

Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) JE Smith en Zacatecas.

Nadiezhdá Ramírez-Cabral
Jaime Mena Covarrubias



Centro de Investigación Regional
Norte Centro
Campo Experimental Zacatecas
Calera de V.R, Zacatecas
Folleto Técnico No. 106
© 2019
ISBN: 978-607-37-1165-4



AGRICULTURA
INSTITUTO DE AGRICULTURA Y RECURSOS AGRÍCOLAS

InIAP
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y PROMOCIÓN AGROPECUARIAS

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

VÍCTOR MANUEL VILLALOBOS ARÁMBULA

Secretario de Agricultura y Desarrollo Rural del Gobierno de México

MIGUEL GARCÍA WINDER

Subsecretario de Agricultura

VÍCTOR SUÁREZ CARRERA

Subsecretario de Autosuficiencia Alimentaria

DAVID MONREAL ÁVILA

Coordinador General de Ganadería

SALVADOR FERNÁNDEZ RIVERA

Coordinador General de Desarrollo Rural

IGNACIO OVALLE FERNÁNDEZ

Titular del Organismo Seguridad Alimentaria Mexicana

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES
FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

DR. JOSÉ FERNANDO DE LA TORRE SÁNCHEZ

Director General

DR. JOSÉ ANTONIO CUETO WONG

Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

M.C. JORGE FAJARDO GUEL

Coordinador de Planeación y Desarrollo

LIC. JOSÉ HUMBERTO CORONA MERCADO

Coordinador de Administración y Sistemas

CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE CENTRO

DR. ARTURO DANIEL TIJERINA CHÁVEZ

Director Regional

DR. FRANCISCO JAVIER PASTOR LÓPEZ

Director de Investigación

ING. RICARDO CARRILLO MONSIVÁIS

Director de Administración

MC. RICARDO A. SÁNCHEZ GUTIÉRREZ

Director de Coordinación y Vinculación en Zacatecas

Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) JE Smith en Zacatecas

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina

Delegación Coyoacán

México, D.F.

C.P. 04010 México, D.F.

Teléfono (55) 3871-8700

ISBN: 978-607-37-1165-4

Primera Edición: DICIEMBRE 2019

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia o por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito a la institución.

Cita correcta:

Ramírez-Cabral N. y Mena C. J. Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) JE Smith en Zacatecas 2019. Folleto Técnico Núm 106. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC - INIFAP, 58 páginas

CONTENIDO

1.	Introducción	1
2.	Identificación	3
2.1.	Masas de huevecillos	3
2.2.	Larvas	5
2.3.	Pupas y adultos	7
3.	Ciclo biológico	8
4.	Daños	11
5.	Muestreo y umbrales de control	18
5.1.	Muestreo de campo	19
5.2.	Umbrales económicos	21
6.	Uso de las distintas trampas para el monitoreo y control de adultos	21
6.1.	Trampa de feromonas	21
6.2.	Trampa de luz	25
6.3.	Trampa alimenticia	26
7.	Trampeo de adultos para establecer la fecha del biofix	27
8.	Unidades calor	29
8.1.	¿Cómo usar la tabla de unidades calor promedio por día?	31
9.	Sistema de Alerta para el gusano cogollero	35
10.	Control	38
10.1.	Control cultural	39
10.2.	Control etológico	40
10.3.	Control biológico	40
10.4.	Control químico	42

11. Mapa de riesgo	44
11.1 Generaciones anuales potenciales	45
12. Cambio climático y su efecto en gusano cogollero	47
12.1 ¿Qué significa que un insecto puede completar una generación más durante el año?	49
13. Conclusiones	51
Referencias	53

Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) JE Smith en Zacatecas

Nadiezhdá Ramírez-Cabral

Jaime Mena Covarrubias

1. Introducción

El gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) es una plaga polífaga, es decir, que se alimenta de varios cultivos entre ellos maíz, sorgo, pastos diversos, arroz, alfalfa, soya, caña de azúcar, gramíneas, entre muchos otros. Este insecto se encuentra ampliamente distribuido en todas las regiones agrícolas del continente americano, se alimenta de diferentes especies, un aproximado de 23 familias de plantas (Luginbill, 1928). Hasta hace poco tiempo se tenía reportada su ocurrencia solo en el continente americano, sin embargo, en el año 2016 se comenzaron a tener reportes de este insecto en África donde se presentó como una plaga que se extendió en territorio africano en un par de años causando pérdidas de maíz estimadas en un 50% (Early et al., 2018). A la fecha, se han encontrado más de 186 hospedaras de gusano cogollero, aunque no todos constituyen hospedaras preferenciales,

sino contribuyen al mantenimiento de las poblaciones bajo condiciones climáticas adversas o falta del principal cultivo hospedero (Casmuz et al., 2010; Pashley, 1988). En el estado de Zacatecas, este insecto año con año daña las siembras de maíz, en los últimos años se presentaron poblaciones elevadas en prácticamente todo el Estado, volviéndose un problema para los productores de maíz, ya que no sólo han tenido problemas para controlar adecuadamente al gusano, sino incluso se han visto en la necesidad de resembrar el cultivo debido al daño ocasionado por gusano cogollero (Medina et al., 2009a). Por lo tanto, el gusano cogollero en maíz se considera una plaga clave y es un problema desde la emergencia hasta la formación y llenado del elote con el que deben lidiar los productores de maíz (Capinera, 2008; CESAVEG, 2008). La presente publicación va dirigida, principalmente, a productores y técnicos de sanidad vegetal y tiene el objetivo de ser una guía para el conocimiento, manejo y control del gusano cogollero.

2. Identificación

2.1. Masas de huevecillos

Por lo general, la palomilla del gusano cogollero deposita la masa de huevecillos en el envés de las hojas, de la parte media de la planta hacia abajo. Las masas de huevecillos de gusano cogollero, generalmente, están envueltas en una masa de delicadas escamas que los protegen, aunque se pueden encontrar huevecillos sin esta cobertura de escamas (Valverde et al., 1995). Las masas de huevecillos son puestas en capas de uno, dos, tres y hasta cuatro niveles (Capinera, 2008; Murúa y Virla, 2004) (Figura 1).



Figura 1. Masa de huevos a) sin escamas, b) cubierta con pocas escamas, c) en planta de maíz situada al nivel medio, d) y e) cubierta de escamas.

Las masas de huevecillos presentan diferente coloración dependiendo del grado de maduración de estos. Recién ovipositados presentan un color blancuzco-crema, o color verde esmeralda y cuando ya están a punto de eclosionar un color café cobrizo. Esto puede ser mejor apreciado cuando las masas de huevecillos no presentan escamas (Figura 2).

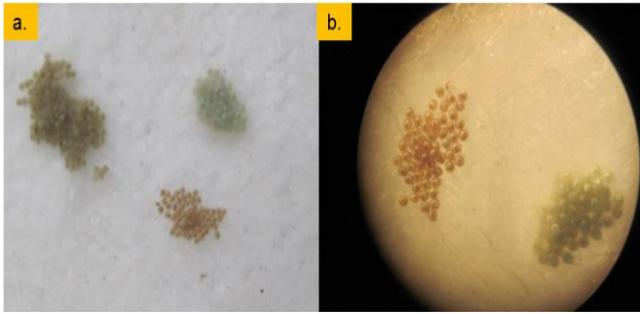


Figura 2. Coloración de las masas de huevecillos, a) a simple vista, b) en microscopio.

2.2. Larvas

Al eclosionar la masa de huevecillos, la larva por lo general pasa por seis instares, cuando tiene como hospedera al maíz (Murúa y Virla, 2004). Cada instar se puede diferenciar por lo ancho de la cápsula cefálica o cabeza, siendo las medidas 0.35, 0.45, 0.75, 1.3, 2.0 y 2.6 mm, del instar 1 al 6 respectivamente; en cuanto a lo largo, la larva llega a medir 1.7, 3.5, 6.4, 10.0, 17.2 y 34.2 mm del instar 1 al 6, respectivamente (Figura 3) (Capinera, 2008; Castro et al., 1988; Pitre et al., 1983). Las larvas del gusano cogollero pueden ser perfectamente diferenciadas por los cuatro puntos que presenta en la región dorsal del octavo segmento abdominal y por la "Y" invertida que se forma al frente de su cabeza, esta última

característica del género *Spodoptera* (Figura 4)
(Capinera, 2008; García y Tarango, 2009).

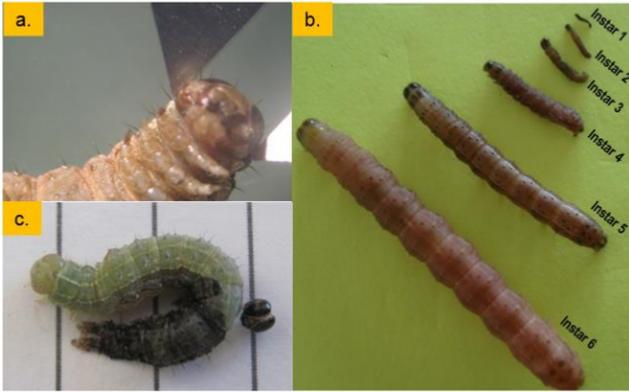


Figura 3. a) Medición de cápsula cefálica, b) Instares 1 al 6 de gusano cogollero en maíz, c) muda en cogollero.



Figura 4. a) Larvas recién nacidas, b) y c) larvas medianas, d) larva bien desarrollada, nótese los cuatro puntos en el último segmento del gusano, característicos de gusano cogollero y e) larva bien desarrollada, se puede apreciar la **Y** invertida en la cabeza, característico del género *Spodoptera*.

2.3. Pupas y adultos

Las pupas son de color caoba y miden entre 14 y 17 mm de longitud (Figura 5). Esta fase se desarrolla en el suelo y dura cerca de 8 a 10 días, posteriormente, emerge el adulto. Los adultos vuelan durante la noche, la palomilla es de coloración gris oscuro, las hembras tienen alas traseras de color blancuzco, mientras que los machos tienen arabescos o figuras irregulares llamativas en las alas delanteras mientras las traseras son blancas (Capinera, 2008).

Durante el día permanecen escondidas dentro de las hojarascas, entre la maleza, o en otros sitios sombreados y son activas al atardecer o durante la noche cuando son capaces de desplazarse a varios kilómetros de distancia, especialmente, cuando soplan vientos fuertes, por lo que se consideran plagas de hábitos migratorios (Negrete y Morales, 2003). Los adultos se pueden encontrar en las plantas de maíz a partir de la etapa V6 cuando el cogollo ya está bien formado (Figura 5).

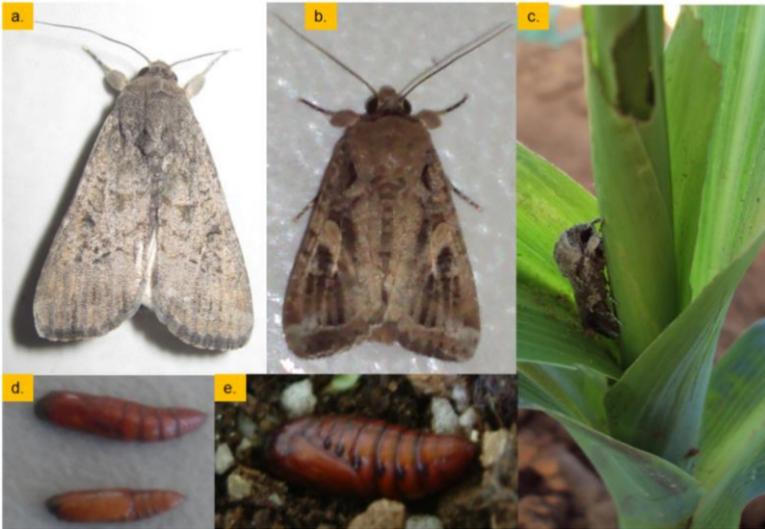


Figura 5. a) hembra adulto de gusano cogollero, b) macho adulto de gusano cogollero, c) macho adulto en reposo, d) y e) pupas de gusano cogollero.

3. Ciclo biológico

Este insecto pasa por cuatro fases de desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto. Durante los primeros dos días después de emerger como adultos, su prioridad es su alimentación, y es hasta después de alimentarse que proceden a aparearse y reproducirse (Negrete y Morales, 2003).

En la fase adulta, el gusano cogollero es una palomilla de hábitos nocturnos, donde las

hembras viven en promedio entre 9 y 16 días, y es durante los primeros siete días que ponen la mayor cantidad de huevos. Una hembra pone en promedio 183 huevos diarios, y durante su vida puede llegar a ovipositar entre 1,200 y 2,300 huevecillos. Antes de que una hembra empiece a poner huevos necesita pasar por una fase conocida como pre-oviposición (Murúa y Virla, 2004).

Una vez que el huevo eclosiona, la larva del gusano cogollero pasa por seis, siete, ocho e incluso hasta nueve estadios, dependiendo de la hospedera donde se esté alimentando, aunque en maíz, lo más común es que solamente tenga seis estadios (Capinera, 2008; Casmuz et al., 2010).

El ciclo de vida se completa en promedio en 30 días durante el verano, para primavera y otoño llega a ser de 60 días, y 90 días durante el invierno. Se ha reportado que los huevecillos tardan de 3 a 5 días en eclosionar, las larvas de 14 a 21 días en pasar por todos los instares y la palomilla de 9 a 13 días en emerger de la pupa, dependiendo de la temperatura ambiental,

en verano esta etapa se lleva de 8 a 9 días. La pupación se lleva a cabo en el suelo a una profundidad de 2 a 8 cm (Figura 6) (Andrews, 1988; Capinera, 2008). Debido a la dificultad de medir en tiempo cronológico el ciclo de vida de los insectos se sugiere usar la escala de grados días de desarrollo o unidades calor, la cual se describe en un apartado más adelante.

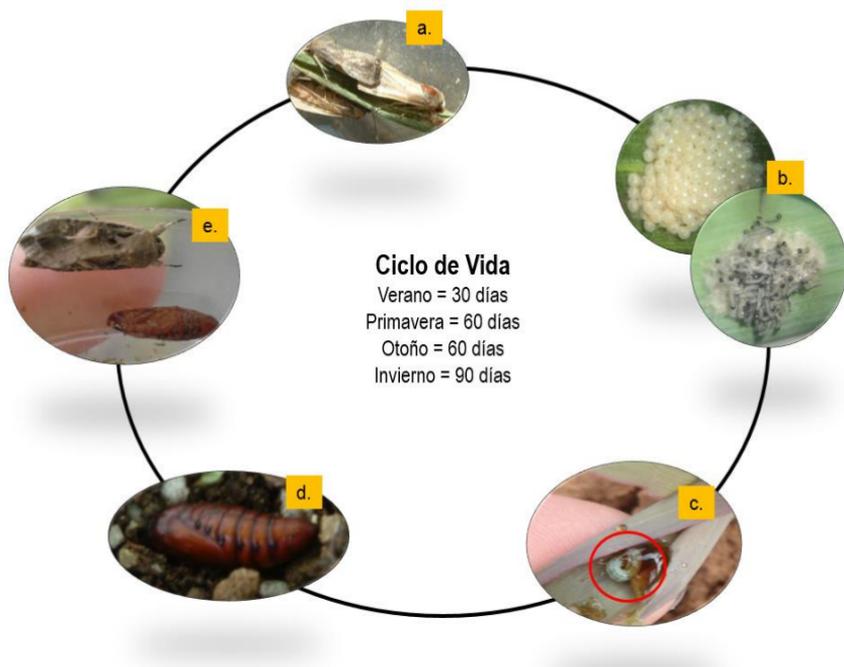


Figura 6. Ciclo de vida del gusano cogollero, a) apareamiento, b) masa de huevecillos y larvas recién emergidas, c) larva mediana en cogollo, d) pupa en tierra, e) adulto recién emergido.

4. Daños

El gusano cogollero ataca al cultivo del maíz en todos sus estados fenológicos. La fase de larva de este insecto es la que ocasiona el daño al maíz, cuando se alimenta de las hojas que forman el cogollo (brote joven de las plantas). Si el daño ocurre durante las primeras dos a tres semanas, después de emergido el cultivo, y hasta que la planta presenta la cuarta hoja (etapa v4), del maíz, la larva puede llegar fácilmente al punto de crecimiento del maíz y destruirlo, por lo que la planta ya no crece y muere habiendo necesidad de resembrar el cultivo (Casmuz et al., 2010; Marengo et al., 1992; Murúa et al., 2006; Wiseman y Davis, 1979).

Las larvas del primer instar se alimentan por el envés de las hojas y dejan intacta la epidermis de las mismas, para el segundo y tercer instar, las larvas ya empiezan a hacer perforaciones en las hojas y a comer desde los bordes hacia el centro de las mismas, causando una intensa defoliación, reduciendo la capacidad fotosintética de la planta. (Figura 7) (Capinera, 2008). Andrews, (1988) considera tres

formas de daño: a) En forma de ventana, ocasionado por larvas pequeñas consistente en pequeños raspados de menos de 5 mm de diámetro localizados en la superficie inferior de las hojas tiernas, dejan intacta la epidermis superior que se observa traslúcida; b) Daño mayor de 5 y menor de 10 mm, ocasionando unas perforaciones generalmente circulares, casi siempre en la parte media de las hojas, raramente en sus bordes; y por último, c) daño mayor de 10 mm, que se aprecia como lesiones irregulares, tanto en los bordes como en el interior de la hoja, causado por larvas grandes.

Es a partir del cuarto instar cuando ya la larva se establece en el cogollo de la planta y permanece alimentándose ahí hasta que termina su fase de desarrollo como larva (Figura 8). Los últimos dos instares de desarrollo del gusano cogollero consumen el 85% del follaje que se come una larva durante todo su ciclo de desarrollo (ICA, 2003; Perez, 1999).

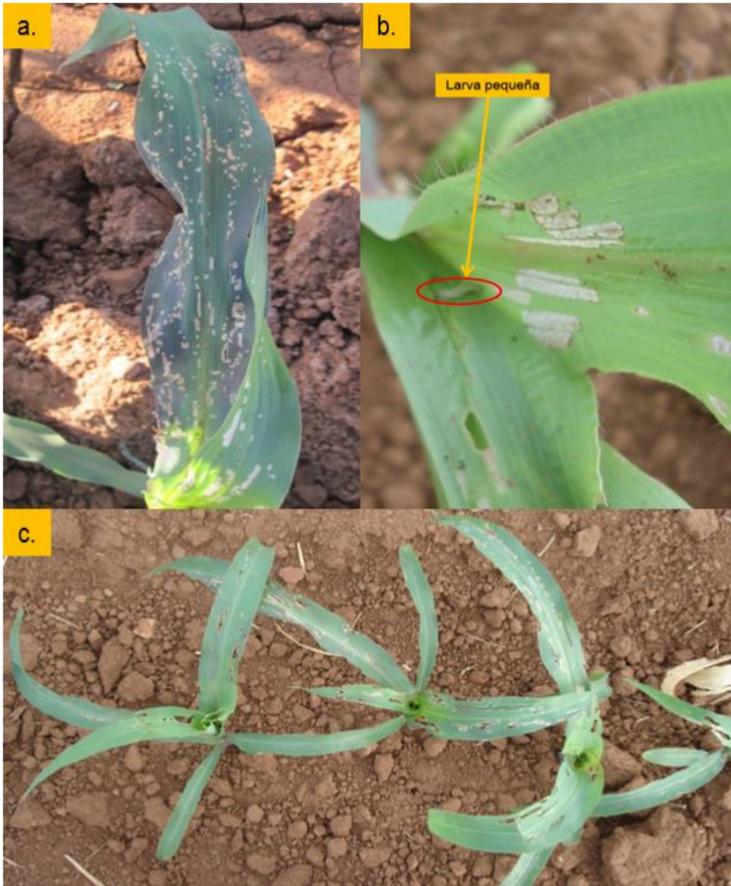


Figura 7. Daño a las hojas del maíz causado por a) y b) larvas del primer instar y c) larvas del tercer a sexto instar de gusano cogollero.



Figura 8. Larvas grandes establecidas en el cogollo del maíz. Nótese el tapón de excremento que le confiere protección a la larva cuando se aplican insecticidas.

En ocasiones, el gusano cogollero provoca un daño tipo trozador, se introduce en la planta al ras del suelo en el punto de crecimiento, en el cuello de la planta, causando una sintomatología de deshidratación y marchitez en las hojas centrales, este daño lo hacen larvas de los últimos instares y pueden llegar a causar la

muerte de la planta si se encuentra el maíz en la etapas tempranas vegetativas (v1 a v4) (Figura 9) (Castro et al., 1988; ICA, 2003).



Figura 9. Daño tipo trozador por gusano cogollero a) vista en campo, b) vista de la planta dañada y c) gusano cogollero en la parte basal de la planta.

La larva también llega a alimentarse de las espigas en desarrollo. Además el daño provocado

reduce la polinización y produce una disminución de granos (Figura 10) (Casmuz et al., 2010).



Figura 10. Gusano cogollero causando daño en espigas de maíz.

Otro daño es en las mazorcas, las larvas se alimentan de los granos, causando pérdidas directas en el elote. La mazorca puede ser parcialmente o totalmente destruida. En Sinaloa, en algunos ciclos, ha adquirido especial relevancia el gusano cogollero, particularmente, en siembras tardías del ciclo otoño-invierno o primavera-verano. En la primavera del 2008 en algunos materiales de maíz se observaron

incidencias superiores a 90% de mazorcas dañadas por gusano cogollero (Capinera, 2008; Cruz, 1995).

Estos daños se presentan cuando ya se tienen elotes en la fase de formación y llenado de grano, las larvas del gusano cogollero penetran por la parte basal o la parte media de las mazorcas para alimentarse de los granos, aunque también lo pueden hacer entrando por la parte superior de la mazorca, a diferencia del gusano elotero, el cual siempre penetra una mazorca de maíz por la parte superior de la misma. Se ha reportado el daño en la base de la mazorca y el pedúnculo, ocasionando la caída de la mazorca o el desprendimiento de ella durante la cosecha (ICA, 2003). El daño causado en las mazorcas es la vía de entrada de hongos que causan pudriciones, en ocasiones el daño a la mazorca puede ser mucho más importante que el daño foliar (Figura 11).



Figura 11. a) Mazorca de maíz con daño causado por gusano cogollero, b) y c) gusano cogollero alimentándose de los granos de maíz.

5. Muestreo y umbrales de control

Es necesario el establecimiento de una cultura de muestreo del cultivo, la revisión periódica del insecto plaga o de algún otro problema fitosanitario proveerá información más precisa sobre la presencia de las plagas y los estados de desarrollo del insecto que ocasionan el daño al cultivo. Si el cultivo es inspeccionado de manera continua, inmediatamente después de su emergencia, se podrán programar y hacer las aplicaciones de manera oportuna (Mena, 2001; Sifuentes, 1985).

5.1. Muestreo de campo

Para realizar un correcto muestreo de campo, y poder tener información de calidad, se deben registrar las masas de huevecillos, las larvas, y el tipo de daño (de larva pequeña sobre las hojas y larvas grandes en el cogollo) encontrados.

Para áreas de cultivo de hasta 20 hectáreas el muestreo consiste en:

- a. Localizar un punto tomado al azar en la parcela a muestrear
- b. Revisar 10 plantas seguidas de maíz que se encuentren en un surco a partir del punto anterior
- c. Contar el número las larvas, las masas de huevos y las plantas dañadas para estimar la población de insectos por planta muestreada
- d. Anotar datos de muestreo en hojas de campo
- e. Repetir hasta completar 10 puntos tomados al azar, haciendo un total de 100 plantas muestreadas (Figura 12).



Figura 12. Puntos de muestreo en parcela de maíz tomados al azar.

Las masas de huevecillos pueden ser fácilmente ubicadas a contra luz, ya que por lo general son puestas en el envés de las hojas, tal como se muestra en la figura 13.



Figura 13. Masas de huevecillos vistas a contra luz en planta de maíz.

5.2. Umbrales económicos

Se considera que una infestación de 20 a 25% justifica la aplicación de insecticidas para el control del gusano cogollero en maíz (CESAVEG, 2008). Sin embargo, si el insecto está actuando como trozador el umbral económico es de 5% (Ramos, 2015).

6. Uso de las distintas trampas para el monitoreo y control de adultos

Existen diferentes tipos de trampas para hacer el monitoreo de los adultos de gusano cogollero. Estas trampas atrapan palomillas de cogollero de distintas formas. A continuación, se describen las diferentes trampas.

6.1. Trampa de feromonas

Las feromonas son sustancias químicas liberadas por la hembra para atraer al macho durante la época de apareamiento. En el orden lepidóptera, la hembra produce y libera la feromona, que es altamente específica de su especie, para atraer al sexo opuesto y lograr el apareamiento de la especie. Por lo tanto, lo que se atrapa en una trampa con feromona son palomillas machos, un

principio en el que se basa este tipo de trampeo es asumir que la proporción de insectos machos y hembras en una población es aproximadamente 50:50, de tal forma que la población de adultos machos atrapados en la trampa sigue un patrón similar al de las hembras, aunque hay excepciones. Las trampas de feromonas buscan identificar la época de mayor abundancia de adultos, llamada pico poblacional, para predecir la aparición de huevos y emergencia de larvas de primer instar, que es la fase de desarrollo larvario más susceptible a los insecticidas (Medina et al., 2009a, b). En la figura 14 se muestra un ejemplo de las capturas durante una temporada de muestreo en el año 2012 en el Campo Experimental del INIFAP en Zacatecas, donde se observa que ya desde el 8 de mayo había poblaciones de palomillas adultas de gusano cogollero, así como también la presencia de dos picos poblacionales, uno ocurrido el 20 de mayo y otro el 1 de septiembre.

Capturas de palomillas de cogollero CEZAC, 2012

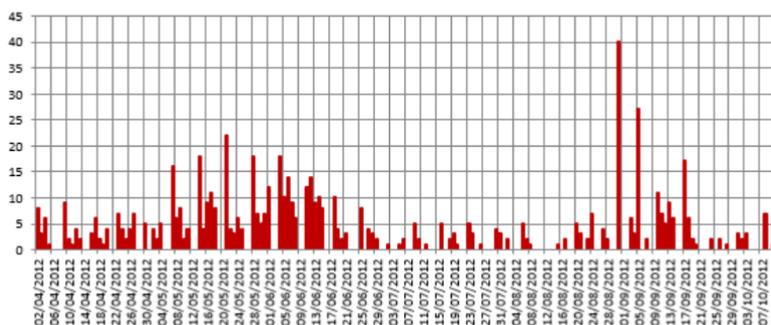


Figura 14. Capturas de adultos de gusano cogollero usando feromonas.

En cuanto a los diseños de las trampas existen las trampas cono, delta y de garrafa (Figura 15). La trampa de cono está hecha de malla metálica y un cilindro receptor en la parte superior, con un soporte que se ancla al suelo, la feromona se coloca dentro del cuerpo de la trampa con ayuda de un alambre. Las trampas delta son muy populares, baratas, fácil de usar y de ensamblar. La trampa de garrafa se elabora con un recipiente plástico de 20 litros de capacidad, se hacen cortes rectangulares en tres de los cuatro lados, dejando al menos 8 a 10 cm de base para que sirva como receptor de las

palomillas atraídas, se le agrega agua y un poco de jabón para romper la tensión superficial y que se queden atrapadas las palomillas (Medina et al., 2012).

El mes de marzo, o a más tardar la primera quincena de abril, es el momento oportuno para instalar en campo las trampas con feromona para atrapar las palomillas adultas del gusano cogollero, con el fin de estimar con oportunidad los picos poblacionales de este insecto plaga en los meses siguientes. Las trampas, de preferencia, se revisan día con día; o al menos dos veces por semana y en casos excepcionales una vez por semana. La feromona se cambia cada cuatro semanas y se registra y grafica la información para detectar los picos poblacionales. El uso de trampas, a base de feromonas, tiene la ventaja de que sólo atrae y atrapa a la especie de interés (Raina et al., 2000).

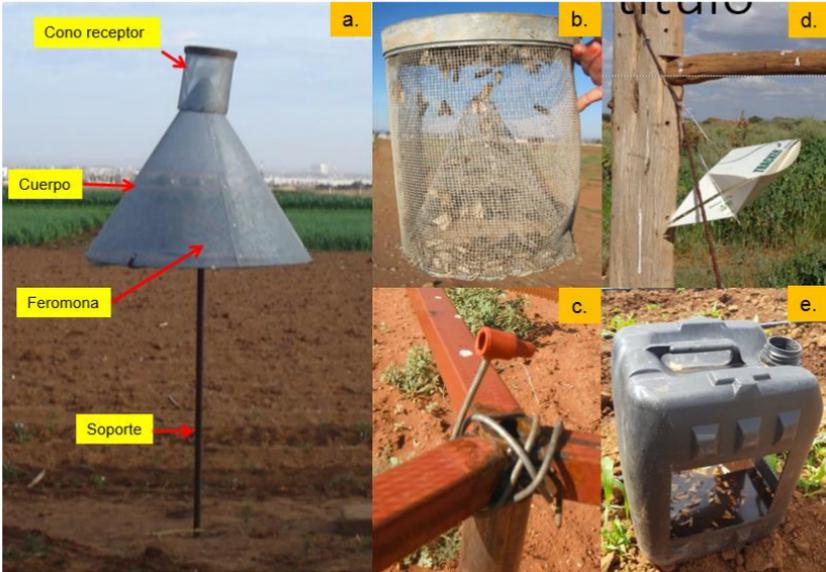


Figura 15. Trampas de feromona, diseño de cono a) trampa completa, b) cilindro receptor con palomillas capturadas, c) feromona anclada al soporte, d) diseño delta y e) diseño de garrafa.

6.2. Trampa de luz

El principio de las trampas de luz es que las palomillas son atraídas a la fuente de luz, donde quedan atrapadas y posteriormente son contadas. Aunque este tipo de trampas son fáciles de hacer, tienen el inconveniente de que todas las especies de insectos que son atraídos por la luz caen en la trampa y eso dificulta y aumenta el tiempo que se invierte en el conteo de la especie que se desea monitorear. Además de que requiere

una fuente de energía para encender la trampa (Medina et al., 2012). Tienen la ventaja de que atrapan tanto machos como hembras.

6.3 Trampa alimenticia

Adicionalmente, se puede utilizar trampas de melaza para la detección y control de las palomillas, las que se sitúan en los extremos del campo tan pronto haya germinado el maíz, a una altura de 1.5 m con un total 4 trampas/ha, separadas las trampas a 50 m entre ellas, aunque la primera se coloca a 25 m de cada orilla de la esquina de la parcela. El cebo alimenticio se hace con 3 litros de melaza, un litro de agua y media piña finamente picada; el cebo se deja fermentar de 4 a 5 días a temperatura ambiente (de preferencia mayor a 20°C). El diseño de estas trampas es igual a las de garrafa para feromonas (Figura 14) (Perez, 1999; Ríos et al., 2005).

Tienen como ventaja que atrapan tanto machos como hembras y teniendo en cuenta que la mayoría de las palomillas hembras, durante los primeros dos días después de emerger como adultos tienen como prioridad alimentarse se estaría

disminuyendo la población de adultos (Medina et al., 2012). Una ventaja adicional de estas trampas es que además de los adultos de gusano cogollero, eliminan otras palomillas plaga, como el gusano del fruto, *Helicoverpa zea*; gusano soldado, tanto *Pseudaletia unipuncta*, como *S. exigua*; gusanos medidores, *Trichoplusia ni* y *Pseudoplusia includens*; gusanos trozadores de los géneros *Agrotis*, *Euxoa* y *Peridroma*, entre otros.

7. Trampeo de adultos para establecer la fecha del biofix

Con el fin de tener mayor éxito en el manejo del gusano cogollero, primeramente, se tiene que desarrollar un esquema de muestreo de los adultos de este insecto plaga con el uso de trampas de feromona (o trampas alimenticias), con lo cual se podrá predecir la época de mayor abundancia de adultos, y con base en ello establecer el pico poblacional de huevos y de emergencia de larvas de primer instar, que es la fase de desarrollo de la larva que es más susceptible a los insecticidas (Medina et al., 2009a). El biofix se refiere a la fecha que

señala el comienzo de la acumulación de unidades calor, puede ser un evento biológico, como la fecha en que comienza el vuelo alguna palomilla o una fecha de calendario (Murray, 2008).

Existen cinco eventos que deben de transcurrir desde que ocurre el pico poblacional de las palomillas atrapadas en las trampas de feromona hasta antes de que la larva de gusano cogollero alcance la fase donde ya es difícil su control (Medina et al., 2009b). Estos eventos son:

- a. Período de pre-oviposición, que es el tiempo que requieren las palomillas adultas de este insecto para madurar sexualmente, aparearse e iniciar la puesta de sus huevos.
- b. Una vez que los huevos son puestos, deben madurar y eclosionar para que nazcan las larvas de primer instar.
- c. El tiempo que requiere la larva de primer instar para pasar a larva de segundo instar.
- d. El tiempo que requiere la larva de segundo instar para pasar a larva de tercer instar.

- e. El tiempo que requiere la larva de tercer instar para pasar a larva de cuarto instar.

Afortunadamente, es posible predecir cada uno de estos cinco eventos utilizando la metodología de unidades calor. El monitoreo de adultos con trampas de feromonas (o alimenticias) permitirá establecer el pico poblacional de palomillas. Al conocer el pico poblacional se podrán predecir las diferentes etapas fenológicas de cogollero ya sea mediante el uso de la tabla de unidades calor (Tabla 2) o consultando el sistema de alerta para gusano cogollero; ambas opciones se discuten en las siguientes secciones (Medina et al., 2009b; Ramírez-Cabral et al., 2012; Ramirez et al., 1987).

8. Unidades calor

La temperatura es el principal factor ambiental que determina qué tan rápido se desarrollan los insectos y plantas. Debido a las variaciones anuales del clima, las fechas del calendario no son una buena base para decisiones de manejo, la alternativa es medir la cantidad de calor acumulado en el tiempo (unidades calor), que

provee una escala de tiempo fisiológico que es biológicamente más precisa que los días calendario (Brown, 2013).

Las plantas e insectos deben acumular determinada cantidad de calor medida en grados/día o unidades calor (UC), desde la oviposición hasta la etapa adulta. Dicha cantidad es, aproximadamente, constante de acuerdo a la especie considerada y se le denomina constante térmica. El desarrollo de estos organismos empieza, solamente, cuando la temperatura está arriba de un cierto punto crítico o temperatura umbral inferior de desarrollo. A medida que la temperatura aumenta por arriba de este punto crítico, la velocidad de desarrollo se incrementa en forma casi lineal hasta alcanzar un punto máximo, para luego decaer, debido a la degradación enzimática causada por temperaturas altas, hasta que el organismo muere al alcanzar una temperatura letal (Brown, 2013).

En el caso de cogollero se requieren 71.1, 277.0 y 148.8 UC, con una temperatura base de 10.9°C,

para que se complete el desarrollo del huevo, la larva y la pupa del gusano cogollero, respectivamente. El tiempo generacional (huevo a adulto) requiere de 496.9 UC (Tabla 1) (Ramirez Garcia et al., 1987).

Tabla 1. Unidades calor para el desarrollo del cogollero

Gusano cogollero		
<i>Spodoptera frugiperda</i> Smith		
Etapas de desarrollo	UC	UCA
Preoviposición	24.4	24.4
Eclósión de huevo	46.7	71.1
Larva instar 1	53.9	125
Larva instar 2	42.6	167.6
Larva instar 3	38.2	205.8
Larva instar 4	38.6	244.4
Larva instar 5	44.8	289.2
Larva instar 6	58.9	348.1
Prepupa	32.8	380.9
Pupa	116	496.9
Huevo a adulto	496.9	496.9

8.1 ¿Cómo usar la tabla de unidades calor promedio por día?

En la tabla 2 se muestran las unidades calor para el desarrollo de cogollero que se acumulan en promedio por día en los meses de abril a octubre en los principales municipios productores de maíz del estado de Zacatecas.

No solo entre sitios, sino entre meses del año, en un mismo sitio, ocurren variaciones en la

acumulación de temperatura. Por ejemplo, en la tabla se puede observar que en el mes de junio en el municipio de Pinos se acumulan en promedio 7.7 UC por día mientras que para el mes de octubre en el mismo municipio sólo se acumulan 4.4 UC en promedio por día. Las mismas variaciones ocurren entre sitios en un mismo mes, para ejemplo podemos ver que en Villanueva en el mes de agosto se acumulan en promedio por día 9.2 UC; en ese mismo mes para el municipio de Fresnillo se acumulan 1.2 UC menos que en Villanueva.

Con esta tabla se puede estimar en cuánto tiempo podrá la plaga dañar en mayor grado al cultivo. Por ejemplo, si se detecta un pico poblacional el día 30 del mes de mayo en el municipio de Fresnillo, se comenzarían a acumular las unidades calor a partir de este día, y se buscaría controlar la plaga antes de que llegara al cuarto instar (244.4 UC) que es cuando la larva se traslada al cogollo y su control se complica (ver sección 10).

Así se tendría que del 30 al 31 de mayo, dos días con un promedio de 8.8 UC por día, daría un total de 17.6 unidades calor acumuladas (UCA), faltarían 226.8 UC para completar las 244.4 UC que necesita el gusano cogollero para llegar al cuarto instar. Del primero al 23 junio con un promedio de 9.6 UC diarias se acumularían 220.8 UC. Las 17.6 UCA de mayo más las 220.8 UCA de junio darían 238.4 UCA justo antes de que el gusano cogollero pase al cuarto instar. Lo anterior, sugiere tomar medidas contra el insecto plaga antes del 24 de junio para evitar la migración de la larva al cogollo. Es importante mencionar, que todos estos cálculos los realiza, de manera automática, el sistema de alerta para gusano cogollero, el cual se discute en la siguiente sección.

Tabla 2. Unidades calor promedio acumuladas por día en cada mes para gusano cogollero en los principales municipios productores de maíz en Zacatecas.

MUNICIPIO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
CALERA	6.8	8.9	9.3	7.8	7.5	6.6	4.9
CAÑITAS	7.7	9.7	10.9	9.5	9.4	8.2	5.8
ENRIQUE ESTRADA	6.5	8.1	8.8	7.4	7.1	6.1	4.5
FCO. R MURGUÍA	7.1	9.0	10.3	9.0	8.7	7.4	5.4
FRESNILLO	6.6	8.8	9.6	8.3	8.0	7.1	5.0
GUADALUPE	8.3	9.7	9.5	8.0	7.9	6.9	5.8
JALPA	12.4	14.2	14.0	12.0	11.8	11.3	10.0
JEREZ	6.3	8.7	10.2	9.0	8.8	8.0	6.0
LORETO	7.2	9.2	9.6	8.3	8.2	7.5	5.5
LUIS MOYA	7.8	9.6	9.8	8.3	8.3	7.5	5.6
MIGUEL AUZA	6.7	9.1	9.7	8.5	8.3	7.1	5.1
PÁNFILO NATERA	7.3	9.2	9.5	8.2	8.3	7.3	5.4
PINOS	6.4	7.9	7.7	6.3	6.4	5.6	4.4
RÍO GRANDE	7.4	9.7	10.3	9.0	8.6	7.4	5.3
SOMBRERETE	6.1	8.2	9.0	7.5	7.2	6.3	4.8
TABASCO	10.1	12.5	13.6	11.7	11.4	10.9	8.9
TEPECHTLÁN	9.1	11.1	12.1	10.2	9.9	9.4	7.8
TRANCOSO	7.2	8.8	9.1	7.9	7.7	6.7	4.7
V.GONZÁLEZ ORTEGA	7.3	8.9	9.5	8.2	8.1	6.9	5.1
VALPARAISO	7.3	9.8	11.2	9.8	9.6	9.0	6.9
VILLA DE COS	8.0	10.2	10.9	9.5	9.6	8.4	6.3
VILLANUEVA	7.7	10.2	11.0	9.5	9.2	8.5	6.4
ZACATECAS	6.3	8.5	9.1	7.6	7.5	6.6	4.9

9. Sistema de Alerta para el gusano cogollero

En el año 2012 se liberó el sistema de alerta para cogollero, el objetivo de este sistema es servir como una guía para el técnico o productor para controlar las plagas en tiempo y forma (Ramírez-Cabral et al., 2012). (Dal Pogetto et al., 2012) mencionan que es más importante la aplicación a tiempo de un insecticida para el control de *S. frugiperda* que la cantidad de insecticida que se use.

Para acceder al sistema de alerta es necesario ingresar al sitio de Internet: <http://www.zacatecas.inifap.gob.mx> , de ahí seleccionar aplicaciones, en seguida el apartado de alerta fitosanitaria, después seleccionar maíz, con lo cual aparecerá la pantalla mostrada en la Figura 16, donde se muestra el mapa de Zacatecas con la ubicación de las estaciones de clima de la Red De Monitoreo Agroclimático del Estado de Zacatecas. Para una mejor guía del uso del sistema consultar Ramírez-Cabral et al., 2012.

Menu

Alerta

Generalidades

Identificación

Daños

Ciclo Biológico

Inicio

Sistema de Alerta Fitosanitaria de Zacatecas SIAFZA

GUSANO COGOLLERO

Spodoptera frugiperda JE Smith

¿Cómo usar el sistema?

Seleccionar la estación más cercana a su parcela de cultivo y dar clic en ella.

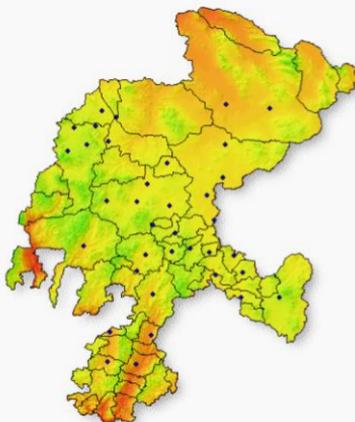


Figura 16. Pantalla principal del sistema de alerta para gusano cogollero.

De manera general, el usuario seleccionará el apartado de alerta, enseguida seleccionará la estación climatológica más cercana a la parcela de interés, después introducirá la fecha del pico población y el sistema generará una tabla con recomendaciones tipo semáforo como se muestra en la Figura 17. En esta pantalla se muestra la fecha de aparición de cada etapa del

cogollero, las unidades calor acumuladas a esa fecha y las recomendaciones para el control del gusano cogollero en dicha etapa. El color verde del semáforo indica un riesgo bajo y corresponde desde la pre oviposición hasta el instar dos; el color amarillo un riesgo intermedio y es para el instar tres del gusano cogollero, finalmente, el color rojo indica un riesgo alto y es cuando el cogollero es más difícil de controlar que son los instares del cuatro al seis.

ALERTA FITOSANITARIA				
FECHA	UCA	ETAPA	SEMÁFORO	RECOMENDACIONES
08-11-2019	18.9	Preoviposición y puesta de masa de huevecillos	Sin Riesgo	Control biológico. Liberación de avispa del género, Trichograma y Telenomus. Reduce poblaciones pero no las extermina. Se recomienda poner trampas alimenticias a base de melaza y piña fermentada para capturar los adultos.
09-11-2019	68.0	Eclósión masa de huevecillos	Riesgo Bajo	Control biológico. <i>Nomuraea rileyi</i> (hongo) y/o <i>Bacillus thuringiensis</i> (bacteria). Reduce poblaciones pero no las extermina. Es necesario hacer bajadas de las boquillas del aspersor para dirigir la aspersión de abajo hacia arriba.
08-11-2019	119.6	Instar 1	Riesgo Bajo	
08-11-2019	166.3	Instar 2	Riesgo Bajo	
09-11-2019	203.6	Instar 3	Riesgo Intermedio	Se recomienda la aplicación de químicos, ésta es la mejor fecha por la susceptibilidad de las larvas a los insecticidas. Existe una gran variedad de insecticidas. Es necesario hacer bajadas de las boquillas del aspersor para dirigir la aspersión de abajo hacia arriba.
08-11-2019	238.3	Instar 4	Riesgo Alto	No se recomienda la aplicación de químicos. Existe una mayor resistencia de la larva a morir por el efecto del insecticida de hasta 100 veces mayor que en los instares 1 al 3. A partir del instar 4, la larva se translada al cogollo protegiéndose con un tapón de excrementos que impide al insecticida entrar en contacto con la larva.
08-11-2019	277.4	Instar 5	Riesgo Alto	
09-12-2019	345.2	Instar 6	Riesgo Alto	
09-12-2019	371.4	Prepupa	Sin Riesgo	No existe recomendación.
09-12-2019	463.4	Pupa	Sin Riesgo	
10-12-2019	474.8	Adulto	Sin Riesgo	Se recomienda poner trampas alimenticias a base de melaza y piña fermentada.

Figura 17. Pantalla de recomendaciones generada por el sistema de alerta de gusano cogollero.

10. Control

El hecho de inspeccionar continuamente los cultivos, inmediatamente, después de su nacimiento permite hacer las aplicaciones de manera oportuna y poder controlar los insectos plaga. Debido a que la emergencia de los adultos ocurre por varias semanas, es necesario el monitoreo, al menos cada siete días, pero se sugiere hacerlo

al menos 3 veces por semana, e idealmente sería hacerlo diario, para detectar el pico poblacional de los adultos cuando llegan al cultivo, sin perder de vista la puesta de masas de huevos. A continuación, se detallan diversos tipos de control para cogollero y se indica cuándo es oportuno su aplicación tomando en cuenta la etapa de desarrollo en la que se encuentra el gusano cogollero.

10.1 Control cultural

Dentro de las prácticas culturales, se recomienda la rotación de cultivos de plantas no hospederas para cogollero para reducir el ataque de esta plaga. Es muy importante mencionar que hasta la fecha se han identificado más de 180 hospederas de 42 familias diferentes, por lo que esta práctica pudiera resultar un reto (Casmuz et al., 2010). Además, el uso de labranza cero, las siembras intercaladas con frijol, el riego por aspersión y la destrucción de malezas hospederas como las pasturas y las gramíneas son otras estrategias que ayudan a reducir las poblaciones de cogollero (Herrera, 2012).

10.2 Control etológico

En el control etológico se usan técnicas en donde se toman en cuenta el comportamiento y hábitos de vida del insecto plaga para poder controlarlo (Castro-Piguave et al., 2018). En este tipo de control se pueden mencionar las trampas alimenticias. En las trampas alimenticias se emplean cebos alimenticios para atraer al adulto de las palomillas, tanto hembras como machos, y así disminuir el número de adultos que puedan reproducirse (Löhr y Parra, 2014). Para el cebo alimenticio de cogollero se ocupan 3 kg de melaza y media piña bien madura en pedazos pequeños, esto se diluye en un litro de agua y se deja fermentar por 4 días; para el cebo para la trampa se toman 100 ml del preparado y se diluye en 900 ml de agua. El cebo diluido se coloca en una trampa de garrafa como la de la Figura 16.e). Se colocan 4 trampas por hectárea.

10.3 Control biológico

Existen varias especies de enemigos naturales, entre parasitoides, depredadores y entomopatógenos, las cuales en forma natural pueden reducir más del 50% de la población de

larvas y pupas de gusano cogollero (Capinera, 2008). A continuación, se proporciona una breve descripción de los más comunes.

Parasitoides de huevos: Las avispas parasitoides *Telenomus* sp. y *Trichogramma* sp. pueden ayudar al control biológico de huevos de cogollero. La dosis recomendada es de 25 pulgadas por hectárea, de 4 a 5 liberaciones, mínimo una liberación por semana, idealmente de 2 a 3 liberaciones por semana tratando de cubrir el pico de posturas.

La mayor cantidad de las liberaciones se deben realizar a las 46.7 unidades calor después del pico poblacional de adultos de cogollero, que es cuando se estima que se tiene el pico poblacional de huevos puestos en campo. Se prefiere liberar avispas del genero *Telenomus*, ya que estas son mucho más efectivas que las avispas *Trichogramma* para parasitar los huevos del gusano cogollero. Es importante tener en cuenta que es común que varias de las masas de huevos del gusano cogollero son colocadas en capas, además de que la última capa está protegida por delicadas

escamas, de tal manera que solo la capa superior de las masas queda expuesta al parasitismo, y eso da como resultado que al menos un 50% de los huevos no sean eliminados por el efecto de estas avispidas benéficas (Perez, 1999), ya que el promedio de parasitismo de huevos es de un 10%.

Entomopatógenos de larvas pequeñas, instares 1 y 2: El hongo *Nomuracea rileyi* y la bacteria *Bacillus thuringiensis*. El primero de estos tarda de cinco a seis días en provocar la muerte y el segundo en tres días. *B. thuringiensis* es el entomopatógeno más usado, esta bacteria debe ser ingerida para llevar a cabo su efecto tóxico (Perez, 1999).

Las precipitaciones torrenciales también disminuyen de manera importante la población de las larvas de cogollero de los primeros instares (ICA, 2003; Perez, 1999), y son un factor de control abiótico.

10.4 Control químico

La aplicación de químicos sólo debe efectuarse en caso necesario y después de que los demás tipos de control no fueron efectivos. Se

recomienda no aplicar insecticidas sin necesidad, sobre todo los de amplio espectro, por los daños residuales al ambiente y lo tóxico que pueden ser para quienes lo aplican.

Es importante mencionar que la aplicación de insecticidas se tiene que efectuar antes que el gusano llegue al cogollo (instares 1 al 3) y haga un tapón de excrementos que impida la acción del químico (a partir de instar 4). Para la aplicación contra larvas pequeñas, que se encuentran en el envés de las hojas, se requiere bajar las boquillas de la barra de aspersion y aplicar de abajo hacia arriba para que el químico pueda actuar en la plaga (Cortez y Valenzuela, 2011). En la mayoría de los casos se requiere hacer dos y a veces hasta tres aplicaciones de insecticidas para tener bajo control al gusano cogollero. Existen varios tipos de plaguicidas, para dosis, toxicidad y cómo aplicar se debe consultar la etiqueta del producto. Se recomienda consultar la página de COFEPRIS para conocer los plaguicidas autorizados.

En Brasil, los insecticidas biológicos conocidos como Benzilureas, son los de mayor uso, actúan como regulares del crecimiento interfiriendo en la síntesis de quitina (compuesto principal del exoesqueleto de los insectos). Estos insecticidas se consideran menos dañinos para el medio ambiente, son selectivos con los enemigos naturales y más eficientes contra las plagas. El lufenuron es el de uso más extendido contra el gusano cogollero (Dal Pogetto et al., 2012).

11. Mapa de riesgo

El mapa de riesgo es una herramienta informativa que permite conocer los factores de riesgo y los daños probables o comprobados en un determinado ambiente de una plaga o enfermedad. En este mapa se identifican y se ubican las áreas con mayor riesgo por aparición de un mayor número de generaciones. El mapa de riesgo es un elemento clave en la planeación agrícola al proporcionar información que sirve para definir estrategias de control ante plagas o enfermedades desde antes de la siembra de un cultivo (García, 1994; Ramírez-Cabral et al., 2012).

En el caso del gusano cogollero se obtuvieron las generaciones potenciales por año para determinar el riesgo en Zacatecas, esto se discute en la siguiente sección.

11.1 Generaciones anuales potenciales

Para determinar en qué zonas de Zacatecas hay mayor riesgo de presentar altas poblaciones de *S. frugiperda* en maíz, se realizó un estudio en el que se analizaron las condiciones de clima que favorecen el desarrollo de esta plaga. En el siguiente mapa del Estado se muestra el número de generaciones que se pueden presentar durante el año en los meses de abril a octubre (Figura 18).

NÚMERO DE GENERACIONES POSIBLES DE GUSANO
COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*)
SISTEMA DE ALERTA FITOSANITARIA DEL ESTADO DE ZACATECAS

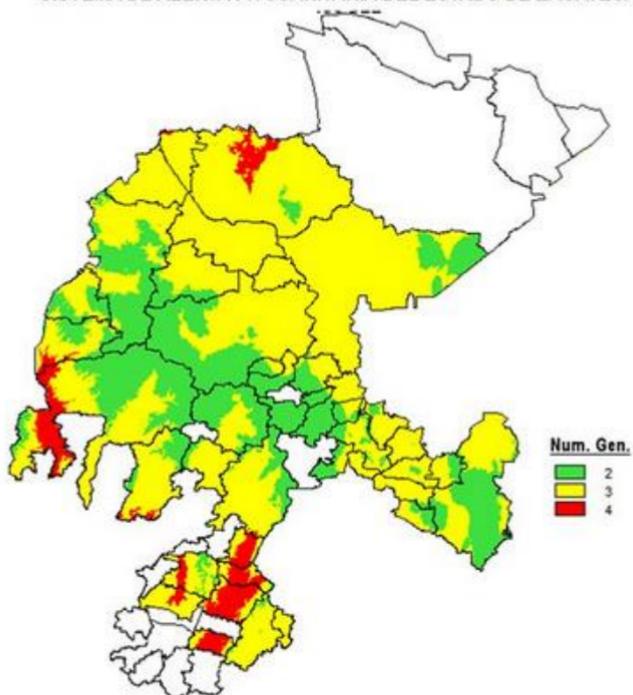


Figura 18. Mapa de riesgo de generaciones de gusano cogollero potenciales durante ciclo agrícola

El mapa representa los municipios con siembras de maíz. Los municipios con tres generaciones por ciclo son los que prevalecen, las zonas con cuatro generaciones son muy pocas y se encuentran limitadas a las zonas más cálidas del estado. En la franja agrícola más importante de

Zacatecas, el promedio de generaciones de cogollero es de dos a tres. Los municipios en blanco tienen escasa o nula siembra de maíz por lo que no fueron considerados para obtener el número de generaciones.

12. Cambio climático y su efecto en gusano cogollero

Los ciclos de los cultivos, así como las plagas y enfermedades que los afectan, han tenido efectos directos e indirectos debido al cambio en el clima (Bale et al., 2002). Algunos de los efectos que se han observado en las plagas son cambios en su rango geográfico (como es el caso de cogollero con su invasión en África), cambios en tasa de crecimiento, en los hábitos migratorios, en la preferencia por ciertos hospederos, la sincronización y el número de generaciones por año, entre otros (Parry et al., 1990).

En México se tiene condiciones climáticas que permiten la presencia de gusano cogollero durante todo el año, considerándolo una especie residente. Actualmente, el gusano cogollero

tiene condiciones ideales para su presencia y sobrevivencia en casi toda la República, se espera que en escenarios futuros para el año 2050 y 2100, la idoneidad en las condiciones climáticas se reduzca para el cogollero en México, debido a incrementos en estrés de calor y sequía, sin embargo, en cuanto al número de generaciones, se espera un probable incremento en algunas áreas es probable que ocurran más de cinco generaciones al año (Ramírez-Cabral et al., 2017).

En Zacatecas, actualmente, la mayor parte del territorio presenta de 3 a 4 generaciones por ciclo de cultivo, sin embargo, es probable que para el año 2050 se incremente el territorio donde pueden ocurrir hasta 5 generaciones por año (Figura 19) (Ramírez-Cabral et al., 2014).

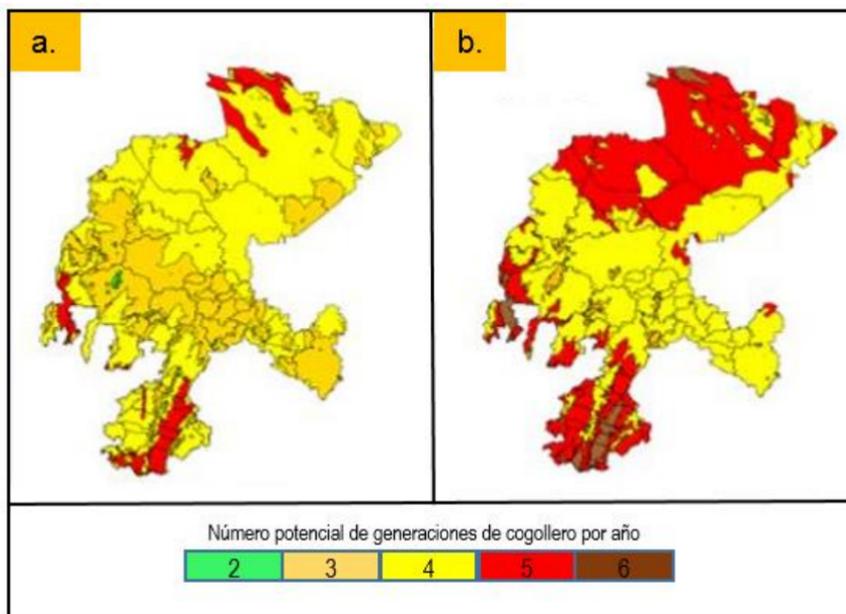


Figura 19. Predicción del número potencial de generaciones de cogollero por año, a) Condiciones actuales, b) Escenario 2050

12.1 ¿Qué significa que un insecto puede completar una generación más durante el año?

Debido a que los insectos tienen ciclos de vida cortos, gran movilidad, alto potencial reproductivo y sensibilidad fisiológica a la temperatura, aún cambios modestos en el clima tienen impactos rápidos en su distribución y abundancia (Ayres y Lombardero, 2000).

El incremento de la temperatura ambiente para los organismos poiquiloterms (organismos que dependen de la temperatura ambiental para regular su temperatura) tiene consecuencias directas, ya que incrementa sus patrones de actividad y, por tanto, muchos insectos colonizan más rápido los cultivos y se prolonga por más tiempo su actividad al final del año; también hay un impacto directo sobre las tasas de desarrollo, y como resultado se puede incrementar el número de generaciones por año (Altermatt, 2010; Porter et al., 1991). Un aspecto adicional es que esa acumulación extra de unidades calor les permitirá a los insectos plaga poder colonizar nuevas áreas donde anteriormente no estaba presente ese insecto (Medina et al., 2010). Desde el punto de vista de producción de un cultivo este incremento en la temperatura significa tener mayor riesgo de daños y pérdidas en cosecha debido al ataque de insectos plaga, así como un incremento en los costos de control de las mismas debido a la necesidad de proteger por mayor tiempo el cultivo.

De hecho, se considera que el incremento en el número de generaciones por año de un insecto (voltinismo) es un indicador de cambio climático, y que el incremento en la cantidad de unidades calor que permite al gusano cogollero tener tres generaciones por año en lugar de las dos que tenía hace 40 años, también ha sido documentada para otros insectos de su mismo orden (Altermatt, 2010).

13. Conclusiones

- El gusano cogollero afecta al cultivo del maíz en todos sus estados fenológicos, y si el ataque es en los primeros estados vegetativos, puede resultar en la destrucción del cultivo
- En Zacatecas, actualmente, la mayor parte del territorio presenta de 2 a 3 generaciones por ciclo de cultivo
- La detección temprana del gusano cogollero permite un control oportuno y eficaz
- Al pasar al instar 4, la larva se establece en el cogollo y tiene una

resistencia de hasta 100 veces mayor, comparado con los instares 1 al 3.

- Las trampas alimenticias son una manera ecológica, económica y sencilla de controlar las poblaciones de gusano cogollero
- El uso de unidades calor ayuda a programar en forma más precisa los diferentes tipos de control
- El sistema de alerta para gusano cogollero, sirve como una guía para el técnico o productor para controlar las plagas en tiempo y forma.
- La aplicación de insecticidas sólo debe efectuarse después de que los demás tipos de control no fueron efectivos

Referencias

Altermatt, F. 2010. Climatic warming increases voltinism in European butterflies and moths. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 277, 1281-1287.

Andrews, K.L. 1988. Latin american research on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Fla. Entomol.*, 630-653.

Ayres, M.P. and Lombardero, M.J. 2000. Assessing the consequences of global change for forest disturbance from herbivores and pathogens. *Sci. Total Environ.* 262, 263-286.

Bale, J.S., Masters, G.J., Hodkinson, I.D., Awmack, C., Bezemer, T.M., Brown, V.K., Butterfield, J., Buse, A., Coulson, J.C., Farrar, J., Good, J., Harrington, R., Hartley, S., Jones, H., Lindroth, R., Press, M., Symrnioudis, I., Watt, A. and Whittaker, J. 2002. Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biol.* 8, 1-16.

Brown, P.W. 2013. Heat units. The University of Arizona. Cooperative Extension, College of Agriculture and Life Science. AZ1602. 7p.

Capinera, J.L. 2008. *Encyclopedia of entomology*. Second edition. Springer Science & Business Media.

Casmuz, A., Juárez, M.L., Socías, M.G., Murúa, M.G., Prieto, S., Medina, S., Willink, E. y Gastaminza, G. 2010. Revisión de los hospederos del gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Rev. Soc. Entomol. Argent.* 69, 209-231.

Castro, P. C., Vera T. M., Indacochea G.B., Valverde L.Y. y Gabriel O. J. 2018. Control etológico de Thrips

sp. (Insecta: Thysanoptera) y Spodoptera spp. (Lepidoptera: Noctuidae) con fermentos naturales en sandía (*Citrullus vulgaris* L.). Journal of the Selva Andina Research Society 9, 104-112.

Castro, M., Pitre, H., and Meckenstock, D. 1988. Potential for using maize as a trap crop for the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), where sorghum and maize are intercropped on subsistence farms. Fla. Entomol., 273-278.

CESAVEG. 2008. Campaña de Manejo Fitosanitario de Maíz. Comité Estatal de Sanidad Vegetal. Guanajuato, Mexico. 20p

Cortez, M.E. y Valenzuela, E.F.A. 2011. Efectividad de insecticidas novedosos al 100% y 50% de la dosis sobre gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) en maíz. Entomología mexicana 10, 488-492.

Cruz, I. 1995. A lagarta-do-cartucho na cultura do milho. Sete Lagoas. Circular técnica no. 21. EMBRAPA-ICNPMS. 45p.

Dal Pogetto, M., Prado, E., Gimenes, M., Christovam, R., Rezende, D., Aguiar-Junior, H., Costa, S. and Raetano, C. 2012. Corn yield with reduction of insecticidal sprayings against fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera:Noctuidae). Journal of Agronomy 11, 17-21.

Early, R., Gonzalez-Moreno, P., Murphy, S.T. and Day, R., 2018. Forecasting the global extent of invasion of the cereal pest *Spodoptera frugiperda*, the fall armyworm. NeoBiota 40: 25-50

García, G.M.M. 1994. Los mapas de riesgos: concepto y metodología para su elaboración. Revista de sanidad e higiene pública. 68, 443-453.

García, N.G. y Tarango, R.S.H. 2009. Manejo biorracional del gusano cogollero en maíz. INIFAP. Campo Experimental Delicias. Folleto técnico No. 30. 34p

Herrera, M.E.V. 2012. *Spodoptera frugiperda*: una plaga que está coevolucionando. Centro de Biotecnología Genómica. Instituto Politécnico Nacional. Reynosa, Tamaulipas, México. Aleph-Zero No. 63.

ICA. 2003. Boletín de Epidemiología. Subgerencia de protección y regulación pecuaria Grupo de Epidemiología Agrícola Colombia. 32 p.

Löhr, B., Parra, P.P. 2014. Manual de trampeo del picudo negro de las Palmas *Rhynchophorus palmarum* en trampas de feromonas adaptadas a la situación particular de pequeños productores de la costa del Pacífico Colombiano. CIAT. Colombia. 24 p.

Luginbill, P. 1928. The fall army worm. US Dept. of Agriculture. Technical bulletin No. 34. 91p.

Marenco, R., Foster, R. and Sanchez, C. 1992. Sweet corn response to fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) damage during vegetative growth. J. Econ. Entomol. 85, 1285-1292.

Medina, G.G., Mena, C.J. y Ramírez-Cabral, N. 2009a. Folleto Informativo No. 64. Marzo 2009. INIFAP. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. 25p.

Medina, G.G., Mena, C.J. y Ramírez-Cabral, N. 2009b. Reporte agrometeorológico. Abril 2009. INIFAP. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. 27p.

Medina, G.G., Mena, C.J. y Ramírez-Cabral, N. 2010. Reporte agrometeorológico. Mayo 2010. INIFAP. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. 26p.

Medina, G.G., Mena, C.J. y Ramírez-Cabral, N. 2012. Reporte agrometeorológico. Marzo 2012 INIFAP. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. 23p.

Mena, C.J. 2001. Manual para el control de plagas mediante la avispa parasitoide *Trichogramma*. INIFAP. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. p. 38.

Murray, M.S. 2008. Using degree days to time treatments for insect pests. University, U.S. UTAH.IPM-05-08. 5p.

Murúa, G., Molina-Ochoa, J. and Coviella, C. 2006. Population dynamics of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and its parasitoids in northwestern Argentina. Fla. Entomol. 89, 175-183.

Murúa, M. y Virla, E.G., 2004. Presencia invernal de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en el área maicera de la provincia de Tucumán, Argentina. Rev. Fac. Agron. 105.

Negrete, B.F. y Morales, A.J. 2003. El gusano cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda* Smith). CORPOICA. Colombia. 26p.

Parry, M., Porter, J. and Carter, T. 1990. Agriculture: climatic change and its implications. Trends Ecol. Evol. 5, 318-322.

Pashley, D.P. 1988. Current status of fall armyworm host strains. Fla. Entomol., 227-234.

Perez, M.E. 1999. Control biológico de *Spodoptera frugiperda* Smith en maíz. Departamento de Manejo de PLAGAS, I. Playa Ciudad de la Habana, Cuba.

Pitre, H.N., Mulrooney, J.E. and Hogg, D.B. 1983. Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) oviposition: crop preferences and egg distribution on plants. J. Econ. Entomol. 76, 463-466.

Porter, J., Parry, M. and Carter, T. 1991. The potential effects of climatic change on agricultural insect pests. Agricultural and Forest Meteorology 57, 221-240.

Raina, A.K., Wergin, W.P., Murphy, C.A. and Erbe, E.F. 2000. Structural organization of the sex pheromone gland in *Helicoverpa zea* in relation to pheromone production and release. Arthropod Structure & Development 29, 343-353.

Ramirez-Cabral, N., Kumar, L. and Shabani, F. 2017. Future climate scenarios project a decrease in the risk of fall armyworm outbreaks. The Journal of Agricultural Science 155, 1219-1238.

Ramírez-Cabral, N., Medina, G.G. and Kumar, L. 2014. Increase of broods on the fall armyworm, a consequence of global warming. Ecological Society of Australia. Annual conference. Book of abstracts.

Ramírez-Cabral, N., Mena, C.J., Medina Garcia, G., Casas, F.J.I. and Sánchez, G.R.A. 2012. Sistema de alerta para conchuela del frijol y gusano cogollero en el estado de Zacatecas. INIFAP. Campo Experimental Zacatecas, p. 48.

Ramirez, G.L., Bravo, M.H. y Llanderal, C.C. 1987. Desarrollo de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) bajo diferentes condiciones de temperatura y humedad. Agrociencia 67, 161-171.

Ramos, A.C.A., 2015. Estrategia estatal para el control de gusano cogollero en Guanajuato. CESAVEG. Guanajuato. En línea. Consultado: Octubre 10, 2019.

<https://docplayer.es/56142367-Estrategia-estatal-para-el-control-de-gusano-cogollero-en-guanajuato.html>

Ríos, E., Toledo, J. and Mota, D. 2005. Evaluation of food attractants in the capture of the Mexican fruit fly (Diptera: Tephritidae) in Soconusco, Chiapas, México. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología, 41-49.

Sifuentes, A. 1985. Plagas del frijol en México. Ecología. Chapingo, Edo. de México. 30 p.

Valverde, L., De Toledo, Z.A. y Popich, S. 1995. Ciclo biológico de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera:Noctuidae). Acta Zool. Lilloana 43, 131-143.

Wiseman, B. and Davis, F. 1979. Plant resistance to the fall armyworm. Fla. Entomol., 123-130.

REVISIÓN TÉCNICA

Dr. Guillermo Medina García
INIFAP Zacatecas

Dr. Esteban Salvador Osuna Ceja
INIFAP Pabellón

DISEÑO DE PORTADA

Nadiezhdá Ramírez-Cabral

CÓDIGO INIFAP

MX-0-241709-44-02-11-09-105

COMISIÓN EDITORIAL DEL CEZAC

Presidente: Dra. Raquel K. Cruz Bravo
Secretario: MC. Ricardo A. Sánchez Gutiérrez
Vocal: Dr. Luis R. Reveles Torres
Vocal: Dr. Francisco Gpe. Echavarría Cháirez
Vocal: MC. Mayra Denise Herrera

El proceso editorial de esta publicación y el
formato
electrónico se terminó en diciembre de 2019 en el
Campo Experimental Zacatecas, Km 24.5 Carretera
Zacatecas-Fresnillo. CP. 98500, Calera de V. R.,
Zacatecas, México.
Tel. 01 800 088 2222 ext 82328

Este documento se encuentra en formato digital,
mediante página internet en descargas ilimitadas

CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS

DIRECTORIO

MC. Ricardo Alonso Sánchez Gutiérrez

Director de Coordinación y Vinculación

Dr. Guillermo Medina García	Agrometeorología y Modelaje
Dra. Nadiezhda Ramírez-Cabral	Agrometeorología y Modelaje
Ing. José Israel Casas Flores*	Agrometeorología y Modelaje
Dr. Alfonso Serna Pérez	Fertilidad de suelos y nutrición
MC. José Ángel Cid Ríos	Frijol y Garbanzo
MC. Juan José Figueroa González*	Frijol y Garbanzo
MC. Mayra Denise Herrera	Frijol y Garbanzo
Dr. Jorge A. Zegbe Domínguez	Frutales
MC. Valentín Melero Meraz	Frutales
Ing. Manuel Reveles Hernández	Hortalizas
MC. Miguel Servin Palestina*	Ingeniería de Riego
Dra. Raquel Cruz Bravo	Inocuidad de Alimentos
MC. Enrique Medina Martínez	Maíz
MC. Francisco A. Rubio Aguirre	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Dr. Ramón Gutiérrez Luna	Pastizales y Cultivos Forrajeros
MC. Ricardo A. Sánchez Gutiérrez	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Dr. Luis Roberto Reveles Torres	Recursos Genéticos: Forestales, Agrícolas, Pecuarios y Microbianos
Dr. Jaime Mena Covarrubias	Sanidad Forestal y Agrícola
Dr. Rodolfo Velásquez Valle	Sanidad Forestal y Agrícola
Dra. Blanca I. Sánchez Toledano	Socioeconomía

* Becarios



www.gob.mx/inifap

En Zacatecas, el gusano cogollero, año con año daña las siembras de maíz. En los últimos años se presentaron poblaciones elevadas en prácticamente todo el Estado, volviéndose un problema para los productores de maíz, ya que no sólo han tenido problemas para controlar adecuadamente al gusano, sino incluso se han visto en la necesidad de resembrar el cultivo debido al daño ocasionado. La presente publicación va dirigida, principalmente, a productores y técnicos de sanidad vegetal y tiene el objetivo de ser una guía para el conocimiento, manejo y control del gusano cogollero.

