

Manejo biorracional del gusano cogollero en maíz



CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE-CENTRO

CAMPO EXPERIMENTAL DELICIAS

Manejo biorracional del gusano cogollero en maíz

Gerardo García Nevárez¹ y Socorro Héctor Tarango Rivero²

¹M.C. en Horticultura y ²M.C. en Fruticultura
Campo Experimental Delicias-INIFAP

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Folleto técnico No. 30 • 2009

DIRECTORIO INSTITUCIONAL

**SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN**

Lic. Francisco Javier Mayorga Castañeda

Secretario

Lic. Mariano Ruiz-Funes Macedo

Subsecretario de Agricultura

Ing. Antonio Ruiz García

Subsecretario de Desarrollo Rural

Lic. Pedro Adalberto González Hernández

Subsecretario de Fomento a los Agronegocios

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y
PECUARIAS**

Dr. Pedro Brajcich Gallegos

Director General

Dr. Enrique Astengo López

Coordinador de Planeación y Desarrollo

Dr. Salvador Fernández Rivera

Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

Lic. Marcial A. García Morteo

Coordinador de Administración y Sistemas

CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE CENTRO

Dr. Homero Salinas González

Director Regional

Dr. Héctor Mario Quiroga Garza

Director de Investigación

M.C. Manuel Gustavo Chávez Ruíz

Director de Coordinación y Vinculación Chihuahua

CAMPO EXPERIMENTAL DELICIAS

Dr. Rodolfo Jasso Ibarra

Jefe de Campo

© Gerardo García Nevárez, 2009
km 2 carretera Delicias-Rosales
Apartado postal 81
Cd. Delicias, Chihuahua, México, CP 33000
Tel. 01(639) 472-19-74
www.inifap.chihuahua.gob.mx

© Campo Experimental Delicias, 2009

Manejo biorracional del gusano cogollero en maíz

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Contenido

1. Introducción.....	5
2. Biología de <i>S. frugiperda</i>	5
2.1. Hábitos.....	8
3. Daño.....	8
4. Muestreo y umbral de acción	9
4.1. Con trampas de feromona	10
5. Insecticidas biorracionales.....	12
5.1. Spinosines	12
5.2. <i>Bacillus thuringiensis</i> (Bt).....	13
5.3. Reguladores del crecimiento de insectos (RCI)	14
5.4. Baculovirus.....	15
6. Manejo biorracional del gusano cogollero	15
6.1. Control natural	15
6.2. Control biológico	17
6.2.1. Control biológico natural.....	17
6.2.2. Control biológico inducido	18
6.3. Insecticidas biorracionales	22
7. Resurgencia de plagas.....	26
8. Costo y beneficio	26
9. Aspersión adecuada	27
10. Conclusiones	28
AGRADECIMIENTOS.....	29
11. Literatura citada.....	29

MANEJO BIORRACIONAL DEL GUSANO COGOLLERO EN MAÍZ

1. Introducción

El gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) es una de las plagas más importantes del maíz *Zea mays* L. en México. Éste es de los pocos insectos que se dispersan y reproducen a través de todo el continente americano (Abbas et al. 1989). En las últimas tres décadas, el uso intensivo de plaguicidas de amplio espectro contra este insecto ha ocasionado el desarrollo de resistencia a la mayoría de los productos registrados para su control, además de resurgencia de plagas y contaminación ambiental (Morillo y Notz 2003). Actualmente existen en el mercado nuevos y eficaces plaguicidas para el control de *S. frugiperda*, que adicionalmente son de bajo impacto para el ambiente y selectivos para la fauna insectil benéfica. Dichos agroquímicos son conocidos como 'biorracionales' e incluyen a los reguladores del crecimiento de insectos y a los productos derivados de fuentes naturales (Pineda et al. 2006). El control biológico del gusano cogollero también es una estrategia biorracional (Rodríguez 2007).

2. Biología de *S. frugiperda*

Los huevos son de color blanco perla, son puestos en grupo y protegidos con escamas y secreciones bucales de la palomilla (foto 1), miden aproximadamente 0.4 mm de diámetro y 0.3 mm de altura. Una hembra puede poner de 100 a 200 huevos por ovipostura y hasta 1,500 en su vida fértil (Capinera 1999). La duración de los diferentes estados biológicos se presenta en el cuadro 1.

Cuadro 1. Duración de los diferentes estados biológicos de *S. frugiperda* en relación con la temperatura (Adaptado de: Clavijo et al. 1991).

Temperatura °C	Días promedio			
	Huevo	Larva	Pupa	Adulto
34.9	-	13.9	5.9	4.7
29.5	2.0	14.9	7.1	9.4
19.9	6.7	39.4	18.9	15.7



Foto 1. Masa de huevos del gusano cogollero puestos en el haz de una hoja de maíz. GGN

El color de las larvas varía según el alimento, aunque en general son pardo oscuras, con tres rayas pálidas longitudinales. En la parte frontal de la cabeza se distingue una “Y” blanca invertida (foto 2). Las larvas pasan por seis o siete estadios y llegan a medir hasta 35 mm de longitud (Negrete y Morales 2003).



Foto 2. Larva madura del gusano cogollero en una hoja de maíz, que muestra las tres bandas claras a lo largo del cuerpo y la “Y” invertida en la cabeza. RB

La pupa se desarrolla en el suelo (foto 3), es de color café rojizo y mide entre 14 y 18 mm de longitud (Negrete y Morales 2003). El adulto es una palomilla de color café grisáceo que mide alrededor de 3 cm con las alas extendidas (foto 4). Las alas del macho son de un color café más claro que el de las hembras y tienen una mancha transversal de color blanco cremoso (Nava y Ramírez 2002).



Foto 3. Pupa del gusano cogollero en el suelo, al pie de la planta de la que la larva se alimentó. LJC-UF



Foto 4. Adulto macho del gusano cogollero. Note la mancha de color blanco cremoso en las alas anteriores. LJC-UF

2.1. Hábitos

Durante las primeras fases de desarrollo del cultivo (de 4 a 6 hojas) las masas de huevos de *S. frugiperda* son más abundantes en la parte baja de la planta de maíz y en el envés de la hoja. Cuando la planta tiene de 8-10 y 12-24 hojas los huevos son puestos en la región media y superior y en el haz de la hoja. El mayor número de huevos es puesto en la fase de 4-6 hojas (Beserra et al. 2002).

Las larvas recién eclosionadas se alimentan principalmente de la misma masa de huevos a la que pertenecieron (Branderburg y Villani 1995). Durante las primeras horas, los estadios larvarios jóvenes presentan una respuesta positiva a la luz y como resultado se mueven hacia la parte superior de la planta de maíz, donde pueden ser movidas por el viento a otras plantas. Por si solas las larvas pueden dispersarse en un tiempo de dos horas cuando la temperatura alcanza los 35 °C (Morrill y Greene 1973).

3. Daño

La larva de primer estadio consume el tejido foliar por un lado, sin llegar a perforarlo, dejando intacta la capa epidérmica del haz de la hoja. A partir del segundo o tercer estadio la alimentación de las larvas en el cogollo se manifiesta con una hilera de perforaciones en las hojas (foto 5). Los últimos estadios pueden ocasionar una defoliación completa, dejando únicamente las nervaduras o tallo de la planta (foto 6) (Capinera 1999). Los pequeños agujeros ocasionados por la alimentación en las hojas nuevas se asemejan al daño originado por el gusano barrenador europeo del maíz, y aunque los síntomas iniciales son similares, los umbrales y medidas de control son diferentes en el gusano cogollero. Por lo tanto, es importante encontrar larvas vivas y determinar cuál insecto está causando el daño (Bessin 2007).

El daño económico de esta plaga generalmente es importante. Una infestación no controlada de *S. frugiperda* puede ocasionar una reducción del rendimiento de 13 a 60%, debido a la pérdida de área foliar y a un retraso o inhibición en la emisión de las inflorescencias (García 2008). Cabe resaltar que las plantas de maíz son susceptibles de ser dañadas por el gusano cogollero durante su desarrollo vegetativo, de la emergencia y hasta 55-60 días después de

dicha fase (figura 1); por lo tanto, es en esta etapa cuando debe muestrearse la plaga y en su caso aplicar las medidas de control (CESAVEG 2008).



Foto 5. Daño por larvas jóvenes de *S. frugiperda* en el cogollo de plantas de maíz. GGN



Foto 6. Daño por larvas maduras de *S. frugiperda* en plantas de maíz. GGN

4. Muestreo y umbral de acción

El muestreo del gusano cogollero debe iniciarse desde la emergencia de las plantas de maíz, para descubrir oportunamente las primeras oviposturas y las larvas recién eclosionadas (figura 1). Se recomienda que la frecuencia de los muestreos sea de dos veces por semana,

inspeccionando al menos 50 plantas por predio. Para esto se revisan 10 plantas seguidas en cada uno de cinco sitios de muestreo distribuidos en un patrón de “cinco de oros” en la parcela (figura 2). Cada planta se revisa cuidadosamente para contar y registrar el número de masas de huevos y la presencia de larvas y daño (Nava 2006). La detección temprana de infestaciones de la plaga permitirá un control más efectivo y económico, ya que son los primeros estadios larvales los más sensibles a los insecticidas. Las larvas de mayor tamaño son difíciles de controlar por el hábito que tienen de protegerse con tapones de su excremento (Bessin 2007).

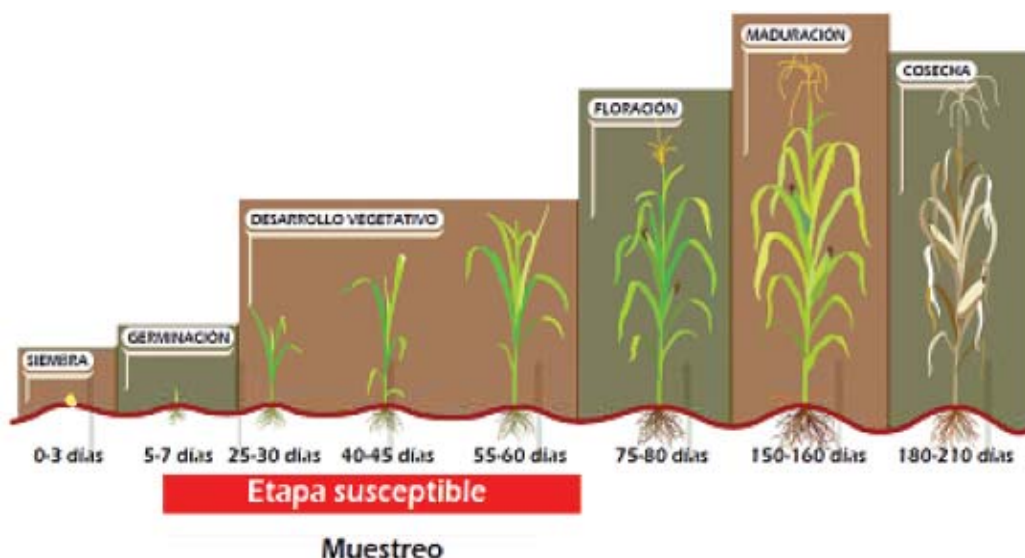


Figura 1. Etapa crítica de daño, muestreo y control del gusano cogollero en maíz (CESAVEG 2008).

Las medidas de control deben aplicarse cuando se detecte un 5% de masas de huevos o cuando el 25% de las plantas exhiban síntomas iniciales de daño (Bessin 2007).

4.1. Con trampas de feromona

Hay tres tipos de trampa para el muestreo de adultos del gusano cogollero. En comparación con la delta y de cono, la de garrafa (foto 7) ha mostrado mejores resultados en la captura y además es la más económica. En la comarca lagunera, la trampa de garrafa puede atrapar de 10 a 30 veces más palomillas que la trampa delta y de 30 a 150 más que la trampa de cono (cuadro 2). Se colocan 10 trampas por predio y se revisan 2 veces por semana. A la garrafa se

le agrega agua y un poco de jabón para romper la tensión superficial del agua y de esta manera atrapar a los insectos; el agua se cambia al momento de hacer el conteo de palomillas y la feromona cada tres semanas. Capturas superiores a 200 palomillas por trampa de garrafa se relacionan con 60% o más de plantas con daño y 50% o más de plantas con presencia de larvas (Nava 2006).

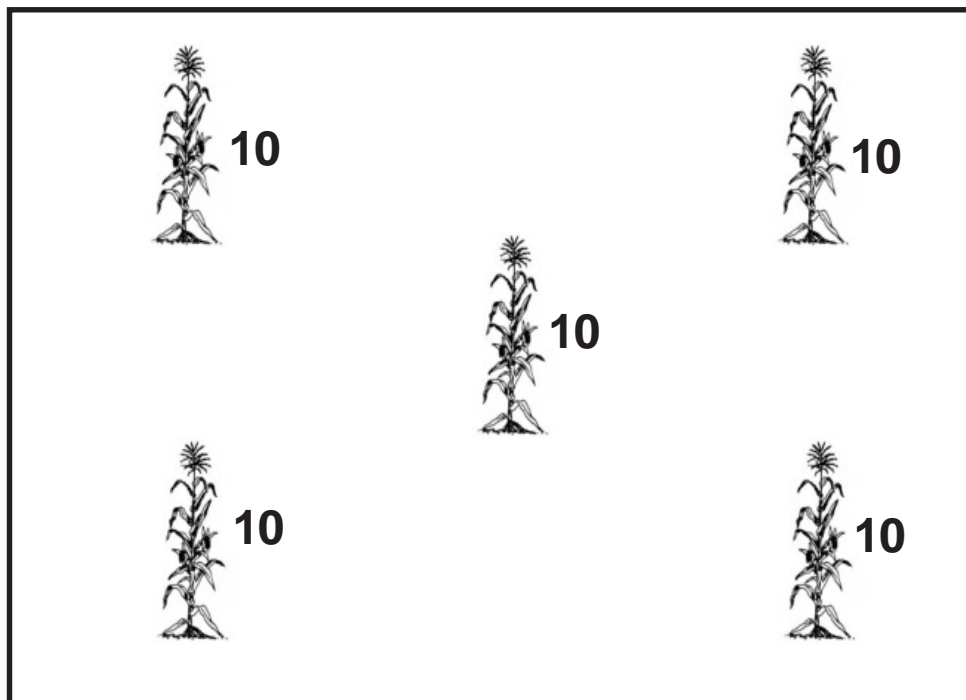


Figura 2. Distribución de los puntos de muestreo y número de plantas por muestra del gusano cogollero en una parcela de maíz (Nava 2006).

Cuadro 2. Número de adultos del gusano cogollero capturados por diferentes trampas de feromona (Adaptado de: Nava 2006).

Semana de muestreo	Trampa		
	Garrafa	Delta	Cono
13-20 may	241.7	21.9	8.3
26 may-2 jun	334.3	11.2	2.2



Foto 7. Trampa de garrafa para el muestreo de *S. frugiperda*.

En la parte superior se cuelga la cápsula de feromona y en el fondo se vierte el agua con jabón para retener a las palomillas. UNC

5. Insecticidas biorracionales

Los insecticidas varían de acuerdo con su toxicidad y su impacto ecológico. El control de plagas con ingredientes activos que son relativamente no tóxicos a mamíferos, selectivos para los insectos benéficos y con efectos secundarios mínimos al ambiente son llamados 'insecticidas biorracionales'. Éstos se adaptan muy bien a una estrategia de manejo integrado de plagas (MIP), y sobre todo permiten que ocurra el control biológico natural (Stansly et al. 1996, Grubinger 2009).

5.1. Spinosines

Es un nuevo grupo de insecticidas de la clase 'naturalyte', derivados de la bacteria del suelo *Sacharopolyspora spinosa* (Dripps et al. 2008). Su modo de acción consiste en mimetizar la acetil colina, provocando un desorden en los impulsos nerviosos del insecto (Quiñones 2004). Los spinosines, a diferencia de los reguladores del crecimiento de insectos, poseen una

selectividad muy variable; de manera particular los efectos adversos del spinosad son mayores en insectos parasitoides que en depredadores (cuadro 3).

5.2. *Bacillus thuringiensis* (Bt)

Los insecticidas a base de Bt son tóxicos para larvas de ciertos insectos, particularmente de lepidópteros. Es el entomopatógeno más utilizado como agente de control biológico; es altamente selectivo para insectos benéficos. Más de 90% del mercado de bioinsecticidas es de productos a base de esta bacteria (Glare y O'Callaghan 2000). El Bt necesita ser ingerido para poder llevar a cabo su efecto tóxico: las larvas dejan de alimentarse, se presenta una parálisis del intestino, diarrea, parálisis total y finalmente la muerte (Soberón y Bravo 2007). La figura 3 muestra el modo de acción de Bt.

Cuadro 3. Efectos del spinosad en diferentes estados biológicos de varias especies de insectos depredadores y parasitoides.

Enemigo natural	Estado tratado	Efecto	Fuente
<i>Crisopa Chrysoperla carnea</i>	Larva	No afecta pupación ni fecundidad	Medina et al. 2002
	Pupa	No afecta fecundidad ni viabilidad de huevos	Medina et al. 2001
	Adulto	No afecta fecundidad ni viabilidad de huevos	Medina et al. 2003
<i>Catarinita Cycloneda sanguinea</i>	Larva	No afecta tiempo de desarrollo	Michaud 2002
<i>Catarinita Harmonia axiridis</i>	Larva	El tiempo de desarrollo se alargó 6% con 1,000 ppm	Michaud 2002
<i>Chinche Geocoris punctipes</i>	Adulto	No afecta el consumo de presas	Elzen 2001
<i>Chinche Orius insidiosus</i>	Adulto	No afecta el consumo de presas	Elzen 2001
<i>Avispita Cotesia plutella</i>	Adulto	43% mortalidad en 24 h	Pietrantonio y Benedict (1999)
<i>Avispita Chelonus insularis</i>	Adulto	Reproducción eliminada	Penagos et al. 2002
<i>Avispita Trichogramma pretiosum</i>	Pupa	Reducción de la emergencia en 74%	García 2005

Adaptado de: Williams et al. (2003), García (2005).

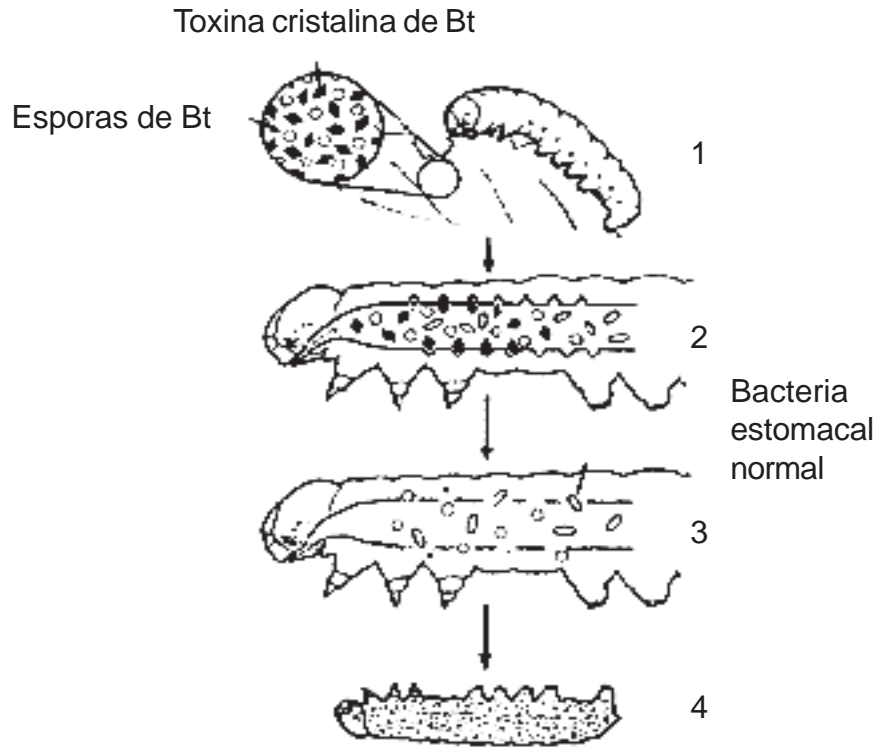


Figura 3. Modo de acción de Bt: 1) la larva consume el bioinsecticida; 2) la toxina se une a los receptores específicos de la pared estomacal, generando poros y la larva deja de comer; 3) las paredes se rompen, permitiendo que esporas y bacterias penetren en el cuerpo; 4) la larva muere por septicemia (Sansinenea 2008).

5.3. Reguladores del crecimiento de insectos (RCI)

Los RCI son una alternativa eficaz para el control racional de las plagas, debido a que tienen una muy baja toxicidad a mamíferos y respetan la fauna insectil benéfica (Hassan 1994). La clase más nueva de este grupo de insecticidas la integran el tebufenocide, metoxifenocide, halofenocide y cromafenocide, pertenecientes al grupo de las hidrazinas. El metoxifenocide es específico para larvas de lepidópteros y ha mostrado buenos resultados para el control del gusano cogollero; su modo de acción es elevar el nivel de ecdisona en la hemolinfa, lo que provoca que la larva inicie la muda de forma prematura y desordenada. Las larvas afectadas permanecen apesadas entre la cutícula nueva defectuosa y la anterior. Al parecer los insectos afectados mueren en su intento de desprenderse de la cápsula cefálica (Dhadialla et al. 1998). Debido a su especificidad los RCI no son tóxicos para otros órdenes de insectos (cuadro 4).

Cuadro 4. Efectos del RCI tebufenocide en diferentes estados biológicos de varias especies de insectos depredadores y parasitoides.

Enemigo natural	Estado tratado	Efecto	Fuente
Crisopa <i>Chrysoperla carnea</i>	Huevo	Reduce eclosión en 5%	Quiñones et al. 2009
	Larva	0% de mortalidad	
Chinche <i>Orius insidiosus</i>	Adulto	4.4% mortalidad	Pietrantonio y Benedict 1999
Catarinita <i>Hippodamia convergens</i>	Huevo	No afecta viabilidad	Quiñones et al. 2009
	Adulto	0% de mortalidad	
Catarinita <i>Olla v-nigrum</i>	Huevo	No afecta viabilidad	Quiñones et al. 2009
	Larva	5% de mortalidad	
	Adulto	0% de mortalidad	
Avispita <i>Cotesia plutella</i>	Adulto	4.4% mortalidad	Pietrantonio y Benedict 1999
Avispita <i>Trichogramma pretiosum</i>	Pupa	5% reducción de la emergencia de adultos	García 2005

5.4. Baculovirus

Estos virus entomopatógenos se han aislado principalmente de insectos del orden lepidóptera y son agentes importantes del control biológico. Una vez que el baculovirus es ingerido por el insecto, este se sitúa en el intestino medio y debido a su pH alcalino se liberan las partículas virales, las cuales se dirigen hacia el núcleo celular en donde se replica el virus. En un inicio las larvas infectadas no presentan síntomas, posteriormente dejan de alimentarse, el integumento se torna blanco - grisáceo, se rompe y se observa un fluido blanco grisáceo; al morir la larva queda colgando de las propatas en una posición de “V” invertida (foto 8), lo cual favorece la dispersión del virus en el ambiente (Del Rincón 2008).

6. Manejo biorracional del gusano cogollero

6.1. Control natural

De los factores bióticos y abióticos que más afectan las poblaciones de *S. frugiperda* es la precipitación pluvial. En la figura 4 se muestra que una lluvia de 94 mm es detrimental para una población de gusano cogollero a 43 días después de la emergencia; cuando la lluvia disminuyó a 30 mm el número de plantas infestadas por el insecto aumentó (Piñango et al. 2001).



Foto 8. Posición típica de una larva de lepidóptero muerta por un baculovirus (www.lanacs.ac 2009).

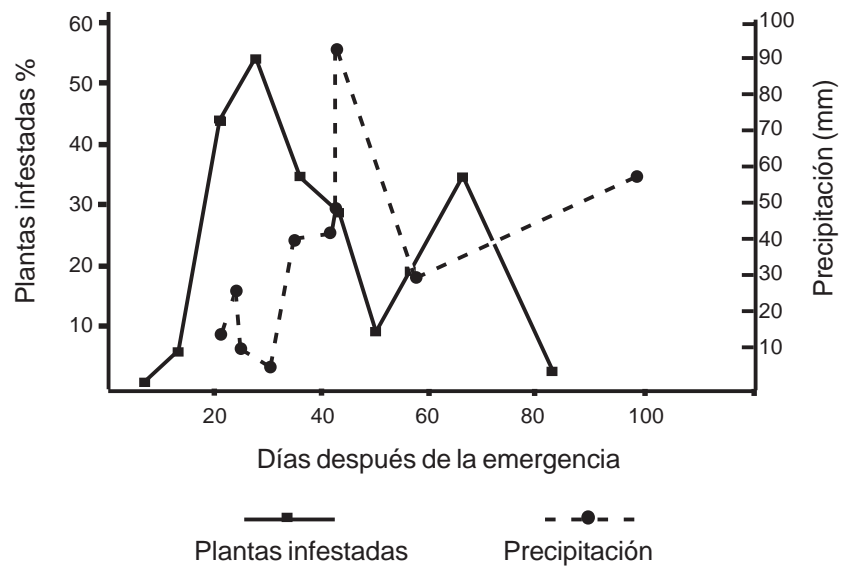


Figura 4. Relación entre la precipitación pluvial y el número de plantas de maíz infestadas por gusano cogollero (Piñango et al. 2001).

6.2. Control biológico

El gusano cogollero es una plaga con un gran número de enemigos naturales, los cuales pueden ser parasitoides, depredadores o entomopatógenos (cuadro 5). Es importante cuantificar el efecto de los insectos benéficos nativos, conservarlos y fomentar su actividad, particularmente a través del uso de agroquímicos selectivos.

Cuadro 5. Especies de insectos benéficos y de entomopatógenos más comunes que atacan al gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*.

Parasitoides	Depredadores	Entomopatógenos
<i>Telenomus</i> sp.	<i>Zelus</i> spp.	<i>Bacillus thuringiensis</i>
<i>Trichogramma atopovirilla</i>	<i>Orius tristicolor</i>	Virus de la poliedrosis nuclear
<i>T. pretiosum</i>	<i>Cycloneda sanguinea</i>	<i>Nomuraea rileyi</i>
<i>T. exiguum</i>	<i>Hyppodamia convergens</i>	<i>Steinernema carpocapsae</i>
<i>Chelonus insularis</i>	<i>Coleomegilla maculata</i>	
<i>Meteorus laphygmae</i>	<i>Podisus</i> sp.	
<i>Apanteles</i> sp.		
<i>Eiphosoma</i> sp.		
<i>Winthemia</i> sp.		
<i>Sarcophaga</i> sp.		
<i>Archytas marmoratus</i>		

Adaptado de: García et al.(1999).

6.2.1. Control biológico natural

Es la regulación de las poblaciones de la plaga por sus enemigos naturales sin la intervención del hombre. Un ejemplo de control biológico natural del gusano cogollero se presenta en la figura 5, donde se observa la mortalidad del insecto causada por tres parasitoides y un entomopatógeno en un cultivo de maíz. La avispa *Chelonus* spp. causó la mayor mortalidad de larvas, logrando porcentajes de 60% parasitismo. Conforme avanzó el desarrollo del cultivo el hongo *N. rileyi* fue la principal causa de mortalidad natural, llegando a alcanzar un máximo de 30% (Piñango et al. 2001).

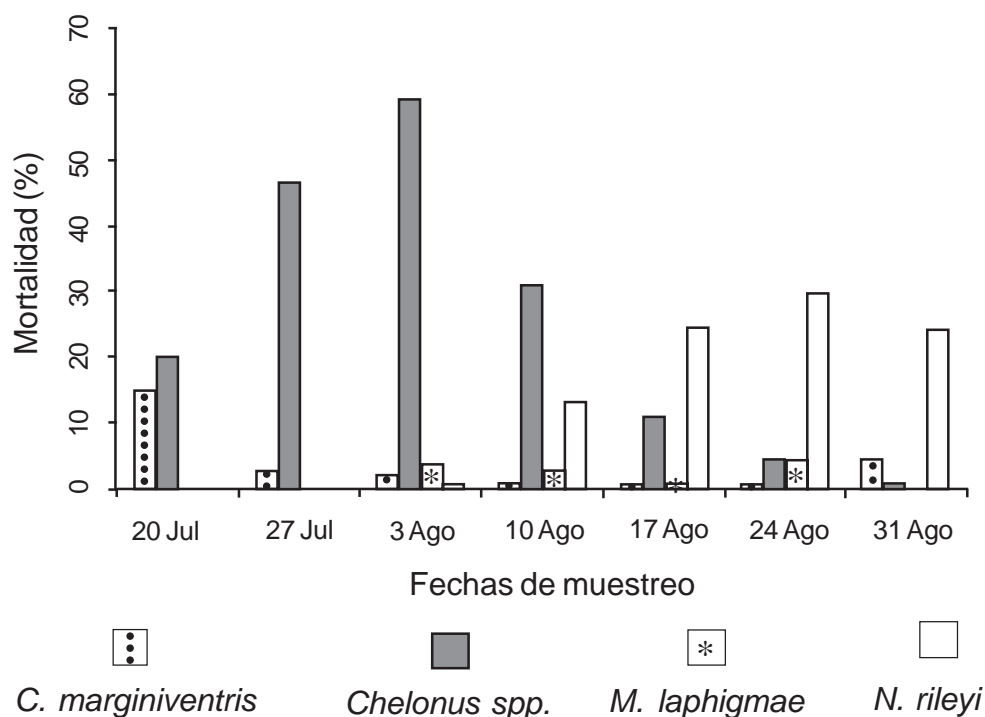


Figura 5. Mortalidad de larvas de gusano cogollero en maíz por tres especies de parasitoides y un hongo entomopatógeno (Piñango et al. 2001).

6.2.2. Control biológico inducido

Se basa principalmente en liberaciones de parasitoides de huevos del gusano cogollero, y las avispidas *Trichogramma* y *Telenomus* son las más usadas. Las liberaciones de estos insectos deben realizarse desde la emergencia de las plantas y por dos o tres semanas más, época en que ocurre la oviposición del insecto plaga (García et al. 1999).

La dosis a liberar de cada parasitoide depende de la densidad de infestación de la plaga y puede variar de 33,000 a 100,000 adultos de *Telenomus* por hectárea, en una sola liberación o fraccionadas (según el ritmo de oviposición de *S. frugiperda*) o 250 pulgadas de *Trichogramma* fraccionadas en cuatro o cinco liberaciones. La avispidita *Telenomus* sp. casi parasitó un 70% de huevos de *S. frugiperda* y dos especies de *Trichogramma* (*atopovirilla* y

exiguum) parasitaron un 25%; el parasitismo conjunto fue de 90 a casi 100% durante la tercera, cuarta y quinta semanas (figura 6) después de la emergencia de las plantas de maíz (García et al. 1999).

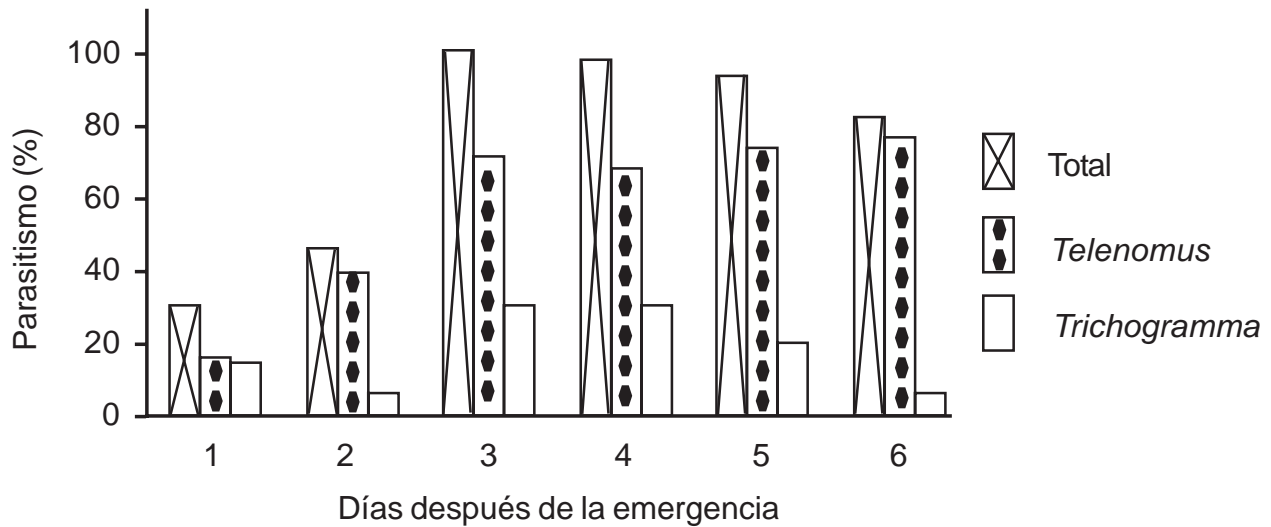


Figura 6. Porcentaje de parasitismo de huevos de *Spodoptera frugiperda* por las avispidas *Trichogramma* y *Telenomus* en un cultivo de maíz (García et al. 1999).

En campos de maíz *Trichogramma* spp. tiene una alta capacidad de búsqueda de huevos de lepidópteros, lo cual puede deberse a la estructura de las plantas y a las kairomonas que éstas liberan y que atraen a las avispidas (Ramírez 2001). En regiones maiceras de México se ha demostrado la eficacia de *Trichogramma pretiosum* en el control biológico del gusano cogollero, cuando se libera la avispidita cada 10 días a partir de la tercera semana después de la siembra se logra un parasitismo de 92% con una dosis de 22,500 tricogramas por hectárea (cuadro 6). Se obtuvieron niveles de parasitación medios y bajos cuando se liberaron 15,600 y 7,500 avispidas por hectárea, respectivamente (Flores y Domínguez 2003).

La capacidad de dispersión de los adultos de *Trichogramma* desde el punto de liberación es de 10 a 20 m. Por lo tanto, para cubrir toda la superficie del cultivo con avispidas deben hacerse al menos 25 puntos de liberación por hectárea, para tener una separación de 20x20 m

entre cada uno, lo que implica colocar al menos 25 pulgadas cuadradas de material biológico por hectárea (Mena 2001).

Cuadro 6. Porcentaje de parasitismo de huevos de *Spodoptera frugiperda* por la avispa *Trichogramma pretiosum* en un cultivo de maíz.

Fecha de muestreo	Avispitas/ha ¹			
	Testigo	7,500	7,500	22,500
Ago 14	0	36.7	36.7	67.6
Ago 23	13.3	21.0	21.0	63.2
Sep 03	19.2	29.5	29.5	44.9
Sep 14	6.3	29.4	29.4	92.2
Oct 03	3.8	18.6	18.6	84.9

¹Número de liberaciones= 5

Frecuencia de liberaciones= cada 10 días, a partir de 3 semanas de la siembra (20 de julio).

Adaptado: de Flores y Domínguez 2003.

Otra alternativa de control biológico es el uso de la bacteria *Bacillus thuringiensis* o el hongo *Nomuraea rileyi*. Estos agentes de control pueden ser utilizados como un componente del MIP debido a que son selectivos a insectos benéficos. Nava et al. (2004) evaluaron seis bioinsecticidas a base de *B. thuringiensis* y encontraron que el más eficaz contra el gusano cogollero fue Crymax GDA (B.t. var. Kurstaki), en dosis de 1.2 kg por hectárea, aplicado contra larvas recién eclosionadas (figura 7). El pH de la solución de Bt a asperjar debe ser de 5.0 a 5.5.

Por su parte, García et al. (1999) aplicaron *N. rileyi* en forma de cebo compuesto por 30 partes de arena cernida y una del hongo, y obtuvieron porcentajes de control del gusano cogollero por arriba de 60%, medido como daño reciente por larvas en la última hoja formada de las plantas de maíz (figura 8).

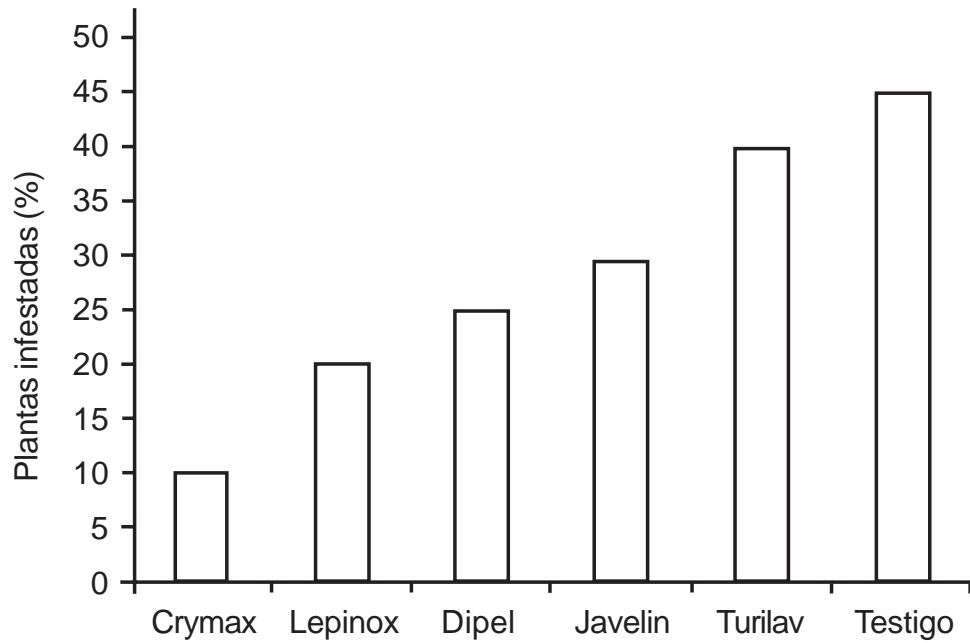


Figura 7. Porcentaje de plantas de maíz infestadas con larvas de gusano cogollero según diferentes tratamientos de bioinsecticidas Bt (Nava et al. 2004).

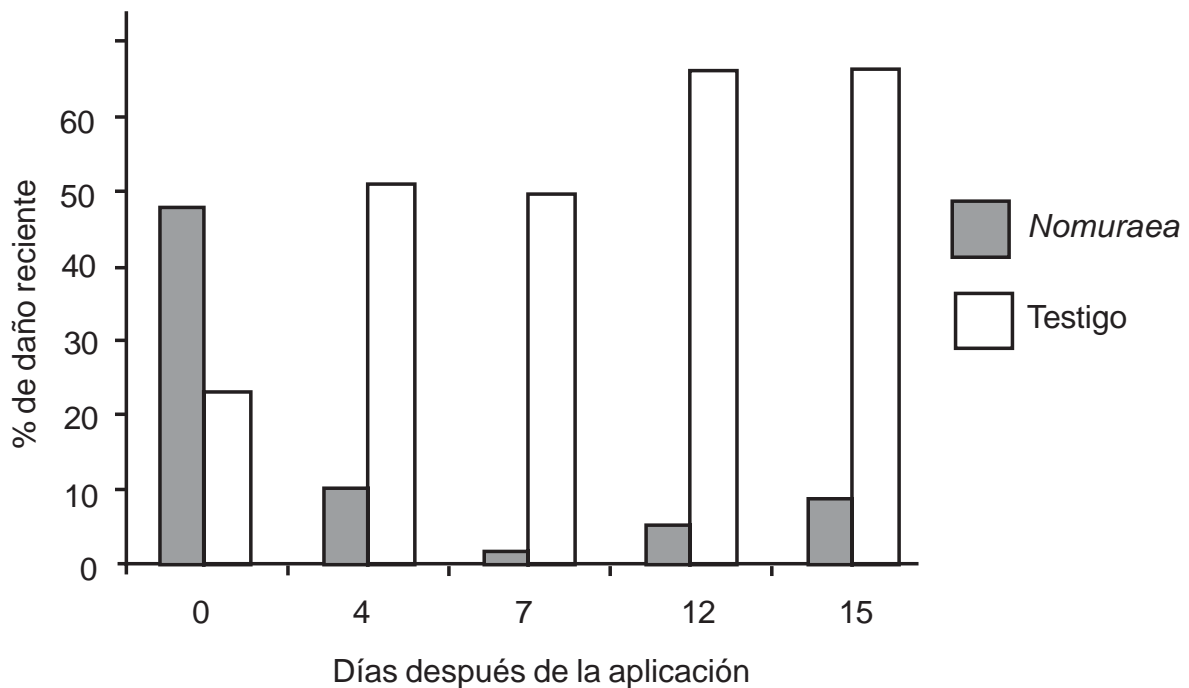


Figura 8. Efecto del hongo *Nomuraea rileyi* en la reducción del daño por gusano cogollero en plantas de maíz (García et al. 1999).

Cruz et al. (2002) evaluaron la eficacia del baculovirus con una formulación en polvo humectable a diferentes dosis en larvas de *S. frugiperda* recién eclosionadas. Es importante considerar que el efecto letal del virus se presenta entre los 6 a 8 días después de aplicado, por lo cual la mortalidad en campo debe evaluarse a ese tiempo. Cuando el maíz estaba en la etapa de 6 a 8 hojas una dosis de 25 g/ha dio un 80% de control de larvas, mientras que 50 o 100 g/ha del preparado viral controlan el 95% de la plaga. Cuando se aplicó en plantas de 8 a 10 hojas la mortalidad con la dosis de 25 g/ha fue de 76% y con 50 o 100 g/ha de 90% (cuadro 7). Por lo tanto, la mejor dosis es de 50 g/ha de un producto comercial con 2.5×10^{11} cuerpos de oclusión del baculovirus.

Cisneros et al. (2003) encontraron que la aplicación de baculovirus más el parasitismo natural causaron un 60% de mortalidad en larvas de gusano cogollero a los dos días del tratamiento. Además, con la adición de 1% de ácido bórico a la formulación la infectividad del virus se incrementa en 20%.

Cuadro 7. Porcentaje de mortalidad de larvas jóvenes de *Spodoptera frugiperda* por efecto de un baculovirus.

Dosis (g/ha)	<u>Mortalidad total</u>	
	Etapa de plantas de maíz	
	6-8 hojas	8-10 hojas
25	81.1 b ¹	76.4 b
50	95.5 a	93.6 a
100	96.5 a	93.4 a
Testigo	1.2 c	3.2 c

¹Medias con misma letra en cada columna son iguales (P 0.05).

Adaptado de: Cruz et al. (2002).

6.3. Insecticidas biorracionales

En 2008 se realizó un estudio de la fluctuación poblacional del gusano cogollero en Delicias, Chihuahua. En una parcela de maíz se formaron 5 unidades experimentales de 0.25 ha, en las

cuales se evaluaron 5 tratamientos para el manejo de *S. frugiperda*: a) testigo sin aplicación de insecticida, b) spinetoram (Palgus) a 75 mL/ha, c) spinetoram a 100 mL/ha, d) metoxifenocida (Intrepid) a 200 ml/ha y e) clorpirifos + permetrina (Disparo) a 1 L/ha. La aplicación se hizo con una aspersora terrestre convencional y se asperjaron 300 L de agua/ha más 1 ml/L del coadyuvante Dap Plus. Al día siguiente de la aplicación se cuantificó el total de larvas vivas (de cualquier estadio) encontradas en 5 plantas continuas en 6 puntos diferentes de cada unidad experimental, para un total de 30 plantas por muestreo. Los siguientes muestreos se hicieron a los 3, 7, 10, 16 y 20 días posteriores a la aplicación.

En la figura 9 se muestra que el mejor control se obtuvo con spinetoram a 75 mL/ha, seguido muy de cerca por spinetoram a 100 mL/ha y por metoxifenocida. Cuando se usó la mezcla de insecticidas convencionales ocurrió una resurgencia severa de la plaga al séptimo día después de la aplicación, efecto debido a la poca residualidad de dicho plaguicida; y el hecho de que este tratamiento tuviera más larvas que el testigo sugiere que también se debe a la eliminación de los enemigos naturales del gusano cogollero. En parte esto coincide con lo encontrado por Morales et al. (2000), de que en regiones maiceras con uso continuo de plaguicidas el clorpirifos no da un buen control del gusano cogollero.

Por su parte, Williams et al. (2004) demostraron que se puede controlar al gusano cogollero de manera eficaz, económica y sin efectos negativos al ambiente y los insectos benéficos. Ellos utilizaron gránulos fagoestimulantes de harina de maíz tratados con spinosad a dosis ultra baja. Dicha formulación atrae a las larvas de *S. frugiperda* y el ingrediente activo persiste por más tiempo en las plantas. Es importante resaltar que dosis tan pequeñas de spinosad (0.1, 0.3 y 1.0 g/ha) dieron un control tan bueno como el plaguicida convencional clorpirifos a dosis estándar, pero sin los efectos negativos de éste al ambiente y a los enemigos naturales (figura 10).

Para preparar los gránulos fagoestimulantes se mezclan los siguientes ingredientes: 800 g harina de maíz + 190 g almidón de maíz + 10 g aceite de maíz + 1 L de agua + 5 mL Palgus (30 mg spinetoram). Una vez preparada la mezcla se seca a la sombra con aire, se homogeniza (se muele) (foto 9) y se almacena en recipientes cerrados. En el año 2009 un kilogramo de esta

formulación tuvo un costo de \$20.30. Se utilizan 10 kg/ha de gránulos, los cuales se aplican con un 'salero' en el cogollo de las plantas de maíz, según la época que indique un muestreo cuidadoso.

La alta eficacia del metoxifenocide (Intrepid) contra larvas de lepidópteros también se expresa en el gusano cogollero (cuadro 8). Stansly y Conner (2008) demostraron que este RCI es tan eficaz como un plaguicida de amplio espectro y muy alta toxicidad como el metomilo (Lannate), pero con la ventaja adicional de una selectividad total a los insectos benéficos y muy bajo riesgo toxicológico y para el ambiente. Actualmente, el metoxifenocide es de los pocos RCI que combinan de manera idónea una alta eficacia contra gusanos (larvas de lepidópteros) y una alta protección a insectos benéficos; además, este RCI es de amplia residualidad (15 días en maíz) y tolera pH del agua de aplicación hasta de 9.0.

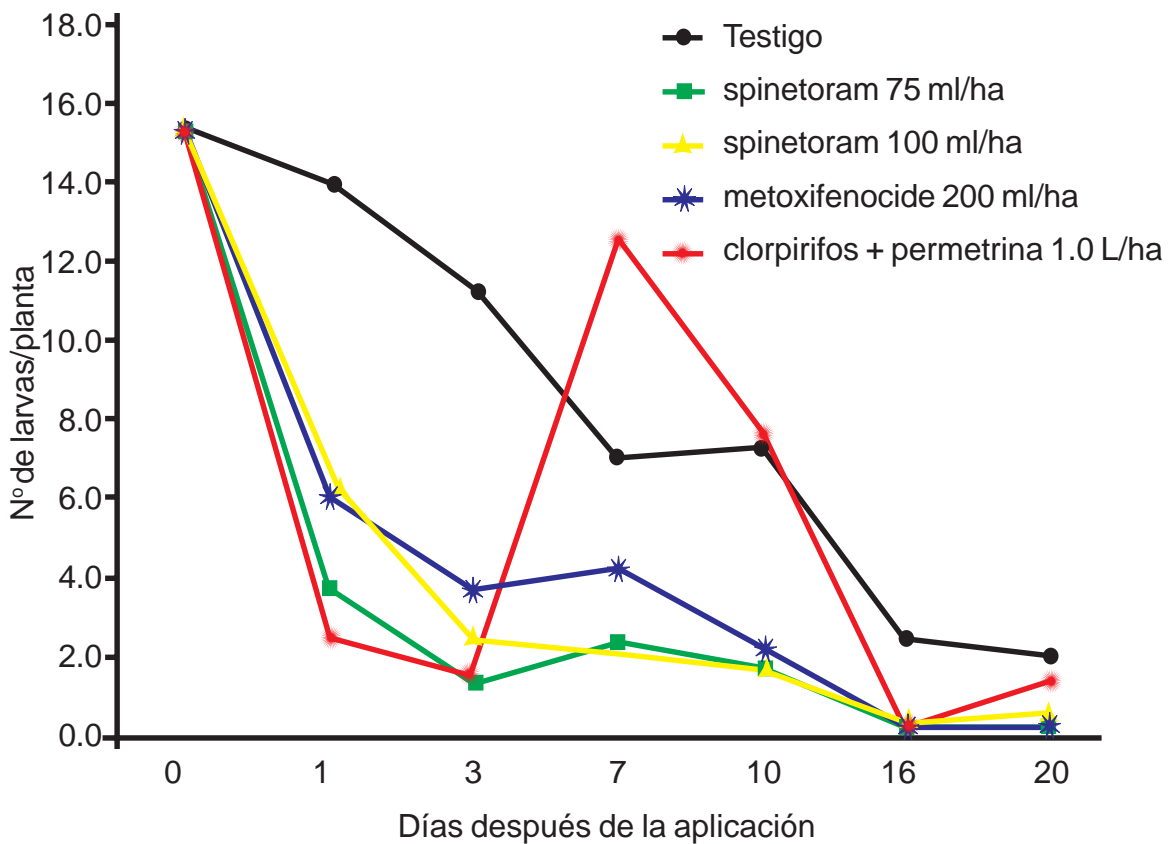


Figura 9. Fluctuación poblacional de larvas del gusano cogollero en maíz con diferentes tratamientos de control. INIFAP-Delicias, 2008.

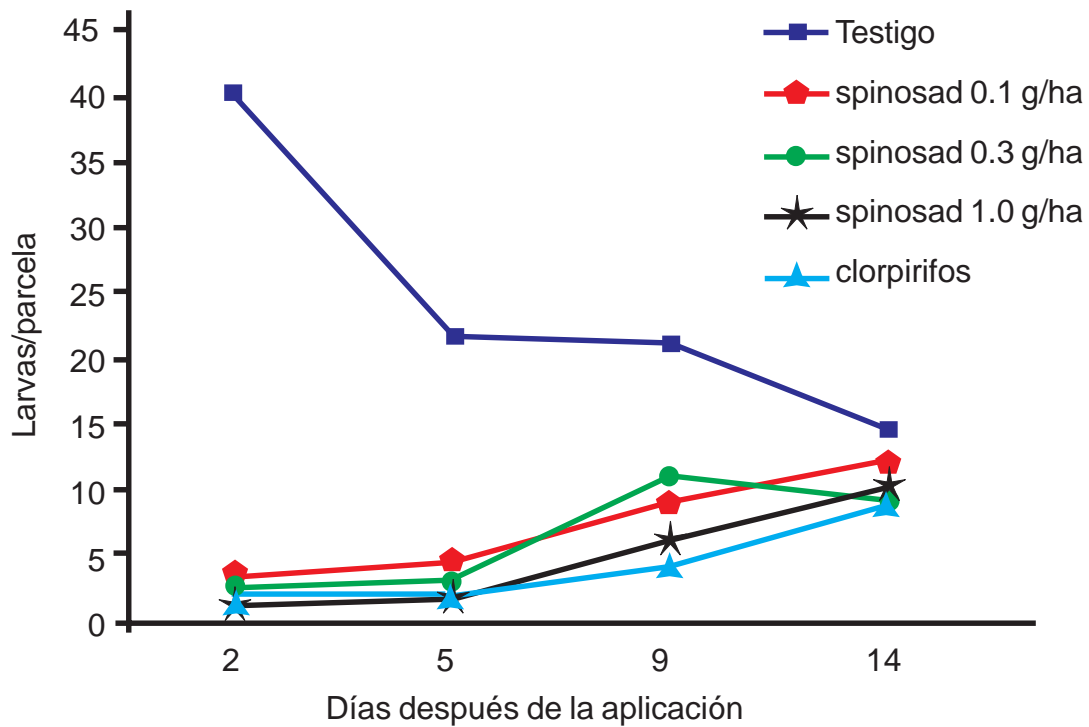


Figura 10. Control de larvas del gusano cogollero con tres dosis ultra bajas de un insecticida natural en gránulos fagoestimulantes y la dosis comercial de un plaguicida convencional (Williams et al. 2004).



Foto 9. Gránulos fagoestimulantes de harina de maíz con spinosad para el control de larvas jóvenes del gusano cogollero. TW

Cuadro 8. Control del gusano cogollero en maíz con el RCI metoxifenocida y un insecticida de amplio espectro.

Tratamiento	<u>Larvas/20 plantas</u>		
	Fechas de muestreo		
	7 nov	14 nov	21 nov
Metoxifenocida	0.5 b ¹	0.0 b	0.0 b
Metomilo	0.0 b	0.0 b	0.5 b
Testigo	2.7 a	2.0 a	1.5 a

¹Medias con misma letra son iguales al 0.05 (DMS).

Adaptado de: Stansly y Conner (2008).

Dado que los huevos del gusano cogollero están protegidos por escamas y secreciones bucales de la palomilla, el efecto de plaguicidas biorracionales sobre este estado biológico es más bien bajo. Al aplicar 10 mg/L de ingrediente activo de spinosad, azadiractina y metoxifenocida la mortalidad de huevos fue de 21, 31 y 8% respectivamente (Zamora et al. 2008).

7. Resurgencia de plagas

En las regiones donde la “araña roja” *Tetranychus urticae* y *Oligonychus pratensis* son plagas problema, debe considerarse cuidadosamente el uso de insecticidas en contra de otras plagas del maíz, usando productos con un mínimo efecto nocivo para los enemigos naturales de los ácaros (Wright et al. 2009). En el caso del gusano cogollero la aplicación de insecticidas biorracionales es una alternativa que contribuye a evitar la resurgencia de *T. urticae* y *O. pratensis* debida a la eliminación de insectos benéficos que se alimentan de ácaros. Nava et al. (2004) encontraron que al aplicar plaguicidas convencionales se afecta drásticamente a las poblaciones de los principales depredadores que concurren en el cultivo de maíz: crisopas verdes *Chrysoperla* spp. y catarinitas convergentes *Hippodamia convergens* y rosadas *Coleomegilla maculata*.

8. Costo y beneficio

En programas MIP el precio de un kilogramo o litro de un agroquímico generalmente no dice mucho sobre costos de manejo de insectos, el análisis debe ser más completo. En el control de

S. frugiperda el uso de gránulos fagoestimulantes tiene el mismo costo/ha de producto que al emplear plaguicidas convencionales, cuando se usa metoxifenocida a 150 mL/ha el costo de producto/ha es 5% menos, pero al aplicar spinetoram a 75 mL/ha el costo es 42% menor (cuadro 9). Además, con el spinetoram y sobre todo con el metoxifenocida se conservan los insectos benéficos del agroecosistema, aspecto fundamental para que el MIP sea de alta eficacia, de menor costo, disminuya o evite la resurgencia de plagas y cuide el ambiente. Estos son beneficios reales, que también tienen un valor económico (AliNiasee 1995).

Cuadro 9. Costo de producto y efecto en enemigos naturales de dos tecnologías tradicionales y de dos herramientas biorracionales para el control de *Spodoptera frugiperda*, 2009.

Control	Dosis/ha	Costo \$	\$/ha	Respeto a insectos benéficos
Clorpirifos + Permetrina	1 L	220/L	220	No
Z-cipermetrina granulado	10 kg	20/kg	200	Si-No
Gránulos fagoestimulantes	10 kg	20.3/kg	203	Si
Spinetoram	75 mL	1,620/L	121.5	Si-No
Metoxifenocida	150 mL	1,400/L	210	Si

9. Aspersión adecuada

En la aspersión de plaguicidas la cobertura y deposición de las gotas en el follaje y los frutos son factores determinantes para un control eficiente de plagas. Actualmente, los nuevos plaguicidas son eficaces con pocos gramos de ingrediente activo, por lo cual se requiere de una mayor precisión en la aspersión a través de una mejora en la tecnología de aplicación.

Los principales factores que afectan la eficacia de los insecticidas son: 1) dosis de aplicación (el uso de sobredosis no mejora el control); 2) momento de la aplicación, definido por un muestreo exhaustivo de la plaga; 3) secuencia de mezclado, los acidificantes se agregan primero, luego las formulaciones sólidas haciendo una premezcla previa, en seguida las formulaciones líquidas y finalmente los coadyuvantes cuando son necesarios; 4) calidad del

agua; 5) clima, evitar aplicaciones con temperaturas altas (35°C) y vientos superiores a 8 km/h; 6) equipo de aspersión, la bomba, aguilón, mangueras, boquillas de cono lleno y manómetro deberán estar en buen estado; 7) se recomienda un volumen de agua de 300 a 400 L por hectárea hasta los 50 días del cultivo.

De manera particular, acidular el agua para las aspersiones de insecticidas es una práctica necesaria para obtener eficacia con distintos agroquímicos. Cuando se usa agua con pH alto muchos plaguicidas son inactivados o su eficacia disminuye por hidrólisis alcalina; la mayoría de estos productos funcionan mejor a pH entre 4 y 7. El pH del agua se puede bajar agregando ácido cítrico, fosfórico, nítrico o sulfúrico (que son eficaces y económicos), o algún acidificante comercial. El valor del pH del agua original y acidulada se mide con tiras de papel indicador de buena marca o con un potenciómetro digital (Torres 2008, McKie y Johnson 2002). Para los insecticidas biorracionales más eficaces contra el gusano cogollero el pH adecuado se muestra en el cuadro 10.

Cuadro 10. Estabilidad del ingrediente activo de varios plaguicidas biorracionales con diferente pH de la mezcla (agua).

Producto	pH óptimo	pH 8-9	pH 7	pH 4-6
<i>Bacillus thuringiensis</i>	6.0	I	ND	E
Baculovirus	7.0	ND	ND	ND
Metoxifenocida	7.0	E	E	E
Spinetoram	6.0	E	E	E

Condición: ND= no determinado, E= estable, I= inestable.

Adaptado de: Cheverie (2003), MSU (2007).

10. Conclusiones

- a) La detección temprana del gusano cogollero permite un control oportuno y eficaz.
- b) El control biológico natural e inducido del gusano cogollero es eficaz y económico.
- c) Los insecticidas biorracionales son una herramienta efectiva y ambientalmente segura para el control del gusano cogollero.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Gerardo Quezada Castillo por su apoyo en el trabajo de campo. Al Dr. L.J. Capinera de University of Florida por permitirnos utilizar material fotográfico de su propiedad. A los patrocinadores de esta publicación.

11. Literatura citada

Abbas, A.; R.G. Luttrell; H.N. Pitre and F.M. Davis. 1989. Distribution of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) egg masses on cotton. *Environ. Entomol.* 18(5):881–885.

AliNiasee, M.T. 1995. The economic, environmental, and sociopolitical impact of biological control. In: *Biological control in the western United States*. Publication 3361. University of California. P.47-56.

Beserra, E.B.; C.T. Dossn and J.R.P. Parra. 2002. Distribution and natural parasitism of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs at different phenological stages of corn. *Florida Entomologist* 85(4):588–593.

Bessin, R. 2007. Fall armyworm in corn. University of Kentucky. ENTFACT-110.

Brandenburg, R.L. and M.G. Villani. 1995. Handbook of turfgrass insect pests. Entomological Society of America. 140 p.

Capinera, L.J. 1999. Fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). University of Florida. Publication No. EENY-98.

Cisneros, J.; D.I. Penagos y T. Williams. 2003. Potencial de un nucleopoliedrovirus para el control de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz. En: *Memorias XXVI Congreso Nacional de Control Biológico*. Soc. Mex. Control Biológico. P.315-318.

Cheverie, R. 2003. Water pH effect on pesticide sprays. [Http://www.gov.pe.ca/af/agweb/index.php](http://www.gov.pe.ca/af/agweb/index.php)

- Clavijo, S.A.; A. Fernández B.; A. Ramírez A.; A. Delgado y J. Lathullerie. 1991. Influencia de la temperatura sobre el desarrollo de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Agronomía Tropical* 41(5-6):245-256.
- Comité Estatal de Sanidad Vegetal Guanajuato (CESAVEG). 2008. Campaña de manejo fitosanitario de maíz. 20 p.
- Cruz, I.; E. Pereira G. y M.L. Correa F. 2002. Effect of a nuclear polyhedrosis virus on *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) larvae, its damage and yield of maize crop. *Rev. Brasileira de Milho e Sorgo* (2):20-27.
- Del Rincón C., M.C. 2008. Grupos de virus entomopatógenos con potencial bioinsecticida. En: Memoria del XIX Curso Nacional de Control Biológico. Soc. Mex. Control Biológico. P. 119-132.
- Dripps, J.; B. Olson; T. Sparks and G. Crouse. 2008. Spinetoram: artificial intelligence combined natural fermentation with synthetic chemistry to produce a new spinosyn insecticide. En: [www.plant health progress](http://www.planthealthprogress)
- Flores G.,A.G. y V.M. Domínguez M. 2003. Eficiencia de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) en el parasitismo de gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz. En: Memorias del XXXVIII Congreso Nacional de Entomología. Soc. Mex. de Entomología. P. 373-375.
- García, C.R. 2008. Control de gusano cogollero en maíz bajo el esquema del extracto de tabaco. En: www.oaxaca.gob.mx/seder
- García N., G. 2005. Dispersión de *Trichogramma* spp. En árboles de nogal y susceptibilidad a insecticidas selectivos. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Chihuahua. 48 p.

- García R.F.; A.T. Mosquera; C.A. Vargas S. y L. Rojas A. 1999. Manejo integrado del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). Boletín técnico No. 7. Corpoica.
- Glare, T.R. and M. O'Callaghan. 2000. *Bacillus thuringiensis*: biology, ecology and safety. John Wiley & sons, LTD. New York. 350 p.
- Grubinger, V. 2009. Bio-rational pesticides. University of Vermont. En: www.uvm.edu/vtvegandberry
- Hassan, S.A. 1994. Activities of the IOBC working group pesticides and beneficiais. IOBC Bulletin 17:1-5.
- McKie, P. and W.S. Johnson. 2002. Water pH and its effect on pesticide stability. FS-02-36. University of Nevada-Reno. 4 p.
- Mena C., J. 2001. Manual para el control de plagas mediante la avispa parasitoide. Publicación especial No. 13. México. CEZAC-INIFAP. 38 p.
- Mississippi State University (MSU). 2007. Weekly vineyard IPM scouting summary. [Http://www.msu.edu](http://www.msu.edu)
- Morales S., M.; M.A. Rivas S.; M. Domínguez P.; E. Domínguez E. y E. Pérez S. 2000. Prevalencia de arañas depredadoras de *Spodoptera frugiperda* sobre sorgo en Xalostoc, Morelos. En: Memorias XXIII Congreso Nacional de Control Biológico. Soc. Mex. Control Biológico. P.182-184.
- Morillo F. y A. Notz. 2003. Resistencia de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a lambdacihalotrina y metomil. Entomotropica 16:79–87.
- Morrill W.L. and G.L. Greene. 1973. Distribution of fall armyworm larvae. 2: Influence of biology and behavior of larvae on selection of feeding sites. Environ.Entomol. 2(3):415-418.

- Nava C., U. 2006. Manejo integrado de las plagas clave del maíz forrajero. En: Maíz forrajero de alto rendimiento y calidad nutricional. Libro científico No. 3. México. CELALA-INIFAP. P.175-215.
- Nava C., U.; E. Morales O. y M.L. Escobedo A. 2004. Efectividad de insecticidas microbiales y convencionales para el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y su impacto en las poblaciones de insectos depredadores en maíz forrajero en la comarca lagunera. En: Memorias XXVII Congreso Nacional de Control Biológico. Soc. Mex. Control Biológico. P.344-347.
- Nava C., U. y M. Ramírez D. 2002. Descripción y combate de plagas de maíz y sorgo forrajero. En: Producción y utilización del maíz forrajero en la región lagunera. México. CELALA-INIFAP.
- Negrete, B.F. y J.G. Morales A. 2003. El gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (Smith). Corpoica. 26 p.
- Pietrantonio, P.V. and J.H. Benedict. 1999. Effect of new cotton insecticide chemistries, tebufenozide, spinosad and clorfenapyr, on *Orius insidiosus* and two *Cotesia* species. Southwest. Entomol. 24(1):21–29.
- Pineda, S.; G. Smagghe; M.I. Schneider; P. Del Stal; E. Viñuela; A.M. Martínez and F. Budia. 2006. Toxicity and pharmacokinetics of spinosad and methoxifenozone to *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae). Environ. Entomol. 35:856-864.
- Piñango, L.; E. Arnal y B. Rodríguez. 2001. Fluctuación poblacional de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) bajo tres sistemas de labranza. Entomotropica 16(3):173–179.
- Quiñones, L.S. 2004. Reguladores del crecimiento de insectos y spinosines derivados de la fermentación en el MIP. En: S.H. Tarango R. y F. Báez I. (eds.). Primer curso regional de

manejo integrado de plagas y enfermedades de hortalizas, con énfasis en control biológico. México. CEDEL-INIFAP. P.163-168.

Quiñones P., F.J.; S.H. Tarango R. y C.A. Blanco M. 2009. Efecto de insecticidas en depredadores de plagas del nogal pecanero y sobre el gusano barrenador del ruezno *Cydia caryana* (Fitch) (Lepidoptera: Tortricidae). SWE (en prensa).

Ramírez G., M. 2001. Differences in host finding efficiency of *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in four agroecosystems en the Mesilla Valley. En: Memorias XXIV Congreso Nacional de Control Biológico. Soc. Mex. Control Biológico. P.149-152.

Rodríguez del Bosque, L.A. 2007. Biocontrol de malezas, insectos y hongos. En: R.H. Lira (ed.). Bioplaguicidas y control biológico. CIQA-UAAAN. México. P.194-202.

Sansinenea, R. E. 2008. *Bacillus thuringiensis*: una alternativa biotecnológica a los insecticidas. En: www.hosting.udlap.mx

Soberón, M. y A. Bravo. 2007. Las toxinas cry de *Bacillus thuringiensis*: modo de acción y consecuencias de su aplicación. Biotecnología 14:303-314.

Stansly, P.A and J.M. Conner. 2008. Insecticidal control of fall armyworm on sweet corn with Bt and insect growth regulator. En: www.swfrec.ifas.ufl.edu

Stansly, P.A.; T.X. Liu; D.J. Schuster and D.E. Dean. 1996. Role of biorational insecticides in management of *Bemisia* sp. in: D. Gerling and R.T. Mayer [eds.]. *Bemisia* 1995: taxonomy, biology, damage, control and management. P.605-615.

Torres B., R. 2008. Tecnología de aspersion de plaguicidas en el cultivo de chile. En: S.H. Tarango (ed.). Simposio Nacional: Manejo integrado de picudo del chile. México. INIFAP-JLSV Delicias. P.58-66.

- Williams, T.; J. Cisneros; D.I. Penagos; J. Valle and P. Tamez G. 2004. Ultralow rates of spinosad in phagoestimulant granules provide control of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in maize. J. Econ. Entomol. 97(2):422–428.
- Williams, T.; J. Valla and E. Viñuela. 2003. Is the naturally derived insecticide spinosad compatible with insect natural enemies? Biocontrol Science and Tech. 13(5):459-475.
- Wright, B.; R. Seymour; G. Hein and J. Campbell. 2009. Spider mite resistance management in corn. En: www.entomology.unl.edu/fldcrops/smresist
- Zamora M., C.; A.M. Martínez; M.S. Nieto; M.I. Schneider; J.I. Figueroa S. Pineda. 2008. Actividad de algunos insecticidas biorracionales contra el gusano cogollero. Rev. Fitotec. Mex. 31(4):351–357.

Comité editorial del Cedel

M.C. Ramón Rodríguez Martínez

M.C. Hugo Raúl Uribe Montes

M.C. Socorro Héctor Tarango Rivero

Dr. Rodolfo Jasso Ibarra

Manejo biorracional del gusano cogollero en maíz

se terminó de imprimir en diciembre de 2009,
en Delicias, Chihuahua, México, con un tiraje de
3,000 ejemplares.

Edición y formación: M.C. Francisco Báez Iracheta

Publicación auspiciada por:

