

SAGARPA

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



**FUNDACIÓN
PRODUCE**

Sinaloa A.C.
ENLACE, INNOVACIÓN Y PROGRESO



SINALOA
ES TAREA DE TODOS

GOBIERNO
DEL ESTADO
DE SINALOA

Control biológico de la mosca de los estigmas del maíz



COLECCIÓN



RESULTADOS DE
PROYECTOS

Control biológico de la mosca de los estigmas del maíz

Dr. Cipriano García Gutiérrez*

Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional
(CIIDIR)

* Colaboradores: M.C. Elva Lorena Vázquez Montoya, M.C. Eusebio Nava Pérez,
M.C. Jesús Ricardo Camacho Báez y Dr. Adolfo Dagoberto Armenta Bojórquez.

ÍNDICE

Introducción	7
Muestreo y daños causados por la mosca de los estigmas en maíces sembrados en los ciclos P-V (primavera-verano) y O-I (otoño-invierno)	9
Daños causados por la mosca de los estigmas del maíz.....	9
Control biológico de la mosca de los estigmas con hongos entomopatógenos.....	9
Control biológico de la mosca de los estigmas con parasitoides y depredadores.....	10

INTRODUCCIÓN

México ocupa el cuarto lugar en producción mundial de maíz, después de Estados Unidos, China y Brasil.

En nuestro país es el cultivo agrícola más importante, por la superficie sembrada y por cultivarse en todos los estados de la República, siendo por esta razón el grano base de la alimentación de la población.

Sinaloa es el principal productor de maíz, aportando 70% de la producción de maíz con una superficie sembrada de 660 mil 916.85 hectáreas, de las cuales se obtuvieron 5 millones 368 mil 862 toneladas.

En el ciclo otoño-invierno 2009-2010 la superficie sembrada fue de 471 mil hectáreas, alcanzando una producción de 4 millones 986 mil toneladas, con un rendimiento por unidad de superficie de 10.6 t/ha (toneladas por hectárea).

En el ciclo primavera-verano de 2010 se sembraron 26 mil 310 hectáreas, con una producción de 144 mil 287 toneladas y rendimiento de 8.7 t/ha.

En la región norte de Sinaloa, específicamente en el municipio de Guasave existen 100 mil hectáreas de maíz blanco, las cuales han sido afectadas severamente en los últimos ciclos agrícolas por la presencia de un complejo de moscas que atacan a los estigmas, disminuyendo notablemente la producción.

Esto ha despertado el interés de investigadores y técnicos para estudiar a esta plaga, ya que son pocos los trabajos realizados sobre ella.

Al respecto se generó la siguiente tecnología que consta de cinco estudios, la cual se basa en el estudio del ciclo de vida y comportamiento de la mosca de los estigmas en cultivos de maíz blanco en el valle de Guasave, Sinaloa, así como en el conocimiento de sus enemigos naturales y el uso de bioinsecticidas para su control biológico.

Ciclo de vida de la mosca de los estigmas en laboratorio

HUEVO

Las hembras son capaces de incubar hasta 95 huevecillos por día, entre los estigmas y en la base del jilote¹. Los huevecillos duran dos días, son alargados, color blanco hialino, miden 0.80 milímetros (mm) de longitud y 0.20 mm de ancho, los podemos encontrar de forma individual o en grupos, y eclosionan a las 48 horas a temperatura ambiente [25-34 °C (grados centígrados)].

LARVA

Son de forma alargada (alargada) y cilíndrica, sin patas ni pseudópodos², la parte apical es más ancha que la parte posterior, tienen ganchos bucales en la cabeza y dos espiráculos³ anales uniformes de color negro. La larva vive 13 días, es de color blanco-amarillento y alcanza una longitud máxima de 7 mm.

Se encuentran dentro del elote durante toda la etapa reproductiva y hasta antes de la madurez fisiológica. No consumen el pericarpio del grano, pero se alimentan del endospermo⁴ o de parte del olote. Se alimentan con una dieta a base de maíz y duran también 13 días.

PUPA

Es también alargada y cilíndrica, con un extremo más redondeado y con una protuberancia; en el extremo contrario presentan dos apéndices. La pupa dura 7 días. El cuerpo es de color amarillento al principio, luego se torna rojizo brillante, y finalmente café oscuro. Mide 5 mm de largo por 1.3 mm de ancho. Las pupas se encuentran en los estigmas secos, entre las hojas del fruto.

ADULTO

Presenta cuatro bandas oscuras transversales en las alas, patas negras, con amarillo en el extremo superior del tarso en la parte inferior del fémur; la hembra es de mayor tamaño y presenta abdomen agudo con ovipositor⁵ extendible; el macho tiene abdomen redondeado; el cuerpo es de color verde oscuro metálico y ojos café-rojizo. Duran 90 días y alcanzan una longitud máxima de 6.5 mm.

1 Jilote: mazorca de maíz cuando sus granos no han cuajado aún.

2 Pseudópodo: es una prolongación del citoplasma de algunos organismos unicelulares, como las amebas, en la cual una serie de proteínas van a fluir en un sentido mediante las fibras de miosina. Esto servirá al organismo para desplazarse o alimentarse.

3 Espiráculo: es la denominación del orificio respiratorio de algunos animales.

4 Endospermo: capa más íntima de la semilla, en contacto directo con el embrión, al que tiene la misión de nutrir.

5 Ovipositor: tubo que desarrollan las hembras en la papila genital para la puesta de los huevos.

MUESTREO Y DAÑOS CAUSADOS POR LA MOSCA DE LOS ESTIGMAS EN MAÍCES SEMBRADOS EN LOS CICLOS P-V (PRIMAVERA-VERANO) Y O-I (OTOÑO-INVIERNO)

Monitoreo

El monitoreo proporciona la información necesaria para tomar decisiones correctas respecto al manejo de las poblaciones de plagas.

A través del monitoreo regular es posible determinar dónde se encuentran, el tamaño de su población y si las mismas están aumentando o disminuyendo, y con esto aplicar tratamientos de manera más afectiva.

Muestreo de insectos

Se pueden utilizar cajas Petri para capturar en forma manual los especímenes. En el caso de la mosca de los estigmas debemos muestrearlas en las primeras horas de la mañana cuando ya no haya brisa o neblina y la temperatura no sea tan baja (en cuanto sale el sol y empieza a calentarse).

Si la temperatura es baja o la humedad es alta la mosca de los estigmas permanece en sus refugios (generalmente dentro de las axilas de la planta del maíz) y no se puede capturar. Si nos esperamos demasiado en hacer el muestreo por la mañana, es muy difícil poder capturar a las moscas vivas, ya que sus alas están completamente secas, facilitándole su fuga.

Muestreo de huevos o pupas

Los huevos de la mosca de los estigmas se pueden encontrar en los estigmas del elote, desde sus primeras etapas de desarrollo.

Las pupas las podemos encontrar dentro de las mazorcas de maíz.

Red entomológica y trampas amarillas

Si el objetivo del muestreo es el de realizar el monitoreo de la presencia de la mosca de los estigmas en el cultivo, entonces se pueden utilizar las redes entomológicas y trampas amarillas con pegamento.

DAÑOS CAUSADOS POR LA MOSCA DE LOS ESTIGMAS DEL MAÍZ

Los daños pueden ser directos o indirectos.

Directos cuando las larvas afectan directamente al elote, alimentándose de los granos tiernos.

Indirectos cuando las larvas, una vez que emergen del huevecillo, se alimentan de los estigmas inhibiendo la polinización y la formación del grano en el elote.

La mayor presencia de moscas en los cultivos de maíz se presenta en el ciclo primavera-verano, ya que durante este ciclo se tienen las condiciones ambientales de humedad y temperatura adecuadas para el buen desarrollo de la mosca de los estigmas (Figura 2).

CONTROL BIOLÓGICO DE LA MOSCA DE LOS ESTIGMAS CON HONGOS ENTOMOPATÓGENOS

Las pruebas en laboratorio sobre la patogenicidad de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* revelaron que estos hongos causan de 97 a 100 %

de mortalidad de larvas de *Euxesta stigmatias* (Low) a concentraciones de 1×10^9 esp/mL).

También se encontró que *B. bassiana* fue capaz de infectar adultos de esta misma especie, lo que demuestra el potencial de estos hongos para la elaboración de formulaciones para su evaluación en el control de la plaga en campo.

Producción

De la colección de cepas de Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR)-Sinaloa se seleccionaron dos de las más virulentas, una de *B. bassiana* y otra de *M. anisopliae*.

Su producción masiva se realizó en un medio de cultivo líquido elaborado a base de sales minerales.

Como fuente de carbono se utilizó melaza de caña de azúcar y como fuente de nitrógeno sulfato de amonio.

El medio se inoculó con el 10% del hongo y para su propagación se incubó a 27 °C y 130 rpm (revoluciones por minuto) en una incubadora con control de temperatura y agitación. Se realizó el conteo de blastosporas por mililitro y se hizo una prueba de su viabilidad.

Prueba de susceptibilidad

Para probar la efectividad de los hongos se tomó un grupo de insectos y se impregnó (en inmersión y aspersion) con la solución que contenía a los diferentes hongos a una concentración de 1×10^9 esporas/mL. Los insectos fueron puestos en dieta artificial para observar su desarrollo y calcular el porcentaje de mortalidad causada por los hongos.

Producción masiva

En la propagación de ambos hongos bajo las condiciones descritas se alcanzó una concentración de 1×10^9 esporas/mL con 97% de esporas viables.

En las pruebas de patogenicidad para *B. bassiana* y *M. anisopliae*, a concentraciones de 1×10^9 esporas/mL, se observó una mortalidad de larvas de 97 a 100 %, respectivamente.

En el caso de los adultos se encontró que solo *B. bassiana* fue capaz de infectar moscas en 97%, los resultados anteriores demuestran el potencia que estos hongos nativos pueden tener en pruebas de efectividad de campo contra esta plaga (Figura 3).

CONTROL BIOLÓGICO DE LA MOSCA DE LOS ESTIGMAS CON PARASITOIDES Y DEPREDADORES

Insectos parasitoides

Del grupo de parasitoides que se presentan naturalmente y que disminuyen el desarrollo de la mosca de los estigmas en el cultivo de maíz se encontró que la avispa *Spalangias* pp. mostró un parasitismo natural en campo de 40% en una parcela experimental establecida en el CIIDIR-IPN-Unidad

Sinaloa; mientras que en el ejido El Progreso tuvo un parasitismo natural de 38% en muestras colectadas en las etapas de fructificación y madurez fisiológica del cultivo de maíz durante los meses de junio y julio de 2011, afectando a la mosca en el estado de pupa que se localizaron entre las hojas que son parte del fruto y el grano del maíz (Figura 4).

Las avispas del género *Spalangia* (Hymenoptera: Pteromalidae) se ha encontrado que parasitan a diferentes especies de moscas, específicamente a pupas, esta tiene la capacidad de penetrar hasta 20 cm (centímetros) de profundidad en búsqueda de sus presas en diferentes tipos de materia orgánica (estiércol y basura), una vez que localiza a su huésped, lo parasita depositando un huevecillo dentro de la pupa, completando su desarrollo hasta adulto en 15 días.

Para Sinaloa es el primer reporte de esta avispa *Spalangia* spp. parasitando pupas de esta plaga.

A la fecha se han encontrado otras especies de avispas parasitoides que aún está pendiente su identificación.

La presencia de esta especie de parasitoide es continua en los ciclos agrícolas de primavera verano y dado que es un parasitoide de pupas, se tiene la posibilidad que al ser más estudiada se pueda utilizar para el control biológico por aumento contra la plaga en cultivos maíz ciclo otoño-invierno, y reducir a las siguientes generaciones de la población del insecto.

Insectos depredadores

Existen reportes de insectos que depredan a diferentes especies de insectos en el cultivo de maíz, en sus diferentes estados biológicos destacando la chinche pirata *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae).

Esta pequeña chinche es reportada como depredador de diferentes plagas en cultivos agrícolas. Es el único insecto depredador reportado en la literatura para reducir las poblaciones de las moscas de los estigmas del género *E. stigmatias* y posiblemente también depredador de *Chaetopsis massyla* y *Eummecossomya nubila*, se alimenta de huevecillos durante el ciclo agrícola otoño-invierno y primavera-verano

Durante el ciclo agrícola primavera-verano 2011 en los meses de marzo a junio se observó la presencia de otros insectos depredadores asociados al cultivo de maíz tanto en las parcelas del CIIDIR-IPN-Unidad Sinaloa como en la localizada en el ejido el Progreso.

Evaluación de la efectividad de bioinsecticidas a base de hongos entomopatógenos para el control de la mosca de los estigmas

Las plagas que afecta al cultivo de maíz en su crecimiento y desarrollo en el norte de Sinaloa pueden disminuir la producción hasta el 100%, si no existe un control pueden afectar raíces, follajes y frutos; poblaciones de insectos que se alimentan de los estigmas o directamente de los elotes contribuyen a un mayor daño. Insectos masticadores como el gusano

elotero (*Helicoverpa zea*), cogollero (*Spodoptera fungiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera Noctuidae) y larvas de mosca de los estigmas.

Los insectos plagas que afectan el fruto del maíz, presentan también un daño indirecto por favorecer la entrada a hongos fitopatógenos al fruto por las heridas que ocasionan, estos hongos pudren las mazorcas, y son de los géneros *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Macrophomina*, *Batrachodiplodia* y *Giberella*. A estos patógenos se atribuyen daños hasta del 60 % por pudrición de mazorcas, además la producción de micotoxinas, que limita la calidad de grano y su uso para alimentación humana o animal, los productores de maíz, llegan a ser afectados por la pudrición de mazorcas hasta el rechazo de sus cosechas por la baja calidad del grano.

En condiciones de campo se evaluaron, tres hongos entomopatógenos (*Paecilomyces*, *Metarhizium anisoplia* y *Beauveria bassiana*) un extracto de nim comercial (Fianem) más un testigo (solamente agua) en dos híbridos de maíz, Garañón y Cobra, así los tratamientos fueron el resultado de un diseño factorial de dos factores; el factor híbridos (dos niveles) y el factor bioinsecticidas (cinco niveles), resultando así 10 tratamientos en un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones o bloques.

El experimento se realizó en fecha tardía (siembra en el mes de abril) de primavera-verano del 2011, para tener la mayor presión del insecto-plaga de mosca de los estigmas.

Las variables de respuesta fueron la pudrición de mazorca, rendimiento de grano y presencia de mosca de los estigmas.

Pudrición de mazorcas

Fue evidente el efecto del factor híbrido al encontrarse a Cobra significativamente con más pudrición de mazorcas que el híbrido Garañón, no se encontraron diferencias significativas para el factor bioinsecticidas y tampoco en el efecto de interacción entre los factores estudiados (Cuadro 1).

La mayor tolerancia del híbrido Garañón a la pudrición de mazorcas se debe quizás al mayor número de hojas que presenta el elote, así como estar más cerrado en la parte de donde sale los estigmas, esto reduce la entrada de insectos-plaga al fruto y con ello la entrada a hongos que pudren la mazorca.

Incidencia de mosca de los estigmas

Se presentó alta incidencia de mosca de los estigmas en todos los tratamientos en promedio de 15 moscas por trampa amarilla de 7.5 x 15 cm, no se observó disminución de la misma por efecto de tratamientos debido principalmente por su rápida movilidad.

Cuadro 1. Valor promedio de efectos principales en producción de grano y pudrición de mazorcas en el experimento sobre evaluación de daños indirectos.

Efecto principal	Producción de grano (kg/ha al 14% de humedad)*	Pudrición de mazorcas (%)*
Garañón	8902.8 ^a	15 ^b
Cobra	5125.0 ^b	49 ^a
<i>Paecelomyces</i>	7743.0 ^a	34 ^a
<i>Metarhizium anisopliae</i>	7014.0 ^a	32 ^a
<i>Beauveria bassiana</i>	6979.3 ^a	28 ^a
Fianeem	6875.0 ^a	28 ^a
Testigo	6458.2 ^a	36 ^a

kg/ha: kilogramos por hectárea.

*Medias con letras iguales dentro de cada columna y de cada factor son iguales según, Tukey (p0.05).



Figura 1. Huevecillos, larva pupa y adulto de *Euxesta stigmatias*.

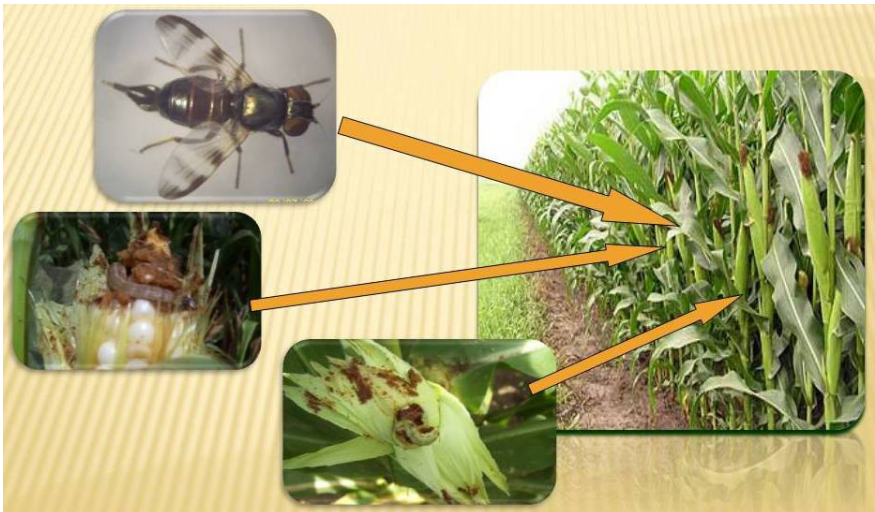


Figura 2. Muestreo de adultos de la mosca de los estigmas.



Figura 3. Adulto de *E. stigmatias* infectado por *B. bassiana*.

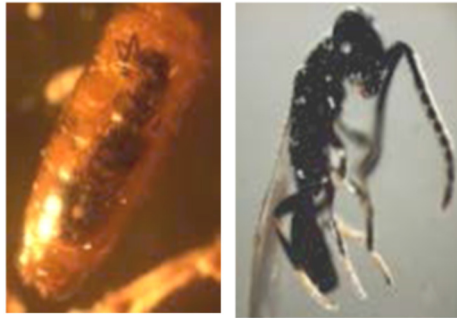


Figura 4. Pupas de mosca parasitadas por *Spalagia* sp.

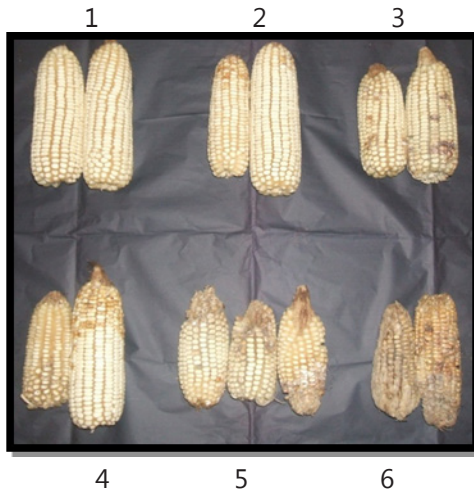


Figura 5. Escala de severidad en pudrición de mazorcas. 1= 0-20 %, 2= 21-40 %, 3= 41-60%, 4= 61-80 %, 5=81-100%, 6= control.



Figura 6. Aplicación de tratamientos y larvas en granos podridos de elote.

COMITÉ EDITORIAL DE FUNDACIÓN PRODUCE SINALOA A.C.

Coordinador de Seguimiento a Proyectos

Ing. Julio César Zamudio Loiza

Coordinador del Programa Estatal
de Divulgación y Capacitación

M.C. José Nedel Sánchez Valencia

Coordinador Operativo zona norte

Ing. Fernando Antonio Urías Preciado

Coordinador Operativo zona centro

Dr. Tomás Díaz Valdés

Coordinador Operativo zona sur

M.C. César Óscar Martínez Alvarado

Corrector de Estilo

Lic. Óscar Paúl Castro Montes



**FUNDACIÓN
PRODUCE**

Sinaloa A.C.
ENLACE, INNOVACIÓN Y PROGRESO

**CONSEJO CONSULTIVO
ZONA NORTE**

Carretera México-Nogales, km 1609
Tel. (687) 896-16-70
Juan José Ríos, Guasave,
Sinaloa, México.

OFICINAS CENTRALES

Gral. Juan Carrasco No. 787 Nte.
Culiacán, Sinaloa, México.
Tel./Fax (667) 712-02-16 y 46
Correos electrónicos:
direcciongeneral@fps.org.mx
divulgacion@fps.org.mx
En Internet:
www.fps.org.mx

SAGARPA

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



SINALOA
ES TAREA DE TODOS

GOBIERNO
DEL ESTADO
DE SINALOA

