisco | 8 | 8 | 6 | 6 |
| Colima | 51 | 35 | 25 | 19 |
| | 147 | 76 | 108 | 57 |

información puede ser útil para complementar el manejo de la plaga con otras practicas de conservación de estos enemigos naturales.

En el cuadro 2, se observan porcentajes de parasitismo representativos para tres regiones diferenciadas por su altitud, zona baja (A), zona media (B) y zona alta(C), destacándose el tipo de parasitoide más abundante en cada caso.

Cuadro 2. Localidades representativas de cada región de estudio, con porcentajes de parasitismo total y las especies mas importantes de parasitoides encontrados.

| Muestreo | Regiones */Localidad | # de larvas colectadas | % de parsitismo | Parasitoides** |
|----------|------------------------------|------------------------|-----------------|--------------------------------------|
| 24/11/98 | A. CEVA, Antunez | 109 | 71.6% | (P) Ch. insularis, (S) E. vitticolle |
| 14/07/99 | A. La Carretera, B. aires | 120 | 79.2% | (P) Ch. insularis, (S) P. spinator |
| 29/10/99 | A. Paracuaro, Mich. | 91 | 78.0% | (P) Ch. insularis, (S) E. vitticolle |
| 01/06/99 | B. La Concepción, A. Obregón | 67 | 74.6% | (P) Campoletis sp |
| 14/07/99 | B. Jesús del Monte | 65 | 69.2% | (P) Campoletis sp |
| 03/08/99 | B. La Joya, Indaparapeo | 72 | 80.5% | (P) Campoletis sp |
| 06/08/99 | B. La carreta, A. Obregón | 104 | 75.0% | (P) Campoletis sp |
| 11/06/99 | C. Ajuno | 68 | 17.6% | (P) Campoletis sp |
| 22/06/99 | C. Patzcuaro | 100 | 28.0% | (P) Campoletis sp |

* (A) Valle de Apatzingan, (B) Valle Morelia-Querendaro y (C) Cuenca del Lago de Patzcuaro

** En importancia por su presencia son: (P) Parasitoide primario y (S) Parasitoide secundario

Como resultado de los muestreos en campo, se ha establecido en principio que de los parasitoides identificados, y que parasitan en diferente grado distintos estados de desarrollo del gusano cogollero, destacan entre todos ellos *Ch. insularis* y *Campoletis sonorensis*, tanto por los porcentajes de parasitismo observados, como por el número de localidades donde éstos fueron detectados. Con los parasitoides encontrados, se ha implementado la primer colección de referencia para esta región, en el laboratorio de Control Biológico del CENAPROS de Michoacán.

En las identificaciones de los parasitoides se ha establecido la presencia de las siguientes especies: De Trichogrammatidae: *Trichogramma pretiosum* Riley; De Braconidae: *Chelonus insularis* Cresson 1865, *Ch. cautus* Cresson 1872, *Ch. sonorensis* Cameron, *Meteorus laphygmae* Viereck, *Cotesia* sp Cameron 1891, *Homolobus* sp Förster 1862, *Stantonia* sp Ashmead 1904 y *Glyptapanteles* sp Ashmead 1904; De Ichneumonidae: *Pristomerus spinator* (Fabricius), *Eiphosoma vitticolle* Cresson 1865, *Campoletis sonorensis* Cameron, *Temelucha* sp Förster 1868 y *Netelia* sp Gray 1860; De Eulophidae: *Euplectrus* sp; De Tachinidae: *Archytas analis* Fabricius, *A. marmoratus* (Townsend) y *Lespesia archippivora* (Riley). Se ha encontrado a *Conura petioliventris* Cameron 1884, un Chalcididae hiperparasito, citado por primera vez parasitando a *C. sonorensis*.

En el cuadro 3, se puede observar la diversidad de especies de parasitoides detectados con su correspondiente familia taxonómica; en este mismo cuadro, se anota el número de localidades por cada Estado del Occidente de México, en donde se encontró a cada especie de parasitoide.

Depredadores

Para esta misma región del país, respecto a los depredadores que se han encontrado asociados al cultivo del maíz y en donde hay presencia del gusano cogollero, se han detectado especies que pertenecen a 16 familias cohabitando con otras 19 familias que incluyen insectos de hábitos fitófagos, que no necesariamente se les consideran plagas en el cultivo del maíz.

En la información que se presenta en el cuadro 4, correspondiente a este apartado, solamente se incluyeron aquellos artrópodos que reunían las tres características siguientes: 1) tienen antecedentes o se les reconoce su comportamiento fitófago o entomófago, 2) tienen una presencia (frecuencia y abundancia) significativa, y 3) se presentaron en varias de las localidades muestreadas.

Del total de grupos observados, los que incluyen especies depredadoras son de las siguientes 16 familias de artrópodos:

Cuadro 3. Número de localidades por Estado, con parasitoides de *Spodoptera frugiperda*, obtenidos en el Occidente de México (Michoacán, Jalisco y Colima). 1998 - 2001.

| Familia | Especie | C* | M* | J* | Total |
|-------------------|--|----|----|----|-------|
| Braconidae | <i>Chelonus insularis</i> Cresson, 1865 | 9 | 14 | 1 | 24 |
| | <i>Chelonus sonorensis</i> Cameron | | 3 | 1 | 4 |
| | <i>Chelonus cautus</i> Cresson, 1872 | 1 | 5 | 1 | 7 |
| | <i>Cotesia</i> sp Cameron, 1891 | 1 | 1 | 2 | 4 |
| | <i>Glyptapanteles</i> sp Ashmead, 1904 | | 2 | | 2 |
| | <i>Meteorus laphygmae</i> Viereck | 2 | 1 | | 3 |
| | <i>Homolobus</i> sp Förster, 1862 | | 2 | | 2 |
| | <i>Stantonia</i> sp Ashmead, 1904 | | 1 | | 1 |
| Ichneumonidae | <i>Campoletis sonorensis</i> Cameron | 2 | 21 | 6 | 29 |
| | <i>Netelia</i> sp Gray, 1860 | | 2 | | 2 |
| | <i>Temelucha</i> sp Förster, 1868 | | 1 | | 1 |
| | <i>Pristomerus spinator</i> (Fabricius) | 5 | 4 | | 9 |
| | <i>Eiphosoma vitticolle</i> Cresson, 1865 | 7 | 14 | | 21 |
| Eulophidae | <i>Euplectrus</i> sp | 1 | | | 1 |
| Trichogrammatidae | <i>Trichogramma pretiosum</i> Riley | | 2 | | 2 |
| Chalcididae | <i>Conura petioliventris</i> Cameron, 1884** | | 1 | | 1 |
| Tachinidae | <i>Archytas analis</i> Fabricius | 2 | | | 2 |
| | <i>Archytas marmoratus</i> (Townsend) | 10 | 2 | | 12 |
| | <i>Lespesia archippivora</i> (Riley) | 1 | 2 | | 3 |

* C: Colima, M: Michoacán y J: Jalisco

** Hiperparasito de *Campoletis sonorensis*

Thomisidae, Salticidae, Lycosidae, Forficulidae, Reduviidae, Nabidae, Anthocoridae, Chrysopidae, Hemerobiidae, Carabidae, Staphylinidae, Cleridae, Cantharidae, Coccinellidae y Malachiidae. Se conoce el comportamiento de estos entomófagos en el monocultivo maíz en contraste con la asociación con frijol y calabaza.

Entre los depredadores que se observaron y que pueden destacarse debido a sus antecedentes se tienen a los siguientes grupos y especies:

Araneae. fue común para todas estas localidades la abundante presencia de arañas, de hecho numéricamente fue el grupo más importante de todos. Se observó una gran variedad de especies de diferentes familias, pero se destacan por su capacidad depredadora la presencia de las familias Thomisidae, Salticidae y Lycosidae. Si bien las arañas son importantes depredadoras, presentan el inconveniente de su

baja especificidad, por lo que en los programas de control biológico, que son dirigidos contra alguna plaga en particular, no suelen ser recomendadas para que incidan en forma determinante en la regulación de la población. Sin embargo, dentro de una estrategia de control biológico por conservación serían un componente fundamental y además se convierten en unos indicadores básicos, para evaluar la recuperación del agroecosistema.

Cuadro 4.
Familias de artrópodos fitófagos y entomófagos, observados en muestreos en maíz, en los ciclos de primavera-verano de 1999 y 2000 en Michoacán.

| ORDEN | FAMILIAS | FITÓFAGO | ENTOMÓFAGO |
|-------------|--|----------|------------|
| Araneae | Thomisidae, Salticidae, Lycosidae | | X |
| Miriapoda | Diplopoda | X | |
| Orthoptera | Acrididae, Gryllidae, Tettigoniidae | X | |
| Dermaptera | Forficulidae, Labiduridae | X | X |
| Hemiptera | Pentatomidae, Coreidae | X | |
| | Reduviidae, Nabidae, Anthocoridae | | X |
| Homoptera | Cercopidae, Aphididae, Cicadellidae | X | |
| Neuroptera | Chrysopidae, Hemerobiidae | | X |
| Coleoptera | Carabidae, Staphylinidae, Cleridae, Cantharidae, Coccinellidae, Malachiidea | | X |
| | Cantharidae, Meloidae, Chrysomelidae, Curculionidae, Melolonthidae, Elateridae, Scarabaeidae | X | |
| Lepidoptera | Noctuidae | X | |

Dermaptera. Este fue el segundo grupo más abundante de todos los que fueron observados. Aquí se incluyen principalmente a dos familias: Forficulidae y Labiduridae. En este caso, se tienen especies que actúan como fitófagas y otras más como depredadoras. Dentro de la primera familia hay depredadoras como *Forficula* sp que depreda a “pulga saltona” y en la segunda familia se encuentra a *Labidure* sp, que se sabe es depredadora de larvas y huevos de miembros de Lepidoptera.

Hemiptera. Dentro de este orden se incluyen plagas de importancia agrícola, pero además se encuentran muchos depredadores que son muy importantes. Las chinches depredadoras que fueron observadas, durante los muestreos en las diferentes localidades pertenecen a las familias Reduviidae (chinches asesinas), Nabidae (chinche pajiza) y Anthocoridae (chinche pirata); junto con las arañas y las tijerillas, éstas fueron las más abundantes de todos los grupos observados.

Entre los géneros más importantes está *Zelus* sp, *Sinea* sp, *Castolus* sp, *Apiomerus* sp, y *Arilus* sp, las dos primeras son reconocidas como depredadoras de larvas del tercer y cuarto estadio.

Neuroptera. Tanto las larvas como los adultos son reconocidos como importantes depredadores. Se observaron especies de las familias: Chrysopidae y Hemerobiidae. En el primer caso se trata de *Crysoperla* sp, y en el segundo de *Hemerobius* sp; ambos, pueden consumir varios cientos de pulgones en un día, pero también se alimentan de piojos harinosos y otros homópteros; atacan ácaros, chicharras, trips y huevecillos y larvas pequeñas de varias especies de lepidópteros. Ambas especies suelen ser similares a simple vista, a no ser que la primera es de color verde, mientras que la segunda café claro.

Coleoptera. Dentro de este orden, en los muestreos que se realizaron para las diferentes localidades se detectaron a muchas especies que están incluidas dentro de familias que son fitófagas y entomófagas. De estas últimas, las que se observaron en los muestreos de campo fueron las siguientes: Carabidae, Staphylinidae, Cantharidae, Melyridae (=Malachiidae), Cleridae y Coccinellidae. Algunos géneros y especies que se encontraron con mayor frecuencia son: el carabido, *Calosoma* sp; los meliridos, *Attalus* sp, *Malachius* sp, *Collops vittatus*, *C. bipunctatus*, *C. femoratus* y *C. geminus*; el cleridos, *Anoclerus* sp; las catarinitas, *Hippodamia convergens*, *Cycloneda sanguinea* y *C. munda*, *Coleomegilla maculata*, *Stethorus* sp; por otra parte, entre los géneros que fueron menos abundantes se pueden citar a *Chilocorus* sp, *Scymnus* sp, *Hyperaspis* sp, *Brachyacantha* sp y *Adalia* sp.

Evaluación de métodos alternativos al insecticida químico

En las evaluaciones de campo que se han realizado desde 1999, de distintos plaguicidas biológicos que puedan resultar alternativos al químico convencional, productos comerciales como el Biocrack? (ajo), Dipel? (Bt) y Neem oil? (*Azadirachta indica*), han demostrado ser una alternativa que puede sustituir al insecticida químico convencional (clorpirifos), debido fundamentalmente a que además de reducir a la población de la plaga, productos como el Biocrack?, permitieron una mayor presencia de parásitos y depredadores que a lo largo del cultivo logró reducir en mayor medida las larvas del cogollero en contraste con lo observado con el resto de los tratamientos.

El uso de Nim, preparado en forma artesanal como extracto acuoso, además de ser tan eficaz como el producto que se vende comercialmente, reduce los costos de producción del cultivo, en más del 50% de lo que se invierte con el insecticida químico; en este sentido dentro

de la estrategia de trabajo que se tiene, se hace la introducción de una plantación de Nim en la zona del trópico seco (Apatzingán, Mich.), con el propósito de poder estudiar sus posibilidades de adaptación y de este modo poner a disposición de agricultores la tecnología de cultivo, su uso y el material vegetal.

Cuando se han realizado muestreos posteriores a la aplicación de un químico, los resultados superan los tratamientos alternativos; sin embargo, en nuestro estudio se ha evaluado el efecto acumulado durante el ciclo de cultivo, con respecto a la presencia de larvas y paralelamente el efecto que tiene el tratamiento sobre los parasitoides y depredadores. En el Cuadro 5, se anota el promedio de larvas de cogollero encontradas en distintas fechas de muestreos y se puede ver que al final del estudio la presencia de larvas es mayor donde se aplicó el químico.

Cuadro 5.
Promedio de larvas del gusano cogollero, en la evaluación de diferentes tratamientos de control alternativo en la región de Apatzingan, Mich., durante el ciclo de maíz primavera/verano de 2000

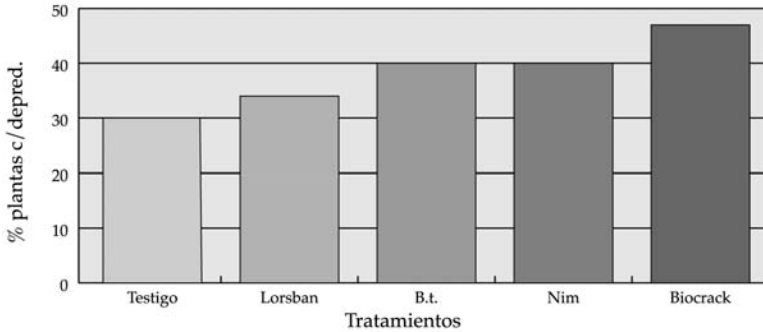
| Tratamientos | | | | | Media |
|--------------------------|-----------|-----------|---------|----------|---------|
| | 14/Agosto | 26/Agosto | 9/Sept. | 23/Sept. | General |
| Testigo (sin aplicar) | 0.64ab | 0.36a | 0.36a | 1.12ab | 0.62 |
| Dipel (B. thuringiensis) | 0.60ab | 0.48a | 0.28a | 0.36a | 0.43 |
| Nim (azadirachtina) | 0.72ab | 0.36a | 0.28a | 1.16ab | 0.63 |
| Biocrack (extrac. ajo) | 0.32a | 0.24a | 0.32a | 0.28a | 0.29 |
| Químico (clorpirifos) | 1.28b | 0.12a | 0.16a | 1.96b | 0.88 |

Valores con la misma letra dentro de una columna, no difieren estadísticamente

En la figura 1, se puede observar como después de haber contabilizado la presencia y abundancia de depredadores durante todo el estudio, se encontró que los tres tratamientos alternativos evaluados, favorecieron la presencia de depredadores; esta observación es prácticamente similar a cuando se dió seguimiento a larvas de cogollero que fueron colectadas en los sitios donde se aplicaron los tratamientos y que fueron observadas en laboratorio para obtener la presencia de parasitoides.

Es probable que esto pueda tener un efecto sobre la presencia acumulada de larvas del cogollero, que como se muestra en el Cuadro 5 se reduce en donde son aplicados los distintos tratamientos alternativos.

Figura 1.
Porcentaje promedio de depredadores en plantas con diferentes
tratamientos de "control alternativo" en la región de Apatzingan,
Mich., Primavera/Verano-2000.



Con los resultados que se muestran tanto en el Cuadro 5 como en la Figura 1, se puede corroborar el papel que juegan los distintos grupos de enemigos naturales en la regulación natural de las poblaciones del gusano cogollero y nos permite tratar de analizar como esta información puede ser usada para el diseño de una estrategia de manejo agroecológico. Puede ser más impactante en la producción de maíz la presencia acumulada y permanente de larvas del cogollero durante el ciclo de cultivo, que la que se presenta inmediatamente después de una sola aplicación que solo corresponde directamente a la presencia o ausencia de la plaga en el momento y no considera la participación de los enemigos naturales.

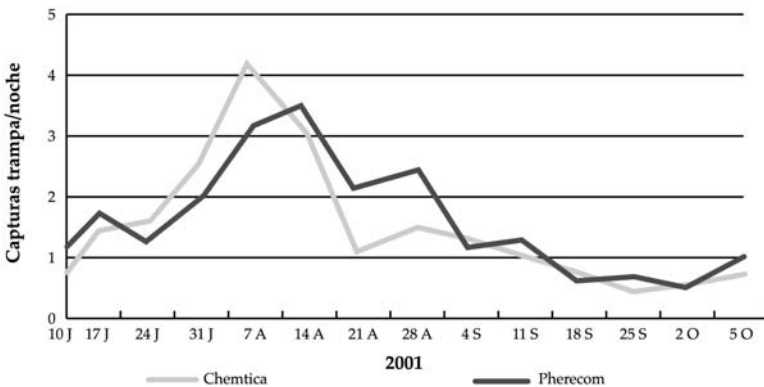
Evaluación de Feromonas sexuales para la captura de palomillas

A partir del año 2000, se han realizado algunas evaluaciones sobre la efectividad de las feromonas sexuales para la captura de palomillas macho del gusano cogollero en campo. Se han estudiado dos tipos de feromonas sexuales, la de Chemtica y la de Pherecom; tres tipos de modelos de trampas, la Scentry, Buckett y Delta; tres alturas de colocación del cebo en la trampa, 1,1.5 y 2 metros desde el nivel del suelo.

En las evaluaciones de los diferentes modelos de trampa, la que ha mostrado los mejores resultados ha sido la del modelo Scentry, seguida por la Delta y finalmente la Buckett, con los promedios de captura mas bajos. Con la trampa Scentry, cuando ha sido cebada con la feromona de Chemtica, se han llegado a observar capturas máximas hasta de 5.15

palomillas por noche/trampa, con promedios de 4.98 durante el ciclo del cultivo; sin embargo, la feromona de Pherocom resulta ser igual de efectiva, pero su costo en el mercado es superior. Con la trampa Delta cebada con la feromona de Chemtica se capturaron durante el ciclo de cultivo de primavera-verano de 2000, un total de 2,535 palomillas con un promedio de captura de 2.22 palomillas trampa/noche, durante 95 días. Para todos los casos las capturas han sido mejor cuando las trampas son colocadas a 1.5 y 2 m, sin diferencias significativas entre estas dos alturas. En este tipo de estrategias, se estudia la posibilidad de que su uso sea competitivo y al alcance de los agricultores.

Figura 2. Promedio de capturas de machos de *S. frugiperda*, por trampa/noche con dos diferentes feromona sexual Chemtica y Pherecom, en el modelo de trampa Delta, a una altura de 150 cm, durante el ciclo agrícola de primavera-verano del 2001, en el Valle Morelia-Querendaro, Michoacán.



En la figura 2, se comparan las capturas durante un ciclo de cultivo, usando los dos tipos de feromona sexual evaluadas. Se observa por una parte la utilidad de este tipo de herramientas para que en principio puedan ser usadas para monitoreo de las poblaciones del cogollero, pero lo que puede ser más importante es la captura promedio por trampa/noche durante todo el estudio.

A manera de comentario final, podemos afirmar que los resultados obtenidos a la fecha son alentadores y nos permiten asegurar que se puede cumplir el objetivo de contar con una estrategia integral de manejo contra el gusano cogollero del maíz, que nos permita prescindir del uso de insecticidas químicos, pero también contar con una alternativa que no justifique la introducción del maíz transgénicos que se argumenta son en parte para el mismo propósito.

Actualmente trabajamos en la integración de estos resultados, para que puedan ser evaluados y validados, en su conjunto, y además trataremos de incorporar el componente económico a fin de garantizar la adopción de esta estrategia por parte de los agricultores de escasos recursos económicos.

Bibliografía

- Altieri, M. A. 1992. *Biodiversidad, agroecología y manejo de plagas*. CETAL. Valparaiso, Chile. 162 pag.
- Andrews, K. L. 1988. *Latin America research on Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Florida Entomol*, 71 (4): 630 – 653
- Anónimo 1996. Directiva 96/12/CE de la comisión de las Comunidades Europeas, por la que se modifica la directiva 91/414/CEE del consejo relativa a la comercialización de productos fitosanitarios. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas* (15-3-96) N° L 65: 20 - 37
- Ashley, T. R. 1979. Classification and distribution of fall armyworm parasites. *Florida Entomol*. 62: 114 – 123
- Ashley, T. R. 1986. Geographical distribution and parasitization levels for parasitoids of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *Florida Entomol*. 69: 516 - 524
- Bahena J., F. 1988. *Enemigos naturales de huevecillos y larvas del gusano cogollero del maíz Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) y observaciones de laboratorio en Morelos, México. Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. 105 pag.
- Bahena J., F. 2001. El Nim: una alternativa para el manejo agroecológico de plagas. CENAPROS-INIFAP. *Agenda técnica* # 3: 22 p.
- Bahena J., F.; H. C. Arredondo B.; M. Vázquez G.; A. González H. y M. A. Miranda S. 2002 Parasitoides del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en el occidente de México. *Entomología Mexicana*. Vol. 1: 260 - 265
- Banda T., J. F. 1981. *Importancia económica de Heliothis zea Boddie y determinación del umbral económico, distribución matemática y muestra de Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) en maíz criollo. Tesis de Doctor en Ciencias. ITESM. División de Ciencias Agrop. y Marítimas. Monterrey, N. León.
- Cabanillas, E. & Raviston, JR. 1992. Eficacia de un nuevo nemátodo entomopatogénico, *Steinernema* sp. En el control biológico de gusano elotero *Helicoverpa zea* (Boddie), (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz en el Río Grande de Valle de Texas. *Resumen XXVII Congreso Nacional de Entomología*. San Luis Potosí. 348-349 p.
- Carrillo, R. H. 1980. Determinación del parasitismo natural del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* Smith en Quintana Roo. *Fol. Entomol. Mex.*, 45: 111-112
- Carrillo S., J. L. 1993. Síntesis del control biológico de *Heliothis* spp y *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en México. *Folia Entomol. Méx.* 87: 85 – 93
- Cortez-Madrigal, H.; J. Trujillo-Arriaga y A. González-Hernández. 1993. Incidencia del Gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lep.: Noctuidae) y de sus enemigos naturales en tres agrosistemas de maíz en la

- Chontalpa, Tabasco. En *Memorias del XXVIII Cong. Nal. Entomol. Cholula*, Puebla. 217 – 218 p
- Djair, V. J. 1998. Efectos de extractos acuosos de *Trichilia pallida* (Meliaceae) y genotipos resistentes de maíz sobre el desarrollo y sobrevivencia de *Spodoptera frugiperda* (Smith). *Memorias de XXXIII Congreso Nacional de Entomología*. Acapulco Guerrero, México. 587-588.
- León-Reyes, A. y E. López-Barbosa. 1994. Parasitismo de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en el municipio de Tarimbaro, Michoacán. *Esc. de Biología. Resumen del XXIX Cong. Nal. Entomol.* Monterrey, N. L. p. 89.
- Lezama, G. R. 1994. Evaluación de cepas de *Nomuraea rileyi* y *Paecilomyces fumosoroseus* contra *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Vedalia. Revista Internacional de Control Biológico*. Mexico.61pp.
- Mac Gregor, R. y O. Gutierrez. 1983. *Guía de insectos nocivos para la agricultura en México*. 1° Edición. Edit. Alambra Mexicana, S. A., México, D. F.
- Malo, E. A.; A. Zabeche y A. Virgen. 1999. Evaluación preliminar de trampas y feromonas para el monitoreo de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz. *Simposio Nacional de Ecología Química*. Aguascalientes, Ags. 73 –79 p
- Molina O., J.; J. J. Hamm; R. Lezama G.; M. López E.; M. González R. y A. Pescador R. 2001. A survey of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) parasitoids in the mexican states of Michoacán, Colima, Jalisco, and Tamaulipas. *Florida Entomol*, 84 (1): 31 - 36
- Montoya B., J. A. 1980. Estudio preliminar del ectoparásito del género *Euplectrus* del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* en Xalapa, Veracruz, México. *Rev. Appl. Entomol. Series A*, Vol. 68 (3): 212.
- Pérez M., E. 2001. Control Biológico de *Spodoptera frugiperda* Smith en Maíz. INISAV. Cuba. <http://codagea.edoags.gob.mx/~produce/spodopte.htm>
- Rodríguez H., C. 1995. Efeito de extratos aquosos de Meliaceae no desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lep.: Noctuidae) Tesis de Dr. USP. Brasil.
- Ruiz N., R. E. 1984. Insectos parásitos de larvas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), de los municipios del estado de Chiapas, México. *Resumen XX Cong. Nal. Entomol.* Cd. Victoria, Tamaulipas. p 55.
- Trujillo-Arriaga, J. y M. Altieri. 1990. A comparison of aphidophagous arthropods on maize polycultures and monocultures, in Central Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 31: 337 – 349
- Valenzuela, C. P. 1992. Entomopatógeno: Una opción en el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) (Resumen) *XV Congreso Nacional de Control Biológico*. Cuahutitlan Izcali. México. 82- 87 pp.
- Vázquez, G. M. G. Vázquez y G. Vingen C. 1994. Extracto etanólico de *Melia azedarech*: un posible sustituto de insecticidas sintéticos para el control del gusano cogollero (Lepidoptera: Noctuidae). *Memorias del XXIX Congreso Nacional de Entomología*. Monterrey N.L. 24-27 abril 1994. 158 p.
- Vázquez M., L. L. 1999. La conservación de los enemigos naturales de plagas en el contexto de la fitoprotección. INISAV. Cuba. *Boletín Técnico*. Vol. 5, N° 4: 75 p.
- Vera, M. L., L. Valverde, S. B. Popich y Z. D. Adjamat De Toledo. 1995. Evaluación preliminar de los enemigos naturales de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)

(Lepidoptera: Noctuidae) en Tucuman Argentina. *Memorias del V Congreso Latinoamericano y XIII Congreso Venezolano de Entomología*, del 4 – 8 de julio de 1993.

Zapata M., R. 1983. Enemigos naturales de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), *Mocis latiper* y *Diatraea* spp. en el cultivo del maíz. Resumen XIX Cong. Nal. Entomol. p 56.

**Estas investigaciones han contado con el apoyo financiero del Sistema de Investigación José María Morelos (SIMORELOS) del CONACYT, al proyecto 19980301010 “Control Biológico del gusano cogollero en el Occidente de México”, y de la Fundación Produce Michoacán A. C., a través el financiamiento del proyecto “Control Biológico del gusano trozador y cogollero del maíz en tres regiones agroecológicas del Estado de Michoacán”.

**Se agradece al Dr. Rubén Sánchez Martínez del CENAPROS la revisión y sugerencias técnicas a este documento.