



# Enlace®

La revista de la Agricultura de Conservación

E S P E C I A L

## MAP

Manejo  
Agroecológico  
de Plagas

Año IX, abril - mayo 2018 - EDICIÓN ESPECIAL

Parasitismo  
en maíz **23**

Manejo  
agroecológico del  
gusano cogollero  
del maíz en México **30**

Alternativas  
sostenibles para el  
control de plagas en  
la costa de Oaxaca **44**



Club de Labranza de Conservación





8



15



30



52



Año IX. Número 43  
abril - mayo 2018

<b>EDITORIAL</b> .....	<b>3</b>
Fernando Bahena Juárez .....	4
Extractos vegetales para el manejo de insectos plaga. <i>Tagetes patula</i> , <i>Tagetes erecta</i> .....	8
Hongos entomopatógenos y antagonistas. Alternativa para el Manejo Agroecológico de Plagas y Enfermedades .....	11
Nuevo laboratorio para el cultivo de hongos entomopatógenos. Resultado tangible del curso MAP en Zacatecas .....	14
Plantas que favorecen la biodiversidad funcional en el agroecosistema .....	15
MAP como parte de Acompañamiento Técnico PROAGRO Productivo .....	20
Parasitismo en Maíz .....	23
Manejo agroecológico de gallina ciega .....	25
<b>CENTRAL</b>	
Manejo agroecológico del gusano cogollero del maíz en México .....	30
Alternativas sostenibles para el control de plagas en la costa de Oaxaca .....	44
MAP en la plataforma San Juan del Río I, Querétaro. Ciclo PV 2017 .....	47
Seis años de trabajo en Manejo Agroecológico de Plagas reflejados en los datos del sistema BEM .....	48
<b>FOTORREPORTAJE</b>	
Manejo Agroecológico de Plagas para una Agricultura Sustentable .....	52



**DIRECTORIO**

**Programa de Intensificación  
Sustentable**

**Director global de Innovación  
Estratégica y representante  
regional para las Américas**

Bram Govaerts

**Gerente de Divulgación**

Georgina Mena

**Coordinador de Comunicación**

Francisco Alarcón

**Coordinador de Diseño Gráfico**

Angel Aguilar

**Comunicación y Desarrollo  
de Contenidos**

María Eugenia Olvera

**Responsable web**

Alejandra Soto

**Revista Enlace**

**Dirección editorial**

Iliana J. Perete

**Diseño y diagramación**

Yolanda Díaz

**Corrección de estilo**

María Elisa Méndez

**Comité editorial**

Francisco Alarcón

Carolina Camacho

Tania Casaya

Simon Fonteyne

Carlos Garay

Bram Govaerts

Iliana J. Perete

Víctor López

Georgina Mena

**Fotografía de portada**

María Eugenia Olvera

"Enlace La Revista de la Agricultura de Conservación", año IX, número 43, abril - mayo 2018, es una publicación bimestral editada, publicada y distribuida por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) con domicilio en km 45 Carretera México-Veracruz, El Batán, Texcoco, Estado de México. C. P. 56237, México. Teléfono: + 52 (595) 9521 900. www.cimmyt.org, http://conservacion.cimmyt.org/cimmyt-contactoac@cgiar.org. Editor responsable: Dr. Ir. Bram Govaerts. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo 04-2014-110718425800-203, número de ISSN en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, Certificado de Licitud de Título y Contenido en trámite, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Impresa por: Prepprensa Digital S.A de C.V. con domicilio en Caravaggio número 30, colonia Mixcoac, México, 03910, D. F. Teléfonos: 5611-9653 y 5611-7420 Este número se terminó de imprimir el 28 de marzo de 2018, con un tiraje de 20,000 ejemplares. Fecha de puesta en circulación: 4 de abril de 2018. Las opiniones vertidas en los artículos son responsabilidad única de los autores, por lo que el CIMMYT no se hace responsable de las mismas. Los consejos, tips técnicos y cualquier otra información que se presenta en la revista son únicamente indicativos, por lo que el CIMMYT no asume la responsabilidad de los resultados obtenidos en campos específicos. Éste es un material de apoyo a la divulgación de la Agricultura Sustentable con base en la Agricultura de Conservación en México. D.R. © CIMMYT 2017. Se prohíbe la reproducción, parcial o total de este material, salvo que medie la autorización previa y por escrito del titular. La revista Enlace forma parte del componente MasAgro Productor, en el marco de las acciones emprendidas por el CIMMYT para la ejecución del Programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro). Este programa es público, ajeno a cualquier partido político. Queda prohibido su uso para fines distintos de los establecidos en el programa.



# Construcción de trampas de feromonas sexuales para el manejo de gusano cogollero.

*Spodoptera frugiperda*

Las feromonas son sustancias (específicas para cada especie) que la hembra secreta para atraer al macho durante el periodo de apareamiento. Las trampas con feromonas atraen y capturan al macho de la palomilla, ya que simulan el aroma de la hembra, con lo cual se evitan los apareamientos que ocurren de forma natural, lo que disminuye la infestación de la plaga.

## Materiales para una hectárea (por 30 días)



4 cápsulas con feromonas sexuales



4 garrafas de 10-20 L de capacidad



4 estacas de madera de 2 m

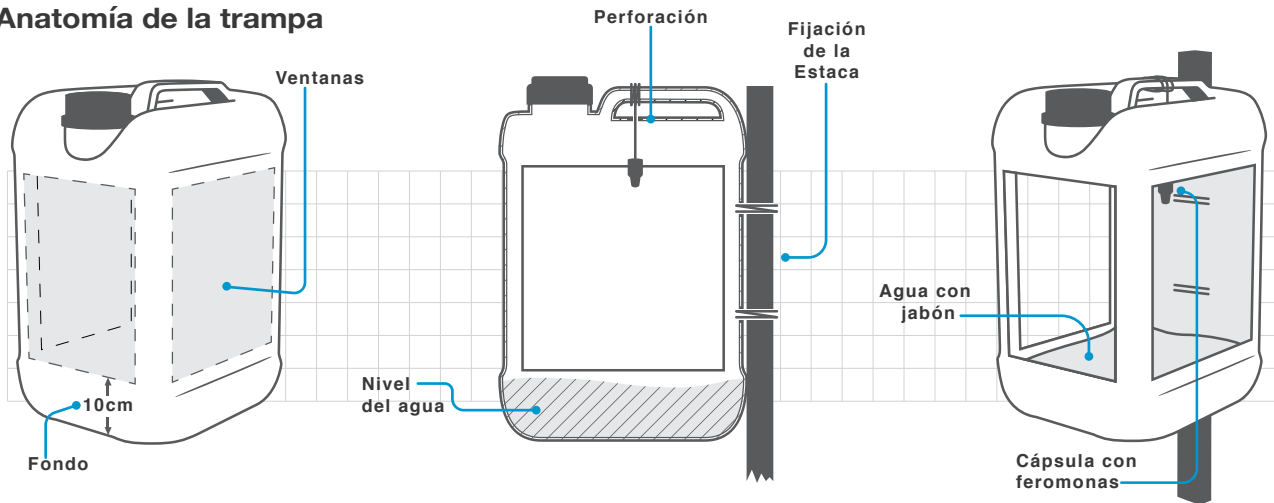


4 metros de alambre ó hilo



Agua (16 L) y jabón sin aroma (250 g)

## Anatomía de la trampa



## Preparación

Trazar un rectángulo en las paredes frontal y laterales de la garrafa, dejando una distancia de 10 cm desde fondo de la garrafa hasta la línea inferior del rectángulo. Recortar los rectángulos por las líneas, de manera que queden tres ventanas.

## Ensamble

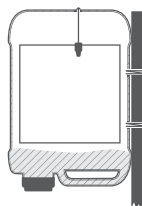
Hacer una perforación en la parte superior de la garrafa, no más grande que el grueso del alambre o cordón que se va a utilizar. Pasar el alambre o el hilo por el orificio. Anudar la cápsula en el extremo inferior y sujetar el extremo superior a la garrafa, cuidando que la cápsula quede suspendida al centro de las ventanas. Sujetar la garrafa a la estaca asegurándose que quede muy firme.

## Montaje

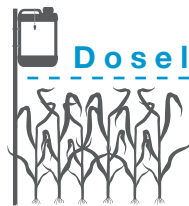
Enterrar la estaca en el suelo hasta que la garrafa esté a una altura entre 20 cm y 1.5 m sobre el suelo.

Mezclar el agua con el jabón y repartir en las cuatro trampas. Almacenar el resto para cuando se realice la limpieza de la trampa.

## Recomendaciones

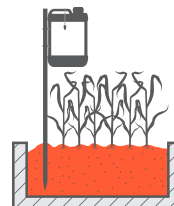


La garrafa puede ir con el tapón hacia abajo para facilitar su limpieza y drenado por periodos de 30 días.



### Dosel

Es importante mantener las trampas por encima del dosel del cultivo.

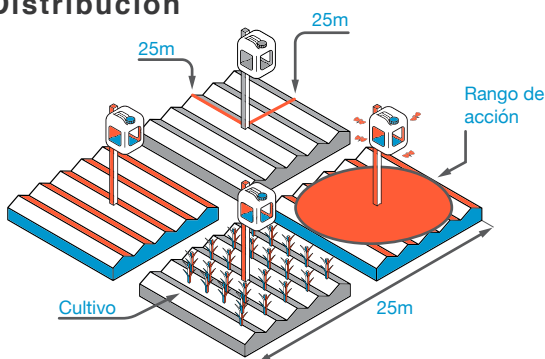


Enterrar la estaca a la profundidad que se requiera para evitar que la instalación sea inestable.



**IMPORTANTE:** Es importante que la cápsula de feromonas no se coloque expuesta directamente al sol.

## Distribución



### En una hectárea de siembra:

Las trampas pueden colocarse inmediatamente después de sembrar o regar. Se recomienda distribuir cuatro trampas por hectárea a 25 m de las orillas.

Para asegurar un adecuado funcionamiento de las trampas, es necesario cambiar el agua cada tres o cuatro días para evitar la pérdida del efecto de las feromonas por el mal olor; así como cambiar la trampa al mes de haber sido instalada.

## Manejo Agroecológico de Plagas

Dentro del ciclo agrícola, es necesario considerar los diversos factores que intervienen para lograr sistemas agroecológicos estables, confiables, resilientes y productivos. Las acciones que el agricultor realiza para mejorar su sistema de producción agrícola son componentes que operan de manera conjunta y derivarán en mejores condiciones para el desarrollo del cultivo y, por ende, en mayores rendimientos. Por ello, cada ciclo contempla que el ejercicio sistémico del productor enfatice el cuidado de estos factores: fertilidad integral, suelo, MAP (Manejo Agroecológico de Plagas) y poscosecha, entre otros. Las interacciones que el productor realiza teniendo conocimiento de estos factores facilitan e impulsan la adopción de tecnologías y alternativas sustentables que conducen a un manejo agronómico adecuado, rentable y respetuoso del entorno.

Cada factor es clave para lograr un resultado óptimo, por lo que hacer énfasis en las acciones que implica el MAP le permitirá al productor adquirir conciencia de su importancia y visualizar la forma en que se conecta con otros factores del manejo agronómico. Como apunta el doctor Fernando Bahena, investigador del INIFAP y colaborador del CIMMYT: "El MAP es una vía para la intensificación sustentable de los sistemas de producción".

En el CIMMYT consideramos de suma importancia que técnicos y productores comprendan la trascendencia de cada uno de los factores que derivan en un mejoramiento de los sistemas de producción agrícola. Con esta edición de *Enlace*, buscamos fortalecer la estrategia de MAP, compartir sus principios y divulgar el trabajo de investigadores, colaboradores, técnicos y productores, para extender sus beneficios a todas las regiones agroecológicas del país. El objetivo es compartir información y herramientas acerca de métodos alternativos

que contribuyan al fomento del Manejo Agroecológico de Plagas y la disminución paulatina del uso de agrotóxicos a través de la participación de la red de innovación del CIMMYT; la iniciativa de impulso al MAP, que desarrollaron el Hub Bajío y la Unidad de Capacitación, en coordinación con el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP); y una red de técnicos de Hub Chiapas, Hub Intermedio, Hub Pacífico Sur, Hub Península de Yucatán, Hub Pacífico Centro y Hub Valles Altos.

Para el control de plagas en México, los productores recurren —como casi única opción— a la aplicación de productos químicos que, regularmente, se utilizan de forma indiscriminada y sistemática con consecuencias indeseables, como la eliminación de la fauna benéfica, el desarrollo de resistencia por parte de las plagas y la contaminación del ambiente, poniendo en riesgo la salud y aumentando los costos de producción. Por ejemplo, en algunas zonas del país, los productores hacen de una a ocho aplicaciones de plaguicidas para el cultivo de maíz, sólo para el control de una plaga. Esto sin contar el impacto ambiental que se manifiesta, particularmente, con la contaminación de suelos, agua y fauna silvestre, y, desde luego, el efecto en la salud de los productores y consumidores, quienes quedan expuestos a dichos productos químicos.

El Manejo Agroecológico de Plagas es una estrategia holística que se sustenta en principios agroecológicos y busca restablecer el equilibrio entre las poblaciones de insectos dañinos y benéficos, promoviendo la restauración de la biodiversidad funcional y aplicando alternativas de manejo que no generan impactos indeseables para los productores, los consumidores y el ambiente.

Unidad de Divulgación, SIP-CIMMYT.

## ESPACIO DEL LECTOR

¡Queremos conocerte! Sube a las redes sociales una foto tuya mostrando una de nuestras revistas. Acompaña la con un comentario sobre ti, dinos qué te gusta de *Enlace* y dónde has encontrado nuestra versión impresa. Incluye los *hashtags* #MiEspacioEnlace #RevistaEnlace.

### Apóyate en tu técnico para hacernos llegar tu historia y tu fotografía.

Cada bimestre, en nuestras redes podrás votar por la mejor foto y el mejor comentario. La que tenga más votos se publicará en nuestro siguiente número. Además, el Programa de Intensificación Sustentable premiará a quienes publiquen las cinco fotos más votadas con un kit de materiales de apoyo (impresos) para la implementación de la AC.

### ¡Lee *Enlace* y participa!

#### Te presentamos a...



Antonio Vázquez Méndez y su hijo, José Guadalupe Vázquez Torres, productores cooperantes de MasAgro en la comunidad San Miguel, en Ocosingo, Chiapas. En sus módulos, ellos implementan Agricultura de Conservación, Milpa Intercalada con Árboles Frutales y estrategias para el Manejo Agroecológico de Plagas.

Con el acompañamiento técnico de Moisés Rodríguez, colaborador MasAgro; Gerardo Torres, técnico PROAGRO Productivo; y el equipo del Hub Chiapas, Antonio desarrolla su perfil como productor innovador, con lo cual fortalece y mejora su sistema agrícola. Además, es lector de *Enlace*, que para él es un recurso más de adquisición de conocimientos para continuar con la implementación de innovaciones en cada ciclo agrícola.

# FERNANDO BAHENA JUÁREZ

**“No se trata de solucionar con base en los síntomas, sino de encontrar el origen de las plagas para incidir en las causas y modificar las condiciones que hacen que aumenten, con el fin de tener un mejor manejo”.**

El doctor Fernando Bahena Juárez es investigador del INIFAP, adscrito al Campo Experimental Uruapan, aunque su trabajo lo desempeña en diversas zonas del país. La colaboración con el CIMMYT inició en el año 2012 con el programa MasAgro, de un modo muy natural, con trabajos de Agricultura de Conservación y manejo de plagas.

**EnIACe (AC).**- Durante el tiempo que se ha desarrollado la colaboración con el CIMMYT para llevar la estrategia de Manejo Agroecológico de Plagas (MAP) a todos los hubs, ¿qué resultados personales destacan?

**Fernando Bahena (FB).**- Lo que más me ha motivado y me sigue motivando de esta colaboración es que mucho del trabajo de investigación que hemos hecho y de la experiencia que hemos adquirido en el campo, al habernos vinculado con MasAgro, logramos que permearan en regiones a las que individualmente no habrían llegado. Ahora tenemos presencia en el sur, sureste, centro y norte del país. Mi trabajo cotidiano era la investigación, los eventos demostrativos y las publicaciones; era limitado comparado con el crecimiento actual.

**AC.**- ¿Qué significa MAP?

**FB.**- Algo clave, que es fundamental entender, es que partimos de que el manejo de plagas está inserto en un manejo diferente de los cultivos. El manejo convencional que se ha hecho prácticamente en todos lados es muy intensivo, y

el manejo de plagas, generalmente, se sustenta en aplicaciones de agroquímicos, tanto por productores como por técnicos. Esto está causando muchos problemas, consecuencias indeseables por la dependencia al uso de plaguicidas.

Nosotros hemos tratado de impulsar una estrategia diferente que no sólo busque sumar alternativas de manejo, sino con una visión mucho más amplia que sustenta los principios del manejo agroecológico. No se trata de solucionar con base en los síntomas, sino de encontrar el origen de las plagas para incidir en las causas y modificar las condiciones que hacen que aumenten, con el fin de tener un mejor manejo. De ahí que las herramientas son muy importantes; por ejemplo, el muestreo es fundamental: no podemos tomar decisiones de manejo de plagas si no demostramos mediante un muestreo que se justifica hacer alguna acción, porque el hecho de ver un insecto en el cultivo no es sinónimo de plaga, ésta se da cuando el insecto afecta económicamente al productor. Podemos tolerar cierta población de insectos, pero si la población que hay no justifica una acción de control, no tenemos por qué hacerla, ni aplicar plaguicidas en forma indiscriminada.

Nuestra visión es holística, integradora, busca atender las causas que originan una plaga. En el fondo nuestro objetivo es lograr que, el control biológico funcione.

Sabemos, por investigaciones, que cada plaga que se presenta tiene

un complejo grande de insectos benéficos, no uno ni dos, sino 30, 40 o 50 organismos que actúan sobre la plaga. Nuestra intención es llevar lo que aprendemos de la naturaleza a las prácticas agrícolas. Eso es agroecología. Los insectos benéficos pueden regular la población fitófaga (dañina), y eso es lo que queremos hacer con el Manejo Agroecológico de Plagas: propiciar las condiciones para que esos insectos benéficos funcionen.

¿Cuáles son esas condiciones? Minimizar el uso de plaguicidas, porque una aplicación mata a los insectos benéficos; acercar plantas atractivas para los insectos benéficos; e ir sumando alternativas para evitar los tratamientos con agroquímicos.

**AC.**- ¿En qué consiste la estrategia MAP?

**FB.**- Se trata de una estrategia de manejo que busca atender las causas de las plagas. Nos valemos de herramientas ambientalmente compatibles y tratamos de minimizar el uso de plaguicidas químicos para fortalecer las poblaciones de insectos benéficos o permitir que funcionen mejor.

**AC.**- ¿Qué se necesita para empezar a implementar la estrategia MAP en alguna parcela?

**FB.**- Primero, cualquier decisión debe tomarse a partir de un muestreo. Los muestreos sirven para determinar infestaciones de plagas, con ello sabemos si la infestación es

alta o baja y cómo se está comportando la plaga. Otro elemento importante es el conocimiento de que por cada plaga hay un número de insectos benéficos; entonces, tenemos que suministrar las condiciones para que éstos puedan funcionar de la mejor forma, no podemos esperar que haya un buen control biológico si no acercamos plantas que son interesantes y atractivas para ellos.

Otro elemento fundamental es el uso de herramientas, como las trampas con feromonas —con las que hemos tenido éxito— y las trampas cromáticas, de luz o con atrayentes alimenticios. Dependiendo de la biología de los insectos, se usará una u otra.

**AC.-** ¿Por qué actualmente es necesario coordinar acciones para impulsar el MAP en las diversas regiones agroecológicas del país?

**FB.-** Lo que estamos buscando al impulsar el MAP es tratar de hacer una agricultura que tenga un mayor compromiso con la sostenibilidad; sabemos que esto significa una agricultura que produzca sin afectar los recursos naturales. Queremos hacer una que también garantice que las siguientes generaciones puedan continuar produciendo. En ese sentido, con el MAP nos encaminamos en esa dirección; de hecho, eso nos motiva mucho. Uno de los logros en



Un elemento fundamental para implementar el MAP es el uso de herramientas, como las trampas con feromonas, cromáticas, de luz o con atrayentes alimenticios.

**“Queremos hacer una agricultura que también garantice que las siguientes generaciones puedan continuar produciendo. Con el MAP nos encaminamos en esa dirección”.**



cambiar las cosas es la reducción del número de aplicaciones de plaguicidas; en un lugar donde se hacían de siete a ocho aplicaciones, reducirlas a tres es un logro muy importante.

Hay lugares donde hacían dos o tres aplicaciones y ahora ya no se hace ninguna. Eso es caminar hacia la sostenibilidad, y lo estamos logrando con el MAP. Hay sitios en los que el trigo se produce sin aplicación de insecticida sólo porque la gente hace el muestreo y, aunque se da cuenta de que efectivamente hay pulgones que están comiéndose el trigo, no es una población que justifique el tratamiento. Esa es la contribución que está haciendo el MAP a la sostenibilidad.

**AC.-** ¿Cuáles han sido los resultados positivos de la vinculación entre el INIFAP, el CIMMYT y MasAgro?

**FB.-** Cuando en 2012 se formalizó la colaboración entre MasAgro y el INIFAP, empezamos a situar experimentos en plataformas y módulos. De algún modo, estos experimentos ya se realizaban, pero con MasAgro y los técnicos que trabajan promoviendo la estrategia en distintos lados, comenzamos a trabajar en Michoacán, con despachos como Agrodessa o Red\_Innovac; en Querétaro, con SAQ; y en Jalisco, con Assujal y Xochicentli AC.

Los ingenieros que se han capacitado en MAP replican lo aprendido con trabajo en campo y capacitación. Contamos además con un grupo de productores muy comprometidos con la estrategia, quienes incluso ya no requieren que el técnico esté con ellos para realizar acciones relacionadas con el MAP. Cada vez suman más las hectáreas de productores atendidos.

**AC.-** ¿De qué forma la experiencia de éxito del Hub Bajío permitió extender la estrategia MAP a otros hubs?



**FB.-** A raíz de la experiencia en el Hub Bajío, se extendió hacia otros hubs. Comenzamos a tener presencia en Oaxaca, Chiapas y la Península de Yucatán, donde los técnicos empezaron a adoptar esta estrategia.

Algo que influyó fue la idea de diseñar el curso de Manejo Agroecológico de Plagas. Mediante una convocatoria abierta llegan entre 20 y 25 técnicos de diferentes partes del país —todos ligados a MasAgro—, se capacitan en el tema y después regresan a sus sitios de trabajo a seguir promoviendo la estrategia. Casi en todos los lugares se está consolidando la estrategia.

**AC.-** ¿Cuáles son los pasos a seguir para continuar con la intensificación de acciones de MAP?

**FB.-** Este año estamos afinando el convenio de colaboración. Buscamos vincularnos más con los hubs de otros lados, como Valles Altos, que es el que tenemos acá. Estamos tratando de dar capacitaciones, recorridos en campo y pláticas con los técnicos que son colaboradores de los hubs. Obviamente, les otorgamos el material técnico del trabajo que pueden realizar. Queremos, en la medida de lo posible, brindar un acompañamiento a lo que vayan realizando en campo.

Hemos avanzado mucho, pero incluso en los lugares en los que más hemos avanzado, todavía falta trabajo por hacer, tenemos que afinar las estrategias. Por ejemplo, hay mucha gente que utiliza trampas con feromonas en distintas partes del país; sin embargo, cuando yo reviso cómo lo están haciendo, todavía detecto algunas deficiencias, como el hecho de que no se colocan exactamente cuando está germinando el maíz. Los resultados que hemos obtenido muestran que es clave colocarlas en ese momento. Cada día que pasa después de que nació o emergió el maíz es un día perdido, por muy buena que

sea la trampa. Si dejamos pasar 10 o 15 días, las palomillas ya habrán estado poniendo huevecillos; aunque la trampa funcione muy bien, ya tenemos un problema. Eso lo he detectado en varios lugares.

Un argumento que dan los productores es que no pueden conseguir las feromonas tan fácilmente. El problema es que las consiguen cuando ya las deben utilizar, por eso se insiste en que las busquen desde diciembre o enero, y se recomienda guardarlas en el refrigerador para tenerlas listas en mayo.

**AC.-** ¿Cuál ha sido el reto más grande durante este tiempo de colaboración?

**FB.-** Hacer que la gente aplique en el campo lo que platicamos en el salón. El MAP, a diferencia del manejo convencional, requiere que estudiemos. En el MAP es muy importante conocer, por ejemplo, el nombre científico de los insectos; en el control químico no lo es, sólo se trata de aplicar un veneno y matar todo. Es ahí donde he visto que se frenan un poco las cosas. La gente aprende, se capacita, y a la hora de hacer las cosas en el campo, no es tanto como nosotros quisiéramos que fuera. Eso ha frenado o dificultado un poco más que se dé.

Antes nos faltaba mucha más gente capacitada. Ahora ya podemos presumir que tenemos gente preparada en MAP en varias partes del país: Chiapas, Guanajuato, Oaxaca y Michoacán. Va creciendo una red y ya no es necesario que yo esté en todos los lugares. Más gente va impulsando la estrategia y va cuidando que se le dé seguimiento como debe ser.

**AC.-** ¿Quiénes son los principales beneficiarios de la estrategia de MAP?

**FB.-** La colaboración entre el INIFAP y el CIMMYT, en el contexto de MasAgro, nos ha permitido echar a andar con buenos resultados

una estrategia de manejo de plagas diferente. Vamos por muy buen camino, cambiando en muchos lugares algunas cosas que se hacían de otra forma. ¿Qué va a pasar con eso? Para el productor es muy importante el hecho de que con el MAP empiezan a bajar los costos de producción. Ahora le cuesta menos manejar plagas. Para la sociedad también es importante que estemos aplicando menos agroquímicos, porque eso impacta mucho en el ambiente y en los trabajadores agrícolas.

Esta alianza nos va a dar ese tipo de resultados que son en beneficio del país, no son sólo del productor que está trabajando en una parcela, sino también de los consumidores, porque podemos comer alimentos más sanos. Son, además, en beneficio de la naturaleza, porque respetamos más el ambiente al hacer una agricultura menos agresiva; eso nos va a permitir tener un panorama distinto.

**AC.-** ¿Cómo vincular la estrategia MAP con la **Agricultura de Conservación**?

**FB.-** La estrategia Manejo Agroecológico de Plagas, como he comentado, es parte de un manejo diferente de los cultivos; eso fue lo que hizo que compagináramos muy bien el CIMMYT y el INIFAP, porque la **Agricultura de Conservación** se promovía con MasAgro. No es suficiente que únicamente se dejen de mover el suelo y se mantengan los residuos. Hay diversos factores que tienen que ver con la AC, como la fertilidad, pero el manejo de plagas también forma parte modular de ella. Por esto, la visión debe ser amplia. Si estamos haciendo conservación de suelos, dejando residuos, dejando la dependencia a fertilizantes químicos o usando otro tipo de fuentes, también el manejo de plagas tiene que ser parte de ese esquema de cambio. Es por eso que el reto principal siempre ha sido reducir al máximo el uso de plaguicidas.✿

# Extractos vegetales para el manejo de insectos plaga

## *Tagetes patula* y *Tagetes erecta*

Por: Emma Castolo-Calderón<sup>1</sup>, Fernando Bahena<sup>2</sup>, Helios Escobedo-Cruz<sup>1</sup> y Celeste Alvarado-Alonso<sup>1</sup>.



Las raíces, tallos, hojas e inflorescencias pueden emplearse para repeler o matar insectos.

**Los plaguicidas químicos se han convertido en la forma predominante del control de plagas en el campo y la ciudad gracias a la expansión e influencia de la industria química, lo que ha causado serios problemas a la salud y el ambiente (Bejarano, 2017). Según la FAO (2015), la homogeneización cultural de la agricultura moderna en nuestro país genera las condiciones para que los plaguicidas químicos se conviertan en la forma preponderante para el control de plagas.**

Un estudio realizado por la Red de Acción sobre Plaguicidas y Alternativas en México en 2017 explica que 30% de los plaguicidas que se comercializan en el país están prohibidos en otras naciones por ser altamente peligrosos para la salud pública y ambiental. Y advierte que la gente no solamente está expuesta en el campo de agricultura, sino también en las viviendas.

En nuestro país 90% de los productores depende de este tipo de insumos para su producción, lo que equivale a 36,280.18 toneladas

aplicadas (4.55 t por cada 1,000 ha) por ciclo agrícola (Arellano y Rendón, 2016). De los plaguicidas aplicados, sólo 0.1% del producto llega a la plaga, mientras que el resto circula por el ambiente, posiblemente contaminando el suelo, el agua y la biota (Torres y Capote, 2004).

Las aplicaciones de insecticidas sintéticos, algunos de los cuales son económicos, tienden al control masivo de plagas y facilitan el trabajo del productor; sin embargo, los insectos expuestos a éstos

<sup>1</sup>Red\_InnovAC, <sup>2</sup>Campo Experimental Uruapan del INIFAP.

desarrollan capacidades preadaptativas con genes de resistencia (habilidad para tolerar dosis altas de tóxicos) como parte de la adaptación biológica natural. Lo anterior se convierte en uno de los principales problemas para la agricultura. Otras consecuencias son los riesgos para la salud de las personas y la fauna que mantiene el equilibrio natural del agroecosistema.

Actualmente, existe la tendencia a cambiar las estrategias del manejo de plagas por alternativas que tengan menor impacto en la salud de la gente, el ambiente y la eliminación de los organismos benéficos. El Manejo Agroecológico de Plagas (MAP) es una estrategia que trata de atender las causas de las plagas y favorece las condiciones para que parasitoides y depredadores puedan realizar mejor su función. En las estrategias agroecológicas se plantea la sustitución de los plaguicidas altamente peligrosos por productos de menor impacto ambiental; el uso de extractos naturales de plantas ha sido una alternativa con resultados satisfactorios, considerando plantas nativas y de amplia presencia local como candidatas para ser usadas.

## EL USO DE EXTRACTOS VEGETALES

La sociedad demanda obtener productos ecológicos, sanos, inocuos y orgánicos que no contaminen el ambiente, lo que presiona al productor para utilizar métodos alternativos y biorracionales, sin el uso de plaguicidas organosintéticos. Las plantas emiten una gran cantidad de compuestos químicos que afectan el comportamiento de los herbívoros, la respuesta del receptor a éstos puede ser positiva o negativa (atrayente o repelente) para la alimentación, la oviposición y el refugio (Rodríguez, 2004).

Las propiedades de las plantas dependen del tipo de extracción y de los disolventes utilizados: los tés son usados para cortezas y semillas

a temperaturas de ebullición, caso contrario de las infusiones —que no deben rebasar los 80 °C, pues pueden perder 50% de sus propiedades—; los macerados son extracciones en agua, alcohol etílico o aceite vegetal, si hablamos de agricultura orgánica (dietil éter, diclorometano, etanol y acetona para una agricultura integral); y los fermentados y las cenizas de plantas, que actúan como desecantes sobre insectos de cuerpo blando. Estas sustancias se clasifican como moléculas orgánicas.

**La extracción es un proceso de separación de una o más sustancias presentes en las plantas. Se pueden separar en disolventes como alcohol etílico, agua y aceite vegetal. (Zayas y López-Olguín, 2005).**

La mayoría de las especies de plantas que se utilizan exhibe un efecto insectistático más que insecticida, es decir, inhiben el desarrollo normal de los insectos. Esto lo pueden hacer de varias maneras, como reguladores del crecimiento, inhibidores de la alimentación, repelentes y control de enfermedades (Rodríguez, 2005).

## CEMPOALXÓCHITL (*TAGETES ERECTA* Y *TAGETES PATULA*)

El género *Tagetes* se compone de alrededor de 55 especies, la mayoría de las cuales se localiza en México (Turner y Nesom, 1993), y pertenece a la familia Asteraceae. La flor de cempoalxóchitl o cempasúchil se emplea desde épocas prehispánicas para la ceremonia del Día de Muertos en nuestro país. Estas plantas tienen gran importancia industrial y médica, así como ornamental y en la agricultura (Barrera, et al., 2009).

### Algunas características de las plantas insecticidas

- Olor
- Amargosidad
- Irritación al tacto
- Toxicidad
- Jabonosidad (como la familia *Sapindaceae*,
- de las que se pueden extraer las saponinas)

### Algunas plantas con propiedades inhibitorias de crecimiento, oviposición y alimentación

- Derris (rotenona)
  - Flores del piretro (piretrinas)
  - Tabaco (nicotina)
  - Árbol del nim (azadiractina)
- (Fuente: Zayas y López-Olguín, 2005.)



Flor de piretro.



Hojas de nim.

Químicamente está conformada por xantofilos, carbono, lianol, ocimeno, dextro-limoneno, palmitato y miristato de xantófila. Sus propiedades son insecticidas, nematocidas, larvicidas, atrayentes o repelentes de insectos, y sirve como abono verde y barrera contra plagas. La parte con más propiedades es la raíz. Sus compuestos activos son a base de aceites esenciales (camazuleno; alfa-bisabolol; óxidos de bisabolol A, B y C; y óxido de bisabolona), flavonoides (luteolol, apigenol y quercetol), cumarinas (umbeliferona y herniaria), mucilagos urónicos, lactonas sesquiterpénicas o principios amargos (matricina, matricarina y precursoras del camazuleno), piretros y sales minerales (Pérez, 2016).

Las plantas de cempoalxóchitl pueden utilizarse de diferentes maneras: abonos orgánicos para control de nematodos, extractos acuosos y polvos de diferentes partes de la planta (raíces, tallos, hojas, inflorescencias o toda la planta) para repeler o matar insectos y para granos almacenados. (Rincón, et al., 2012).

### Dos métodos simplificados para elaborar extracto de cempoalxóchitl

Para el control de mosquita blanca:

- Macerar o moler 1 kg de flor en 15 L de agua (dosis por hectárea).
- Colar la preparación y aplicar al instante sobre el follaje.

Para el control de nematodos en suelo:

- Macerar o machacar 5 kg de hojas y tallos de flor en 5 L de agua.
  - Dejar reposar la mezcla durante 5 horas y agregar 55 L de agua.
  - Aplicar directamente al suelo.
- (Fuente: Cesáreo Rodríguez, profesor investigador del Colegio de Postgraduados)



Flor de muerto o cempoalxóchitl (*Tagetes* spp.), planta con propiedades insecticidas de uso vegetal.



Extractos contra plagas a base de flor de cempoalxóchitl.



Evento demostrativo sobre la elaboración de insecticidas vegetales usando cempoalxóchitl en Sevina, Nahuatzen, Michoacán. 22 de noviembre de 2017.

El éxito de un extracto vegetal dependerá de factores como monitoreos constantes, detección de la plaga de acuerdo con el umbral de daño económico, preparación, almacenamiento, vida de anaquel, dosis por hectárea, limpieza del material y equipo de aplicación, momento de la aplicación (fotosensible) y etapa del ciclo biológico de la plaga, entre otros. La disponibilidad de esta planta en Michoacán permite realizar acciones de preparación y aplicación del extracto para el manejo de plagas.

El modo de acción de estas alternativas es más lento, pero será

visible con el paso de los días. Su objetivo es igualar el potencial de un químico sintético; sin embargo, su naturaleza le permitirá reducir la población plaga en la parcela durante los primeros estadios larvales o ninfales del insecto. Igual que los químicos, pueden generar resistencia en los insectos, por lo que se recomienda evitar las mezclas entre plantas y hacer rotaciones con distintos extractos durante el ciclo.

De acuerdo con la región, se recomienda hacer un sondeo entre la población para detectar plantas con propiedades insecticidas o insectistáticas y un monitoreo en parcelas, bordos, canales, brechas, montes, etcétera, con el objetivo de encontrar alguna planta representativa y abundante en la zona. ❁

### Bibliografía

- Arellano, O. y Rendón, J. (2016). *La huella de los plaguicidas en México*. México: Greenpeace. Recuperado de [http://m.greenpeace.org/mexico/Global/mexico/Graficos/2016/comida-sana/Plaguicidas\\_en\\_agua\\_ok\\_EM.pdf](http://m.greenpeace.org/mexico/Global/mexico/Graficos/2016/comida-sana/Plaguicidas_en_agua_ok_EM.pdf)
- Barrera, L., Hung, B., Botta, A., Hernández, E., González, M. y Aguilar, B. (2009). Caracterización física y tamizaje fitoquímico de la especie *Tagetes erecta* Lin. *Revista Cubana de Química*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/4435/443543717002.pdf>
- Bejarano, F. (2017). *Los plaguicidas altamente peligrosos en México*. México: Gama.
- fao. (2015). *Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos*. México. Depósito de documentos de la fao. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/W2598S/W2598s06.htm>
- Pérez, J. (2016). *Insecticidas vegetales*. México: Universidad de Guadalajara.
- Red de Acción sobre Plaguicidas y Alternativas en México. (2017). *Plaguicidas*. México: rapam. Recuperado de <http://www.rapam.org/plaguicidas-2/>
- Rincón, G., Quiñones, E., Serrato, M. y Qui, J. (2012). *Efectividad Biológica de extractos de Tagetes spp sobre bacterias fitopatógenas*. México: ciatej.
- Rodríguez, C. (2004). *Ciencias ambientales y agricultura*. México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Rodríguez, C. (2005). *Plantas contra plagas 2: epazote, hierba de la cucaracha, paraíso, higuierilla y sabadilla*. México: rapam.
- Torres, D. y Capote, T. (2004). Agroquímicos un problema ambiental global: uso del análisis químico como herramienta para el monitoreo ambiental. *Ecosistemas*, 13(3). México. Recuperado de <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/201/0>
- Turner, B. y Nesom, L. (1993). Biogeography, diversity, and endangered or threatened status of Mexican Asteraceae. En T. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.). *Biological diversity of Mexico: origins and distribution* (pp. 559-575). New York: Oxford University Press.

# Hongos entomopatógenos y antagonistas

## Alternativa para el Manejo Agroecológico de Plagas y Enfermedades

Por: Miguel B. Nájera Rincón, INIFAP<sup>1</sup>.

En el ámbito mundial, se ha destacado la importancia de los hongos entomopatógenos y antagonistas como una alternativa viable para el manejo de diferentes especies de insectos plaga y enfermedades en diversos cultivos (Jackson y Glare, 1992; Lecuona, 1996; Samuels y Hebbar, 2015). El uso de estos microbios debe fundamentarse en un conocimiento profundo de la especie de insecto plaga, la enfermedad, el patógeno o antagonista y el ambiente. La selección de cepas virulentas y persistentes, así como su producción y formulación bajo criterios de calidad y eficiencia, es la base para sustentar un programa exitoso orientado al control microbiano de insectos (Strasser, 2004) y enfermedades.

En la actualidad, cada vez es más frecuente la utilización de agentes de control microbiano en sistemas de Manejo Agroecológico de Plagas (MAP) como una alternativa al uso de plaguicidas químicos de amplio espectro (Inglis, *et al.*, 2001; Lacey, *et al.*, 2001; Nájera-Rincón, Jackson y López-Mora *et al.*, 2006), ya que, por ejemplo, en el caso de los hongos

entomopatógenos, no se han registrado riesgos por su producción y aplicación debido a la especificidad de los hospederos y la baja cantidad de metabolitos secundarios, entre los que destacan destruxinas, efrapeptinas, beauvericinas y beauverioidas (Strasser, *et al.*, 2000). Además de su eficacia en el manejo de plagas y enfermedades, se ha identificado que la aplicación de agentes de control microbiano incluye una gran cantidad de ventajas, como la reducción de residuos tóxicos en los alimentos, el incremento en la conservación de enemigos naturales y biodiversidad en los agroecosistemas y la eliminación de riesgos por intoxicación por la aplicación de plaguicidas sintéticos a productos agrícolas o el consumo de éstos.

En este sentido, la búsqueda, selección, producción, formulación, evaluación y determinación de interacciones inter e intraespecíficas y ambientales de los hongos entomopatógenos y antagonistas serán elementos que fundamenten el éxito del control microbiano y apoyen su aceptación entre los productores y el público en general. (Jaques, 1983; Fuxa, 1987; Roy y Pell, 2000).

### ¿CÓMO ACTÚAN?

Los hongos entomopatógenos presentan un mecanismo de acción característico que los diferencia de otros grupos de patógenos de insectos, ya que penetran el cuerpo del insecto por el tegumento (superficie externa), así como por orificios naturales como la boca, el ano y los estigmas respiratorios. Las etapas de infección de los hongos entomopatógenos, en forma resumida, son:

- 1. Adhesión al tegumento.** Los conidios (esporas asexuales) del hongo se unen a la cutícula (epidermis) del insecto, en particular, en las regiones ubicadas entre los segmentos del cuerpo, las cuales presentan una composición y estructura más susceptibles.
- 2. Germinación del conidio.** El conidio germina originando uno o varios tubos germinativos, en cuyo extremo se observa un apresorio, el cual podría tener la función de debilitar la cutícula en los puntos de contacto o simplemente ser una transición hacia la formación de una estaquilla de penetración.
- 3. Penetración al hemocele (cavidad general del cuerpo).** Este proceso se da como resultado de la degradación de la cutícula por la acción de enzimas y la presión mecánica ejercida por el tubo germinativo. La penetración depende de una gran cantidad de factores, como la etapa de desarrollo del insecto, la

<sup>1</sup> Investigador titular del Campo Experimental Uruapan (INIFAP), especialista en Patología y Control Microbiano de Insectos e investigador invitado del Laboratorio de Agroecología (IIES-UNAM).

presencia de sustancias antifúngicas, las reacciones de defensa del insecto frente a un cuerpo extraño y el sistema inmunológico del insecto.

**4. Multiplicación en el interior del insecto.** Se efectúa mediante el desarrollo de blastosporas (células parecidas a las levaduras) y protoplastos (elementos sin pared celular y de forma irregular) que no son reconocidos por el sistema inmune del insecto, la producción de toxinas, la destrucción de los tejidos internos y la presencia de deficiencias nutricionales en el hospedero.

**5. Muerte del insecto.** Después del crecimiento del hongo en el hemocele del insecto, se producen convulsiones, carencia de coordinación, supresión de la alimentación, reducción del movimiento, estado letárgico y, finalmente, la muerte. Durante esta fase, el hongo produce sustancias antibacterianas que pueden alterar la coloración del cadáver y evitan su descomposición y mal olor.

**6. Colonización.** Con la muerte del insecto termina el desarrollo patogénico del hongo y empieza la fase saprofítica, es decir, el hongo crece en el interior del cuerpo del hospedero formando masas de micelio (filamentos) que salen del cuerpo, esporulan (forman esporas) sobre el cadáver y producen inóculo para infectar a otros insectos, diseminando la enfermedad (Cañedo y Ames, 2004; Carballo, Hidalgo y Rodríguez, 2004).



Figura 1. Hongo entomopatógeno *Beauveria* sp. infectando a un ectoparásito de *Phyllophaga*.

**En las primeras fases de la enfermedad, los síntomas que presentan los insectos infectados por hongos entomopatógenos son muy escasos o nulos. En ocasiones, pueden apreciarse algunas manchas necróticas (de tejido muerto) en la superficie del cuerpo como resultado de la penetración o invasión del hongo.**

El hongo antagonista *Trichoderma*, que es también un habitante natural del suelo, se caracteriza por un comportamiento saprófito o parásito y se considera un colonizador secundario debido a su frecuente aislamiento a partir de materia orgánica en descomposición.

También puede aislarse en la parte aérea de las plantas, pero, sobre todo, en la superficie y el interior de las raíces y como parásito de diferentes hongos patógenos que ocasionan enfermedades en varios cultivos. No es fácil determinar con precisión los mecanismos que intervienen en las interacciones entre los antagonistas y los patógenos sobre la planta. En general, los antagonistas no tienen un mecanismo de acción único (Senasa, 2009); sin embargo, destacan:

- 1. Antagonismo** (evita la acción, presencia o supervivencia de otro organismo)
- 2. Competencia** por diversos tipos de recursos
- 3. Antibiosis** (proceso en que los productos metabólicos de un organismo inhiben directamente o matan a otro organismo)
- 4. Micoparasitismo** (parasitismo de un hongo que funciona como hospedero de otro hongo que funciona como micoparásito)
- 5. Inducción de resistencia** (plantas hospederas tratadas con el agente biocontrolador que provoca una respuesta defensiva, tanto en las raíces como en las hojas)

## AVANCES DE INVESTIGACIÓN

Como una alternativa al modelo de producción basado en el uso indiscriminado de insecticidas químicos, en el laboratorio de Patología y Control Microbiano de Insectos del Campo Experimental Uruapan (INIFAP) y el laboratorio de Agroecología del Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES-UNAM) se han desarrollado diversos proyectos de investigación y transferencia de tecnología, así como la capacitación a productores y técnicos orientados al Manejo Agroecológico de Plagas (MAP), con énfasis en el manejo de hongos entomopatógenos y antagonistas. El análisis y diseño de los sistemas de producción agrícola, también conocidos como agroecosistemas, desempeñan un papel fundamental, por lo que es necesario incorporar la racionalidad ecológica a la producción agrícola, con el objetivo de efectuar ajustes importantes en la agricultura convencional para hacerla viable y compatible con el ambiente, la sociedad y la economía. Es decir, se plantea un modelo de producción agrícola que proporcione rendimientos sostenidos a largo plazo mediante el uso de tecnologías que integren los componentes locales en forma tal que se incremente la eficiencia biológica del sistema; como ejemplo, se puede mencionar la [Agricultura de Conservación](#).

Como resultado de las actividades llevadas a cabo, se cuenta con aislados nativos de hongos entomopatógenos (*Beauveria*, *Metarhizium*, *Nomuraea* e *Isaria*) y antagonistas (*Trichoderma*), obtenidos directamente de varias especies de insectos y muestras de suelo de agroecosistemas de maíz ubicados en diversas localidades de Michoacán, Guanajuato y Estado de México. El objetivo de las investigaciones ha sido la búsqueda, el aislamiento, la identificación, la evaluación y la selección de aislados nativos que tengan potencial como agentes de control biológico (figura 2). El aislamiento de

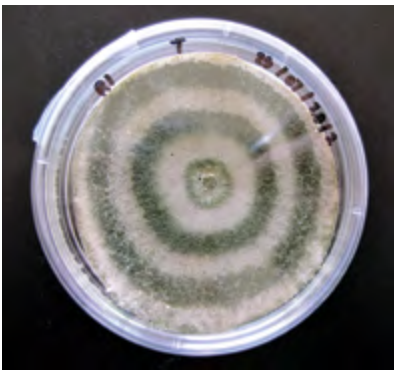


Figura 2. Aislado nativo de *Trichoderma*.



Figura 3. Selección de aislados en laboratorio.

estos agentes de control biológico se realiza mediante la siembra directa de esporas en medio del cultivo, y su identificación, a través de la caracterización macroscópica de la colonia y el reconocimiento microscópico de las estructuras de los hongos con el apoyo de claves taxonómicas (Samson, Evans & Latge, 1988; Samuels and Hebbar, 2015). La evaluación de la virulencia y el antagonismo de los aislados bajo condiciones de laboratorio se efectúa mediante bioensayos de "prueba máxima" (Milner, 1992), prueba de confrontación (Krauss, Hidalgo, Arroyo and Piper, 2004) y dosificaciones controladas (figura 3). Para las pruebas de campo, los aislados promisorios se han producido en procesos de fermentación líquida y sólida.

Por otra parte, se dispone de la tecnología para la producción de hongos entomopatógenos y antagonistas a diferentes escalas. La generación de conocimientos básicos y el desarrollo tecnológico han permitido capacitar a diversos grupos de productores y técnicos para la

producción y formulación de estos agentes de control microbiano en el ámbito nacional y el diseño y la implementación de biofábricas con impacto local y regional (figura 4). \*



Figura 4. Diseño y puesta en marcha de biofábrica.

## Referencias

- Cañedo, V. y Ames, T. (2004). *Manual de laboratorio para el manejo de hongos entomopatógenos*. Lima, Perú: Centro Internacional de la Papa (cip).
- Carballo, M., Hidalgo, E. y Rodríguez, A. (2004). Control biológico de insectos mediante hongos entomopatógenos. En M. Carballo y F. Guaharay (Eds.), *Control biológico de plagas agrícolas* (pp. 34-58). Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (catie).
- Fuxa, J. R. (1987). Ecological considerations for the use of entomopathogens in IPM. *Annual Review of Entomology*, 32, 225-251.
- Glare, T. R. (1992). Fungal pathogens of scarabs. En T. A. Jackson & T. Glare (Eds.), *Use of pathogens in scarab pest management* (pp. 63-78). Andover, England: Intercept.
- Gómez, H., Zapata, A., Torres, E. y Tenorio, M. (2009). *Manual de producción y uso de hongos antagonistas*. Lima, Perú: Servicio Nacional de Sanidad Agraria.
- Inglis, G. D., Goettel, M. S., Butt, T. M. and Strasser, H. (2001). Use of Hyphomycetous Fungi for Managing Insect Pests. En T. M. Butt, C. W. Jackson & N. Magan (Eds.), *Fungi as Biocontrol Agents: Progress, Problems and Potential* (pp. 23-69). Wallingford, UK: cabi Publishing.
- Jackson, T. & Glare, T. (1992). *Use of pathogens in scarab pest management*. Andover, England: Intercept.
- Jacques, R. P. (1983). *The potential of pathogens for pest control. Agriculture, Ecosystems and Environment*, 10, 101-126.
- Krauss, U., Hidalgo, E., Arroyo, C. and Piper, S. R. (2004). Interactions between the entomopathogens *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* and *Paecilomyces fumosoroseus* and the mycoparasites *Clonostachys* spp., *Trichoderma harzianum* and *Lecanicillium lecanii*. *Biocontrol Science and Technology*, 14(4), 331-346.
- Lacey, L. A., Frutos, R., Kaya, H. and Vails, P. (2001). Insect Pathogens as Biological Control Agents: Do They Have a Future?. *Biological Control*, 21, 230-248.
- Lecuona, R. (1996). *Microorganismos patógenos empleados en el control microbiano de insectos plaga*. Buenos Aires, Argentina.
- Milner, R. J. (1992). Selection and characterization of strains of *Metarhizium anisopliae* for control of soil insects in Australia. En C. J. Lomer and C. Pior (Eds.), *Biological Control of Locusts and Grasshoppers*. UK: CAB International.
- Nájera-Rincón, M. B., Jackson, T. A. y López-Mora, J. D. (2006). Hongos entomopatógenos para el control de *Phyllophaga vetula* (Horn) (Coleóptera: Melolonthidae) en cultivos de maíz en Zacapu, Michoacán, México. En A. E. Castro-Ramírez, M. A. Morón y A. Aragón (Eds.), *Importancia y manejo de escarabajos edafícolas* (pp. 241-262). México: El Colegio de la Frontera Sur; la Fundación produce Chiapas, AC; y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. ISBN: 970-9712-30-6.
- Roy, H. E. & Pell, J. K. (2000). Interactions between entomopathogenic fungi and other natural enemies: Implications for biological control. *Biocontrol Science and Technology*, 10(6), 737-752.
- Samson, R., Evans, H. & Latge, J. P. (1988). *Atlas of Entomopathogenic Fungi*. Netherlands: Springer-Verlag.
- Samuels, G. J. & Hebbar, P. K. (2015). *Trichoderma: Identification and Agricultural Applications*. USA: American Phytopathological Society.
- Strasser, H. (2004). *Biocontrol of important soil-dwelling pests by improving the efficacy of insect pathogenic fungi*. *Laimburg Journal*, 1(2), 236-241.
- Strasser, H., Vey, A. and Butt, T. M. (2000). Are there risks in using entomopathogenic fungi for pest control, with particular reference to the bioactive metabolites of *Metarhizium*, *Tolyocladium* and *Beauveria* species? *Biocontrol Science and Technology*, 10, 717-735.

# Nuevo laboratorio para el cultivo de hongos entomopatógenos

## Resultado tangible del curso MAP II del Hub Bajío en Zacatecas

Por: Francisco Alarcón, CIMMYT.

En la comunidad Álvaro Obregón, en el estado de Zacatecas, la bióloga Magda Karina Bravo, Raquel López y Carlos Manuel, Jessica y Ángel Bravo se encuentran en proceso de desarrollo de un modelo de negocio que se orienta al cultivo de hongos entomopatógenos para el Manejo Agroecológico de Plagas (MAP). La idea surgió gracias a la intervención del ingeniero Jorge Alberto Acevedo, colaborador MasAgro en el estado de Zacatecas, quien es también técnico certificado en Agricultura Sustentable por el CIMMYT y creador de la Escuela de Agricultura de Conservación Álvaro Obregón, en donde ha logrado compartir con sus estudiantes los conocimientos adquiridos durante el curso MAP II del Hub Bajío (impartido por investigadores del CIMMYT y el INIFAP en 2017).

Las enseñanzas del ingeniero permitieron a los estudiantes detectar la necesidad de emprender un negocio que permita disminuir la aplicación de plaguicidas, reducir costos para el manejo de plagas y contribuir a generar alimentos de forma más sustentable. Luego de identificar el potencial de los hongos entomopatógenos, y motivados por lo aprendido, decidieron comercializarlos en su comunidad y en la región.

La transferencia de conocimientos en MAP hoy es efectiva e, incluso, se ha consolidado como un modelo de negocio que generará ingresos para la familia Bravo. Además, contribuirá a la conservación del ambiente, ya que los hongos entomopatógenos

son una estrategia para disminuir el uso de plaguicidas de alto impacto; son una alternativa dentro del Manejo Agroecológico de Plagas.

Es así como la estrategia MAP en Zacatecas empieza a cobrar fuerza y se identifica como una de las tecnologías que se aplicarán en mayor medida para cultivo y almacenamiento de granos (frijol y maíz, principalmente) durante los siguientes ciclos.\*



La bióloga Magda Karina Bravo y Carlos Bravo desempacan los microscopios y demás material que emplearán para el cultivo de hongos entomopatógenos.



# Plantas que favorecen la biodiversidad funcional en el agroecosistema

Por: Helios Escobedo-Cruz<sup>1</sup>, Fernando Bahena Juárez<sup>2</sup> y Celeste Alvarado Alonso<sup>1</sup>.

En los últimos años, la población de insectos plaga ha ido en aumento en diferentes cultivos a escala global; en la mayoría de los casos se atribuye a la descompensación del ecosistema, ya que se logra un desequilibrio entre las interacciones bióticas, en las cuales existen organismos que pueden verse beneficiados, perjudicados o no afectados, dependiendo del contexto en el que ocurran (del Val y Boege, 2012). En 1973 Watt concluyó que la comunidad de organismos benéficos se vuelve más compleja cuando incluye un gran número de diferentes tipos de organismos, hay más interacciones entre ellos y aumenta la intensidad de éstas, pudiendo variar las actividades que favorezcan los intereses requeridos dentro de las interacciones. Conforme se incrementa la diversidad, aumentan las oportunidades de coexistencia e interferencia beneficiosa entre especies que pueden mejorar la sostenibilidad del ecosistema (Altieri y Nicholls, 2010).

La prevalencia del monocultivo ha generado importantes problemas dentro de los ecosistemas, devastando gran cantidad de especies vegetales para favorecer intereses económicos, sin tomar en cuenta el bienestar del ambiente o el ser humano. De acuerdo con Danell y Bergström, para dar relevancia global a la herbivoría es importante considerar que 26% de la biodiversidad del planeta está representada por insectos herbívoros y cerca de 0.1% está constituido por vertebrados herbívoros, y si se considera que 22% a escala mundial son

plantas, tendremos que la interacción planta-herbívoro involucra 50% de la biodiversidad del planeta (del Val, 2012). Es de suma importancia el nivel de interacciones que se llega a tener, ya que, de no haberlo, podría afectar directamente la existencia y la supervivencia de las sociedades humanas, pues muchas de estas relaciones entre especies están vinculadas con los servicios ecosistémicos, tales como la polinización de cultivos y el control biológico de plagas y enfermedades.

El ser humano ha actuado indirectamente con muchas especies al alterar o destruir sus hábitats, reducir los recursos de los que disponen o exterminarlas directamente mediante el uso indiscriminado de pesticidas. Estas acciones pueden repercutir no sólo en la disminución de especies, sino también en el exterminio de otros organismos donde se desarrollan cadenas tróficas, extinguiendo los procesos ecológicos, lo que afecta dichas cadenas disminuyendo el alimento para diversos organismos que juegan un papel preponderante dentro del control de plagas-parasitoides, depredadores que se alimentan de néctar y polen. Por lo que, en la actualidad se busca revertir las acciones negativas a través de la implementación de tecnologías innovadoras con enfoque agroecológico, para fomentar e incrementar la biodiversidad funcional, lo que dará paso a la reestructuración del hábitat natural de organismos que interactúan de manera directa en los procesos de producción.



Figura 1. Inflorescencias que favorecen la fauna benéfica suministrando néctar, polen y protección.

<sup>1</sup> Red\_Innovac, sc. <sup>2</sup> INIFAP, Campo Experimental Uruapan, Mich.

El monocultivo favorece el desarrollo de las plagas y el detrimento de los cultivos asociados o sistema milpa, como se le conoce coloquialmente, con la implementación de paquetes tecnológicos que incluyen la aplicación de fertilizantes químicos y agrotóxicos, entre otros, así como el uso de materiales mejorados (híbridos y variedades), dejando sólo aquellos de valor comercial.

En el Hub Bajío se busca implementar, dentro de plataformas y módulos establecidos en el estado de Michoacán, la preservación de especies vegetales que favorezcan dicha funcionalidad, disminuyendo la aplicación de herbicidas en aquellos lugares donde no sea necesaria; conservando especies en bordos, callejones, caminos y, de ser posible, en la zona perimetral de los predios; y preservando especies nativas, en algunos casos denominadas malezas. Para realizar dicha acción, se deben buscar especies que se intercalen en los cultivos, haciendo una función de relevo donde se puedan suprimir especies de bajo potencial necarífero nocivas para el cultivo, como algunas gramíneas, e identificar especies locales que favorezcan o sean benéficas para los agentes bióticos.

Los estudios llevados a cabo durante los últimos treinta años concuerdan en que la manipulación de malas hierbas específicas, una práctica particular de control de malezas o un sistema de cultivo enmalezado pueden afectar la ecología de las plagas de insectos y de los enemigos naturales asociados (Altieri y Nicholls, 2010). Tomando en cuenta la importancia de la biodiversidad, se pretende transferir conocimiento imprescindible sobre la

Actualmente, se ha podido identificar de manera local

## EBO, JANAMARGO o VEZA

Existen plantas cultivadas como alimento para ganado que son importantes dentro del manejo agroecológico, como **ebo, janamargo o veza (*Vicia sativa*)**, planta que puede ser cultivada sola o en asociación con cereales forrajeros, y que, por ser leguminosa, también fija nitrógeno al suelo, lo que favorece su nutrición y mejoramiento.

Así como ella, tenemos **la canola (*Brassica napus*)**, especie utilizada como alimento de ganado que, por su riqueza en aceites, es indispensable en la alimentación humana y producción de biodiésel.



En el mundo existen más de 75,000  
aportan 90% de los alimentos  
arroz proveen más de la



## FAMILIA FABACEAE (LEGUMINOSA)

Algunas del género ***Lupinus spp.***, de las cuales se conocen —aproximadamente— entre 120 y 200 especies naturales que, además de tener inflorescencias atractivas para los artrópodos, son de **la familia Fabaceae (leguminosae)**, las cuales aportan fijación de nitrógeno al suelo, haciendo más completo e interesante su uso mediante un trabajo de mejoramiento y nutrición a los cultivos establecidos.

algunas plantas que cumplen con la visión holística, tal es el caso de especies como:

## FAMILIA *COMPOSITAE*

Jara o jarilla blanca (*Barkleyanthus salicifolius*), de la familia *Compositae*, que puede ser atractiva para algunos insectos plaga, como es el caso de *Macroductylus mexicanus*. Se puede utilizar como planta trampa, ya que sus inflorescencias resultan favorables para insectos benéficos como parasitoides, depredadores y polinizadores.

Las partes de esta planta presentan diferentes propiedades químicas: en las ramas se han identificado dos sesquiterpenos derivados del furano eremofilano (el alcaloide pirrolizidina y el flavonoide quercetina) y en la raíz hay cuatro sesquiterpenos también derivados del furano eremofilano. Estos estudios se han realizado en muestras de plantas obtenidas en México, mismas que han sido utilizadas en la medicina desde tiempos inmemoriales para el tratamiento de diferentes enfermedades.



especies de plantas comestibles, de éstas, sólo 20 de ellas para toda la población. De este porcentaje, sólo maíz, trigo y mitad del alimento en el mundo (Bahena, 2008).



## FAMILIA *ASTERACEAE*

La *Tithonia diversifolia* y algunas otras del mismo género, consideradas maleza, así como de *Helianthus spp.*, con la que presenta gran similitud morfológica, pero cuya manera de producción es diferente.

La familia *Asteraceae*, se caracteriza por tener un amplio rango de adaptación y tolerar condiciones de acidez y baja fertilidad en el suelo; es, además, una especie con buena capacidad de producción de biomasa, rápido crecimiento y baja demanda de insumos y de manejo para su cultivo. Presenta características nutricionales importantes para su consideración como especie con potencial para alimentación animal (Ríos, 1997).

interacción que existe entre los seres vivos, básicamente de artrópodos y plantas que puedan favorecer el Manejo Agroecológico de Plagas, por ser fundamental para la mayoría de los insectos benéficos, ofreciendo alimento y protección, además de sus propiedades nutritivas para la ganadería, insectistáticas o de repelencia en algunos artrópodos plaga y como mejorador de suelos o barreras rompevientos, entre otras.

En la mayoría de las ocasiones llega a suceder una interacción competitiva en la que los individuos se afectan negativamente de manera simultánea, lo que repercute en las tasas de crecimiento de sus poblaciones (Gaxiola y Armesto, 2012). Entre los insectos que se identificaron morfológicamente como benéficos o enemigos naturales de las plagas están los de la familia *Coccinellidae*, teniendo entre las más comunes a la *Hippodamia convergens*, la *Cycloneda sanguinea* y la *Harmonia axyridis*. También se ha identificado gran diversidad de

moscas de las familias *Syrphidae* y *Chrysopidae*, y chinches de las familias *Reduviidae* y *Nabidae*, entre muchas especies más. Cabe señalar que este grupo está considerado como los depredadores más fáciles de visualizar, el otro grupo son los parasitoides, donde se encuentran básicamente avispas (*Ichneumonidae* y *Braconidae*) y algunas moscas (*Tachinidae* y *Sarcophagidae*).

Además de estas diferentes familias, podemos localizar insectos plaga, con lo que se tiene esa interacción que se comentaba entre la gran diversidad de especies; es de considerar la implementación de plantas donde no se encuentre esta interacción, para poder regenerar el ecosistema. Dicha actividad es parte del Manejo Agroecológico de Plagas, donde intervienen una serie de prácticas simultáneas como la disminución de insumos externos, el uso de extractos de plantas con propiedades insectistáticas y de repelencia, el manejo etológico con diferentes trampas y el uso de

productos como diatomea, jabones y aceites, entre otros que presentan acción mecánica, aunque esto implica otras labores fundamentales como el monitoreo constante; para ello es fundamental conocer la biología de los insectos y las etapas fenológicas de las plantas de interés.

Dentro de los enemigos naturales existe una gran diversidad nativa que debemos conocer, ya que realizan un trabajo indispensable en el control biológico de insectos plaga. Una de las prácticas para quienes intentan desarrollar este manejo es introducir enemigos naturales, pero pocos se dan a la tarea de preservar los ya existentes, aunque su adquisición no tiene costo económico. Algunas de las problemáticas mayores son no introducir la especie adecuada o que realmente no genere la interacción y el trabajo de control esperados. Debido a que esto nos implica un gasto de adquisición y liberación, debemos establecer especies con potencial para preservar los insectos benéficos, tratando de



Figura 2. Algunas familias de enemigos naturales identificadas en plantas de interés biótico asociado. A. Sarcophagidae. B. Chrysopidae. C. Braconidae. D. Reduviidae. E. Syrphidae. F. Coccinellidae.

evitar problemas. A continuación, se mencionan algunas de las especies vegetales de mayor importancia dentro del control biológico que hemos podido lograr en granos; se han realizado trabajos que pueden ser implementados con técnicos de gran experiencia en campo, mismos que darán información fidedigna del trabajo realizado.

Como es sabido, la cultura agrícola que se ha desarrollado en los últimos 60 años está construida con base en el uso indiscriminado de agrotóxicos, incluyendo los herbicidas para el combate de malas hierbas, desconociendo —en la mayoría de los casos— los beneficios que nos pueden brindar las plantas, por lo que es importante identificar las especies que cuentan con propiedades favorables. Con el fin de dar a conocer dichas plantas, en el cuadro 1 se muestran algunas especies con una breve descripción de los beneficios que nos aportan, para esto es fundamental conocer la biología de la planta y las interacciones dentro del ecosistema.

Poseer el conocimiento de la biología de las plantas nos permite tomar medidas adecuadas sin perturbar la biodiversidad, preservando las especies en caminos, perímetros de las unidades de producción e, incluso, intercalándolas dentro del cultivo en la siembra o de relevo esto siempre de acuerdo con la región y las costumbres. Se debe tener en mente que es imprescindible dar alojamiento y alimento a los enemigos naturales, por lo que es necesario preservar algunas especies locales, siempre y cuando sea bajo un manejo planeado y sin interferir en el desarrollo del cultivo; para ello se deben identificar las especies adecuadas al ciclo del cultivo establecido, que no interfieran o compitan dentro de las etapas críticas o de diferenciación de la producción, garantizado un proceso inocuo, sin erradicar especies vegetales. ☼

## Referencias

\_\_\_\_\_. (2009). *Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana*. Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana. Recuperado de <http://www.medicinatradicional.unam.mx/>

**Cuadro 1. Importancia de especies vegetales consideradas maleza que interactúan en la biodiversidad funcional.**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	IMPORTANCIA
Ortiga	<i>Urtica dioica</i>	<i>Urticaceae</i>	Son microhábitats que aportan polen y néctar a depredadores y parasitoides
Epazote o té	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	<i>Amaranthaceae</i>	Son microhábitats que aportan polen y néctar a parasitoides
Tanaceto	<i>Tanacetum vulgare</i>	<i>Asteraceae</i>	Favorece la disponibilidad de néctar y polen
Borraja	<i>Borago officinalis</i>	<i>Boraginaceae</i>	Además de tener distintos usos medicinales, sus inflorescencias generan néctar para los parasitoides
Sésamo bastardo	<i>Camelina sativa</i>	<i>Brassicaceae</i>	Es preferido por <i>Chrysoperla carnea</i> para oviposición
Chupa mieles o hierba azul	<i>Echium vulgare</i>	<i>Boraginaceae</i>	Es preferido por <i>Chrysoperla carnea</i> para oviposición; además de ser productora de néctar, presenta varios alcaloides tóxicos
Cañaheja	<i>Ferula communis</i>	<i>Apiaceae</i> (antes <i>Umbelliferae</i> )	Los carbohidratos del néctar son esenciales para la fecundidad y longevidad de algunos parasitoides
Correhuela	<i>Convolvulus spp.</i>	<i>Convolvulaceae</i>	Las flores son atractivas para los insectos benéficos, pero las semillas pueden tener efecto tóxico en grandes cantidades
Hierba de Santa María	<i>Polygonum spp.</i>	<i>Polygonaceae</i>	Puede llegar a ser alimento de algunos lepidópteros; da protección a insectos benéficos
Polocote o girasolillo	<i>Helianthus spp.</i>	<i>Asteraceae</i>	Atractiva para todo tipo de insectos, tanto benéficos como fitófagos; en algunas regiones son alimento de ganado

Altieri, M. A. y Nicholls, C. I. (2010). *Diseños agroecológicos para incrementar la biodiversidad de entomofauna benéfica en agroecosistemas*. Medellín, Colombia: Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología.

Bahena, J. F. (2008). Enemigos naturales de las plagas agrícolas del maíz y otros cultivos. *Libro técnico No. 5*. Uruapan, México: SAGARPA-inifap.

Boege, K. y Carmona, D. (2012). Interacciones entre múltiples especies. En *Ecología y evolución de las interacciones bióticas* (pp. 175-203). México: FCE, UNAM, IE.

Del Val, E. (2012). Herbivoría. En *Ecología y evolución de las interacciones bióticas*

(pp. 43-74). México: fce, unam, ie.

Del Val, E. y Boege, K. (2012). ¿Por qué estudiar las interacciones bióticas? En *Ecología y evolución de las interacciones bióticas* (pp. 11-13). México: fce, unam, ie.

Gaxiola, A. y Armesto, J. J. (2012). Competencia. En *Ecología y evolución de las interacciones bióticas* (pp. 15-42). México: fce, unam, ie.

Ríos, C. I. (1997). Botón de oro *Tithonia diversifolia* Hemsl. Gray. En *Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica* (pp. 115-126). Cali, Colombia: Colciencias-cipav.

Watt, K. (1973). *Principles of environmental science*. Nueva York, USA: McGraw Hill.

# MAP como parte de Acompañamiento Técnico PROAGRO Productivo



El ingeniero Pedro Alfonso Reyes Ortiz con los productores (de izquierda a derecha) Silvano Vicente Argüelles, 73 años; Aniceto Pérez Hernández, 54 años; Eusebio Alejandro Flores, 61 años; Abundio Pérez Hernández, 63 años; y Juan Vicente Candelaria, 88 años.

## VERACRUZ

El ingeniero Pedro Alfonso Reyes Ortiz es experto en Agricultura de Conservación y en la preparación de bioplaguicidas, así lo describe su coordinador del CIMMYT, el ingeniero Crisóforo Ruiz Deloya. Originario de Cautla, Morelos, su primer contacto con la tierra de cultivo fue en el estado de Guerrero, en un pueblo de la sierra, cerca de Taxco, donde pasó su infancia y sus padres cultivaban maíz, calabaza y frijol. Años más tarde, regresó a su ciudad natal y, seguro de su vocación, decidió aplicar para la Universidad

Autónoma Chapingo, de donde se graduó como ingeniero agrónomo.

En reunión con los productores de Corralillo, municipio de Tantoyuca, Veracruz, como parte de las actividades de Acompañamiento Técnico PROAGRO Productivo, los campesinos manifiestan su satisfacción porque han seguido los consejos de Pedro para elaborar diferentes productos orgánicos, con los que sus cultivos han vencido las plagas. "Aquí estamos a la buena de Dios. Nunca nos habían dado asesoría, por eso estamos muy contentos con la capacitación que nos ofrecen

este programa y el ingeniero. Ojalá no nos abandonen, porque la verdad es necesario para ir aprendiendo de ellos. Ahorramos dinero, la planta está sana y más bonita y cuidamos la tierra", cuenta el productor Eusebio Alejandro Flores.

El técnico asegura que la finalidad de las capacitaciones es que los productores utilicen menos agroquímicos, los cuales, además de afectar de manera negativa la tierra, dañan la salud humana. También se pretende que las alternativas con bioplaguicidas apoyen la economía de los productores y sean

el primer recurso ante la amenaza de plagas en sus cultivos.

“Aquí en las comunidades, los campesinos muchas veces no pueden salir de un día para otro para ir a la cabecera municipal a comprar los químicos; entonces, con los cursos que impartimos, se busca que ellos tengan la capacidad de preparar algunos productos que les funcionen para combatir plagas y enfermedades”. De acuerdo con el ingeniero Reyes, la principal plaga que sufren los productores de maíz es el gusano cogollero, pero también el gusano elotero, el chapulín y el ratón.

Para el gusano cogollero les recomienda la elaboración de un macerado de ajo y chile, que consiste en mezclar chiles verdes, ajo y cebolla picados con alcohol y aceite; todo se pone en un recipiente de 20 litros y se afora con agua. Después de un reposo de 30 días, está listo para su aplicación.

“Usar estos bioplaguicidas no es —como tal— una sustitución de los agroquímicos, sino es llevar un control, porque nunca vamos a acabar con las plagas. Entonces, lo que buscamos es que no se coman la planta; que ahí estén, pero que se alimenten de otras plantas, no del cultivo. Al gusano, como a la mayoría de los insectos, no le gusta el chile, así que abandona la planta o muere de inanición”, asegura Reyes.

## GUERRERO

La comunidad de Palula, en el municipio de Tepecoacuilco de Trujano, estado de Guerrero, recibió el acompañamiento técnico de PROAGRO Productivo. La ingeniera agrónoma, especialista en Fitotecnia, María del Rocío López ya había estado en contacto con ellos, y el señor Noé Montes Pérez le brindó gran apoyo al difundir la noticia entre los productores que quisieran aprender nuevas cosas.

El señor Noé es comisariado ejidal, “una persona de respeto y

alguien a quien siguen”, comenta la ingeniera, y agrega que “él convocó a mucha gente, incluso a productores que no estaban dentro del programa. Don Noé valoró el conocimiento y le pareció importante transmitirlo ampliamente a toda la comunidad”.

Uno de los temas que causaron interés y un impacto positivo durante la demostración fue el Manejo Agroecológico de Plagas mediante el uso de trampas con feromonas para el control de gusano cogollero; a los productores les gustó la idea y están decididos a aplicarlo en la próxima temporada.

De la misma manera, se mostraron muy interesados en realizar un análisis de suelo; están convencidos de que con los resultados de estas pruebas y con las recomendaciones de los fertilizantes adecuados, que puedan conseguir en la región, van a aumentar la producción en sus parcelas.

Respecto a las tecnologías del manejo poscosecha, fueron instruidos en el uso de la cal micronizada para

proteger el maíz del gorgojo, un control más natural para el almacenamiento del grano. Todo esto representa ahorro, un uso menor de químicos y un maíz más limpio.

Al llevar a cabo prácticas agroecológicas y un manejo integral de todo el proceso, reducen sus costos de forma significativa, disminuyen la utilización de insecticidas y, al realizar un análisis de suelo, no abonan de más ya; no desperdician, sino que incorporan justo los nutrientes que necesita la planta y, además, conservan su maíz más limpio con el manejo poscosecha.

“Antes de que llegara la ingeniera no sabíamos qué era la Agricultura de Conservación; ahora cuidamos la tierra y estamos ahorrando dinero”, expresa don Noé. “No sabemos en realidad si todo el líquido que le metemos a la planta puede ser dañino; por ejemplo, hay jóvenes que no trabajan con guantes, que no se cubren la boca y a veces se marean o —incluso— vomitan. Ahora todo eso lo podemos evitar con lo que estamos aprendiendo”.

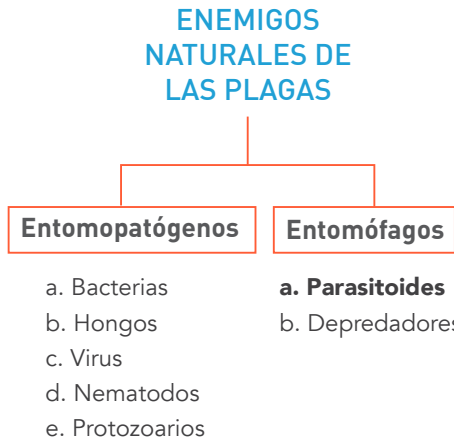


La ingeniera María del Rocío López y el productor Noé Montes Pérez. Fotografía: CIMMYT/Juan Carlos Reynoso.

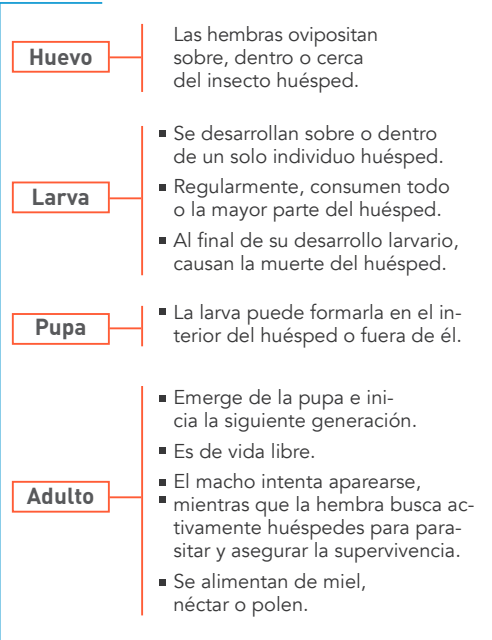
# PARASITISMO EN MAÍZ

Por: Fernando Bahena Juárez, INIFAP.

Los conocimientos bioecológicos son empleados para combatir plagas. Se estudian y utilizan parásitos, depredadores y patógenos para regular la población de una plaga, manteniéndola en niveles más bajos de los que habría en su ausencia.



**Ciclo biológico**



## DETERMINACIÓN DEL PARASITISMO



Conocer el parasitismo sobre una plaga en una determinada región puede tener aplicaciones en campo para lograr un mejor Manejo Agroecológico de Plagas. Las larvas u hospederos parasitados son insectos que morirán, invariablemente, en corto tiempo y que desde antes de morir dejan de causar daños al cultivo.

Se recomienda la medición del parasitismo en tres etapas del desarrollo del cultivo mediante la colecta de larvas, la cual se recomienda que sea — como mínimo— de 100 individuos en los primeros 20 días después de la siembra (primera), a los 40 días (segunda) y a los 60 días (tercera).

En los muestreos realizados para la obtención de parasitoides y la estimación del parasitismo el procedimiento es mediante la colecta de larvas en campo, las cuales son individualizadas y llevadas al laboratorio para su seguimiento hasta la posible obtención de parasitoides. Las

larvas colectadas deben ser revisadas cada dos días, y se debe reemplazar el alimento en cada revisión (hojas de maíz o higuierilla). Se cuantifica el número de larvas sanas y larvas parasitadas, eliminando las larvas muertas por causas desconocidas.

Para cada fecha de muestreo, se calcula el porcentaje de parasitismo mediante la siguiente formula:

$$\% \text{ de parasitismo} = \frac{\text{larvas parasitadas} \times 100}{\text{larvas útiles}^*}$$

\*Las larvas útiles se obtienen por la diferencia entre las larvas colectadas y las que escapan o mueren por manejo o patógenos. Las larvas parasitadas se cuantifican únicamente a partir de las larvas útiles, emerja o no el parasitoide adulto.



## AVISPAS

### ■ Orden Hymenoptera

Familias enemigas naturales del gusano cogollero del maíz: *Ichneumonidae*, *Braconidae*, *Trichogrammatidae*, *Chalcididae* y *Eulophidae* (Bahena et al., 2005)

Otras familias importantes son: *Aphelinidae*, *Encyrtidae*, *Mymaridae*, *Pteromalidae*, *Scelionidae* y *Torymidae* (Cave, 1995).

### ■ Braconidae

*Chelonus cautus*, *Cotesia* sp.,

### ■ Eulophidae

*Euplectrus* sp.,

### ■ Trichogrammatidae

*Trichogramma pretiosum*, *Trichogramma* sp.



A. Braconidae: *Chelonus cautus*. B. Braconidae: *Cotesia* sp. C. *Euplectrus* sp. D. Trichogrammatidae, *Trichogramma pretiosum*.

### ■ Ichneumonidae

Parasitoides del gusano cogollero en el valle Morelia-Queréndaro

Especies representativas:

- *Pristomerus spinator* y *Eiphosoma vitticolle*



A. *Pristomerus spinator* B. *Eiphosoma vitticolle*

## MOSCAS

### Orden Diptera

Familias:  
*Tachinidae* y  
*Sarcophagidae*

### Familia Tachinidae

Incluye a muchos géneros que se especializan en ser parásitos de larvas de *Lepidoptera*. Usualmente, la hembra fija sus huevos sobre el cuerpo de la larva hospedera o larvoposita prole del primer estadio sobre el follaje cercano a ella, como lo hace *A. marmoratus*. Se distinguen de otras moscas por:

- Aspecto más robusto
- Cuerpo cubierto por cerdas

En los muestreos de larvas grandes de gusano cogollero en maíz es frecuente encontrar taquinidos:

*Archytas analis*, *Archytas marmoratus*, *Lespesia archippivora*, *Winthemia* sp. Otras especies aún pendientes de identificación



A. *Archytas marmoratus*,  
B. *Lespesia archippivora*,  
C. *Winthemia* sp.

### Características

- Longitud 10-14 mm
- Parafacialia blanca
- Placa fronto-orbital dorada
- Escudo gris con indicaciones débiles de cuatro bandas negras longitudinales
- Ojo desnudo
- Cerdas oclares ausentes
- Parafacialia y gena con setas blancas
- Tercer segmento de la antena en forma de riñón
- Arista 3 segmentada
- Prosterno desnudo
- Tergito III a veces con un par de cerdas marginales del medio
- Esternito V del macho con un par de brazos copulatorios cortos

Con la ayuda de las kairomonas que se encuentran en las heces de las larvas del huésped, *A. marmoratus* localiza los microhábitats infestados con larvas de *Lepidoptera*. Las larvas parasitoides del primer estadio esperan en el follaje hasta que una larva del hospedero pasa y, entonces, se adhieren. Posteriormente, las larvas parasitoides entran al integumento, donde se alimentan y permanecen todo el estado larval del hospedero.

Durante cada muda del hospedero, la larva parasitoide tiene que reacomodarse y volver a penetrar su integumento. Se inicia el segundo estadio del parasitoide cuando el hospedero empupa. Al morir la pupa hospedera, la larva parasitoide muda al tercer estadio y luego empupa adentro de la pupa hospedera. El tiempo desde la empupación del hospedero hasta la emergencia del parasitoide adulto es de 17 a 25 días.

# Manejo agroecológico de gallina ciega

Por: Helios Escobedo-Cruz<sup>1</sup>, Fernando Bahena Juárez<sup>2</sup> y Celeste Alvarado-Alonso<sup>1</sup>.

En la actualidad, la gallina ciega es considerada una de las plagas más importantes debido a las grandes poblaciones que alcanza, los daños que causa y la importancia económica que esto representa; es un insecto cuyas larvas son asociadas a los daños en las raíces de diversos cultivos, sin dejar fuera otros órdenes y géneros que de igual manera dañan el sistema radicular. El complejo de larvas cambia de una región a otra, por lo que la información sobre su biología y sus hábitos es muy vaga, lo cual dificulta generar una recomendación adecuada para su manejo y minimizar los efectos adversos (Castro-Ramírez *et al.*, 1998; Gómez, *et al.*, 1999). Cuando se encuentra en grandes cantidades, se convierte en una plaga de importancia, por lo que se trata de exterminar con diferentes moléculas químicas, algunas de ellas prohibidas en muchos países, pero permitidas en México, lo que acarrea otro tipo de problemas que se han mencionado dentro del manejo agroecológico, como el exterminio de la microfauna del suelo y de muchos enemigos naturales que se alimentan de especies plaga, incluida la gallina ciega. Un caso específico es el de la familia *Carabidae* y de algunos miriápodos y arácnidos, entre otros, cuyo hábitat es el suelo.

La gran diversidad que existe dentro del género *Phyllophaga* en nuestro país llega a cerca de 400 especies, las cuales se encuentran en un amplio mosaico de microambientes propiciados por la intrincada orografía y la circulación de los vientos húmedos (Morón, 1986 y 2003); es por tal motivo que llegamos a encontrar

una gran cantidad de especies dañinas. Pero es también importante que sepamos que no todos los géneros llegan a causar daños a los cultivos, como es el caso de las saprófagas o facultativas, principalmente del género mencionado.

La gallina ciega es conocida coloquialmente con diferentes nombres, dependiendo de las regiones donde se localiza, por ejemplo: mayate, nixticuil, tontorrón y temol, por mencionar algunos del orden de los coleópteros lamelicornios o *Scarabaeoidea*, siendo éste uno de los artrópodos con mayor variabilidad en cuanto a tamaño, color y hábitos se refiere, haciéndola más difícil para su identificación (Morón, 2013). En México se han citado más



Gallina ciega del género *Phyllophaga*, de acuerdo con su ráster.

<sup>1</sup>Red\_InnovAC, SC; <sup>2</sup>INIFAP, Campo Experimental Uruapan.

de 1,700 especies de lamelicornios de los 30,000 catalogados en el mundo, según Morón. Es importante mencionar que, debido a la gran variabilidad que existe éstos se llegan a encontrar en la mayoría de los ecosistemas, con altitudes registradas de hasta 4,000 msnm, formando parte de las cadenas tróficas, excepto en aquellos lugares con condiciones muy adversas, como en los que las capas de hielo son permanentes y donde se dificulta la colonización, como en lugares donde no existe alimento para su supervivencia. Igual que con la mayoría de los insectos, su población fluctúa según las condiciones climáticas.

Es un insecto que se encuentra en el suelo, al cual no se le debe llamar plaga sino hasta detectar una afectación del umbral económico, por eso se busca dar un manejo adecuado antes de generar alarma; es de suma importancia identificar con precisión al insecto, ya que existe una gran diversidad de clasificaciones (Morón y Deloya, 1991).

Por sus hábitos alimenticios, se han diferenciado tres grupos fundamentales; debemos lograr que todas las personas que participan en la producción puedan identificar sus poblaciones existentes:

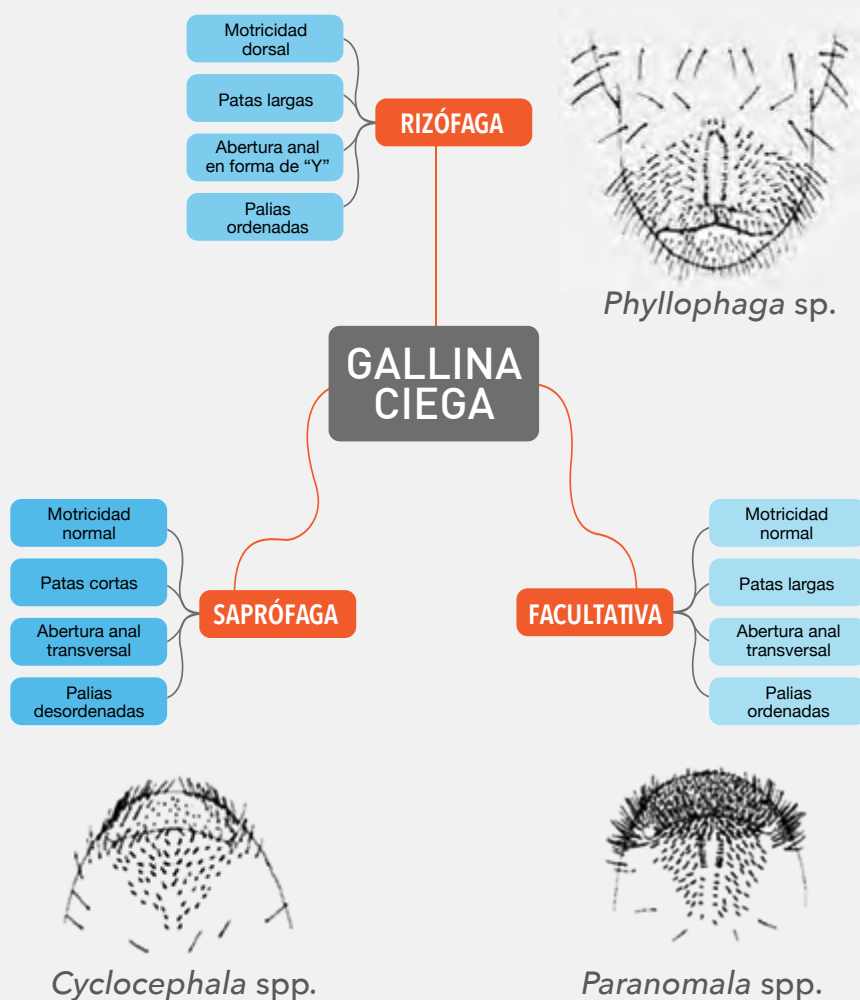
**1) Rizófagas estrictas.** Consumen específicamente raíces de infinidad de plantas, los géneros *Phyllophaga*, *Macrodactylus* y *Anomala* pertenecen a este grupo, llegando a causar serios daños a los cultivos al ocasionar la muerte de hasta 50% de las plantas, tal como sucede con el maíz (Morón, 2004).

**2) Saprófagas.** Se alimentan de materia orgánica en descomposición, por lo que es importante dejar residuos de cosecha, con lo que aumentará su alimento y no dañarán las raíces

## CARACTERÍSTICAS DE IDENTIFICACIÓN

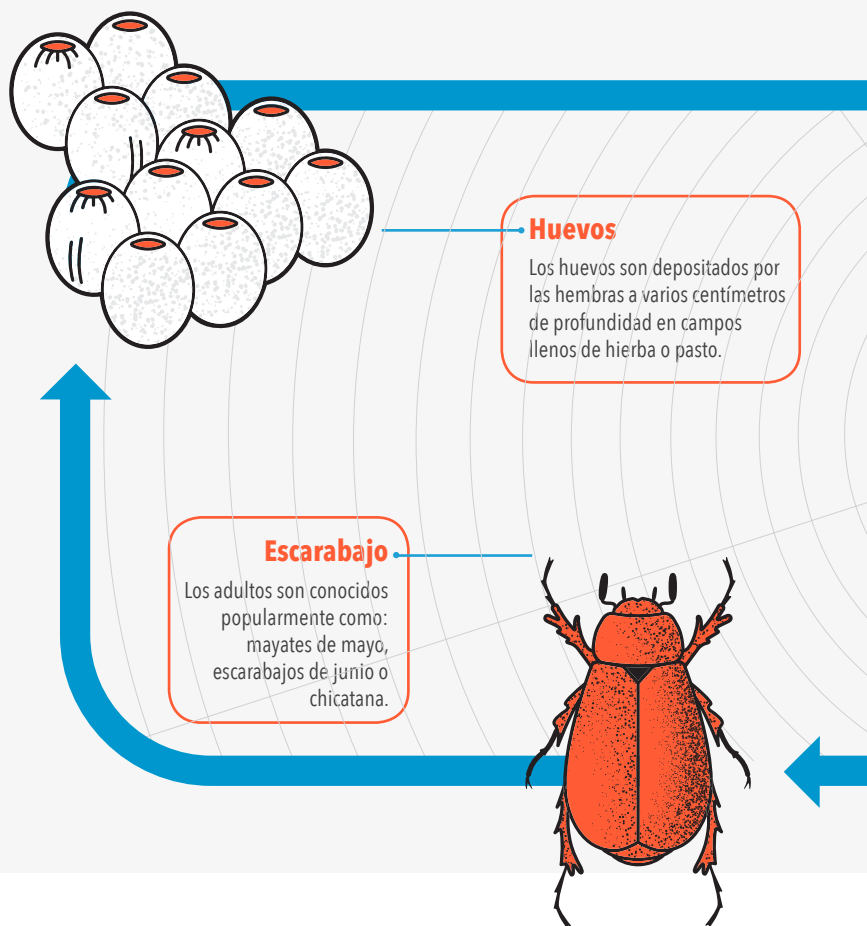
Una de las características básicas de identificación en estadio larvario es el ráster o abertura anal, ya que hay diferencias en ella según el género y la especie, así como por su forma de palidia, de la cual se debe tener conocimiento detallado para poder identificar la forma de dicha abertura y el orden de los palios. Dichas estructuras varían según la especie, ya que pueden presentarse en

una hilera simple, en dos o más hileras, ubicados medianamente por delante del labio anal, pareados y extendiéndose hacia adelante y hacia adentro desde uno de los extremos del labio anal inferior o pareados y extendiéndose recta u oblicuamente hacia adelante. Los pali ostentan, en general, los ápices dirigidos hacia la septula. El palidium puede ser monosticuo, disticuo, tristicuo o polisticuo, de acuerdo con el número de hileras de pali, tal como se mencionó.



## CICLO BIOLÓGICO

El ciclo biológico dura de uno a dos años, dependiendo de la especie, e incluso existen algunas familias como la *Dynastinae* que puede llegar a tres años. Es de tipo holometábolo, es decir, de ciclo biológico completo, y pasa por cuatro fases, que son huevo, larva (tres estadios), pupa y adulto, y existe diferencia en cada una de ellas, discrepando del ciclo hemimetábolo o incompleto. Su variabilidad de especies es muy grande, igual que sus hábitos —tanto alimenticios como de vuelo—, y cuenta con gran distribución geográfica, por lo que debemos saber en qué momento del ciclo de vida podemos hacer un manejo adecuado, siempre tomando en cuenta los factores que nos ayudan a determinar la mejor opción de manejo, haciendo uso de alternativas sustentables como el trapeo con luz o utilizando algún entomopatógeno específico al insecto blanco; la última alternativa será el uso de químicos de bajo impacto.



de los cultivos; dentro de este grupo se conocen *Cyclocephala*, *Ligyris*, *Euphoria* y *Cotinis*.

**3) Facultativas.** Se alimentan de materia orgánica en descomposición o de raíces, esto dependerá de la disponibilidad que tenga cada uno de los suelos, incluso llegan a consumir la exuvia que desechan después de la muda, en ese grupo podemos incluir al género *Cotinis*; este tipo de comportamiento se asemeja a *Euphoria* (G. & P.) (Ramírez-Salinas et al., 2001).

Los hábitos de estos grupos de escarabajos son tan diversos como sus características morfológicas y, como en otros insectos holometábolos, es notable la diferencia en los nichos ecológicos que ocupan los adultos, así como los estados inmaduros, lo cual obliga a valorar

por separado el impacto que tienen en los ecosistemas; esto, al final, cuando menos duplica la importancia ecológica de cada especie.

## ALTERNATIVAS DE MANEJO AGROECOLÓGICO

### Muestreo

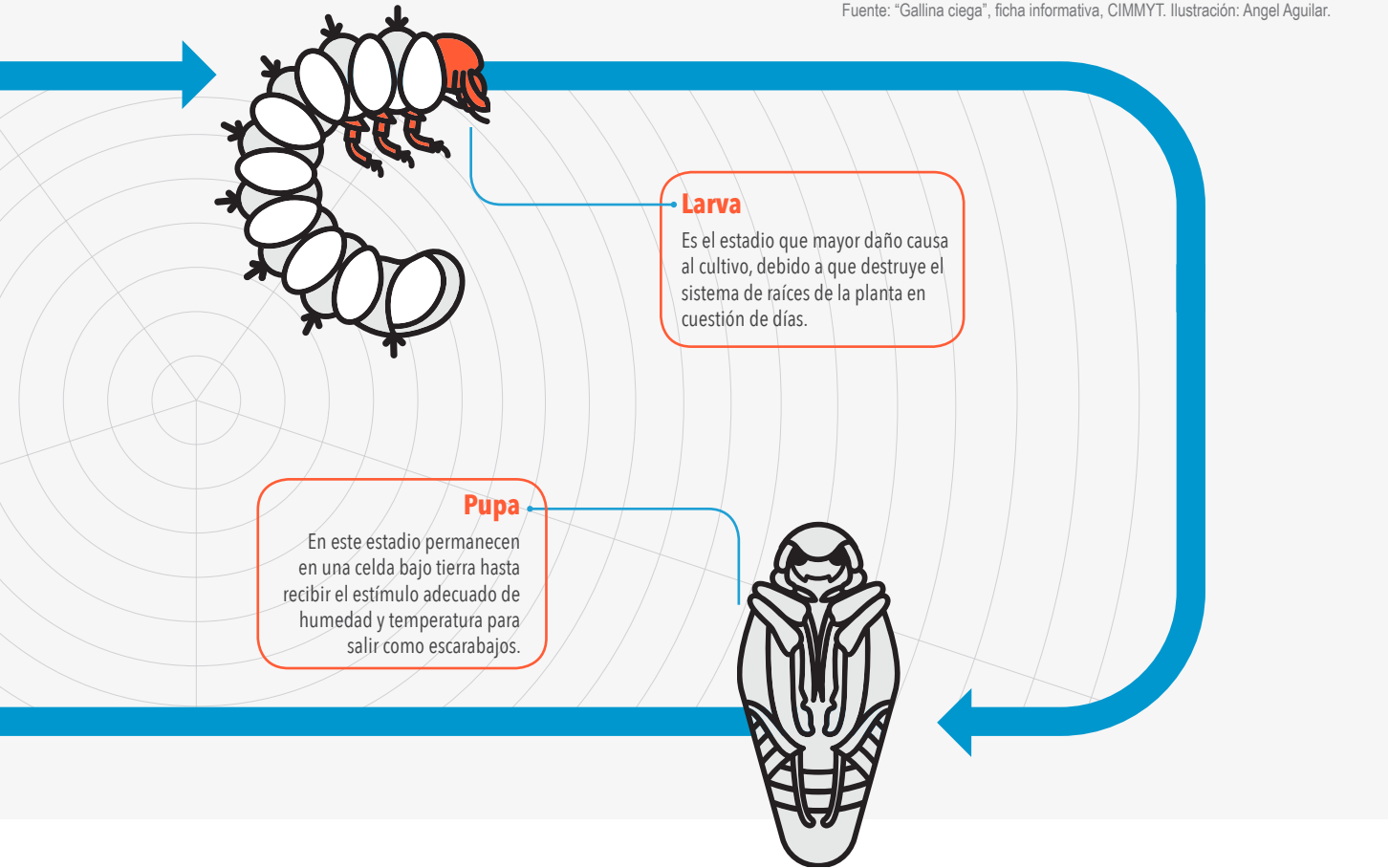
Lo principal para el manejo de cualquier plaga es realizar un muestreo en campo. En el caso de plagas de suelo, se recomienda la revisión de 10 cepas de 30 × 30 × 30 cm, propuesto por Burrage y Grisco (1954), para poder detectar el tipo de larvas encontradas. Respecto al umbral, es variable de acuerdo con la región, ya que no es lo mismo una larva en cultivos con densidad de 30,000 plantas que una en aquellos con

densidad de 90,000, hablando de maíz; así también, no es lo mismo un estadio larvario pequeño a uno avanzado en el que la voracidad del insecto es mayor para lograr acumular energía para la fase de pupa. Por eso es recomendable su realización, tomando como parámetro 20% de infestación, es decir, encontrar larvas en dos cepas de 10 revisadas.

### Control cultural

La **Agricultura de Conservación** es una alternativa sustentable que ayuda en el control de géneros, principalmente los que comen materia orgánica (saprófagos y facultativos) y ayudan a la descomposición del esquileo, causando efectos similares a los de la lombriz californiana.

El uso de compostas puede ser una opción en la nutrición orgánica, pues, además del proceso de



composteo, se logra una eliminación de todo tipo de organismos, en este caso huevecillos, larvas e —incluso— adultos. Dentro de las compostas se pueden desarrollar hongos nativos antagonistas en algunas plagas, como gallina ciega (Velázquez et al., 2006).

### Control biológico

La otra etapa de manejo es en estado larvario, el cual inicia con el tiempo de lluvias. Lo ideal sería el uso de agentes biológicos, cuya labor consiste en mantener el equilibrio natural de cada uno de los ecosistemas, como algunos entomopatógenos nativos o inducidos específicos. Los depredadores juegan un papel importante dentro del manejo agroecológico de gallina ciega, y algunos pertenecen a grupos diferentes de los insectos, como los miriápodos (ciempiés o milpiés), arácnidos

e —incluso— algunas aves, en caso de que los insectos sean visibles. Este último ejemplo es común en los sistemas convencionales.

### Enemigos naturales

Existen insectos de las familias *Carabidae*, *Elateridae*, *Asilidae*, *Tabanidae* y *Reduviidae*, por mencionar algunas, que igualmente depredan o parasitan estas larvas. También pueden ser atacadas por patógenos como hongos, bacterias, virus, nematodos, protozoarios y rickettsias, sobre todo en condiciones de suelos saturados de humedad (Morelli, 2006), los cuales han actuado como agentes de control realizando su labor en diferentes ecosistemas desde hace años.

Dentro de la categoría de los entomopatógenos, se cuenta con dos hongos que han sido usados para

el manejo de gallina ciega, y en diferentes casos se han utilizado solos o combinando los dos géneros: *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*. En ambos casos, la manera de utilizar esta alternativa puede ser por medio de la inoculación de semilla antes de la siembra o aplicando en *drench* a la pata del cultivo con suficiente agua o con el apoyo de un riego ligero. La dosis de estos productos es de 400 a 500 g/ha; en caso de que se apliquen ambos, la dosis sería la mitad de cada uno para que al sumarlos den esa cantidad. Es indispensable revisar el pH del agua y, en caso de ser necesario, aplicar una adherente utilizando un kilogramo de melaza o azúcar para acelerar el metabolismo del hongo.

*Bacillus popilliae* y el nematodo *Heterorhabditis* spp. son otros



Carábido (pinacate), adulto y larva. Un depredador de gallina ciega.

microorganismos que logran afectar al insecto. *B. popilliae* es una de las bacterias más estudiadas y provoca la enfermedad lechosa que ocasiona que las larvas se tornen blanquecinas debido a la proliferación de esporas refractarias en la hemolinfa. Al haber un ataque por acción de nematodos, también es posible contrarrestar el daño de insectos de la familia *Scarabaeoidea*, ya que se dice que portan bacterias que transmiten enfermedades al insecto y, al multiplicarse, causan su muerte. Como podemos notar, existen muchos microorganismos benéficos, los cuales deben ser específicos al insecto objetivo.

Resumiendo, los agentes entomopatógenos enferman al insecto, mayormente debido a una infección, así que, si adicionamos algún producto de acción mecánica como silicio, diatomea o jabón agrícola, podremos acelerar este proceso.

Debido a que estas alternativas son a base de organismos vivos, resulta imprescindible tener un manejo cuidadoso, como no exponerlos directamente a los rayos solares, y aplicar muy temprano o por la tarde para garantizar un mayor efecto de los microorganismos sobre la plaga.

### Manejo etológico

El manejo de gallina ciega puede realizarse en dos etapas del ciclo biológico, una de ellas es en estado adulto mediante trampas de luz —morada sería ideal—, pues tiene hábitos crepusculares y nocturnos, y presenta gran atracción hacia la luz, y con este método es atrapado en un recipiente con agua, evitando el apareamiento. De esta manera, podríamos disminuir las infestaciones.

Existe poca información sobre el uso de la feromona sexual, que puede ser otra alternativa, siempre y cuando sea específica al insecto objetivo.

Debido a que existe gran diversidad de géneros y especies, se dificulta el uso de dicha herramienta, ya que las feromonas son específicas para la identificación en el apareamiento, pero, si se tiene correctamente identificado el insecto, es posible hacer uso de estas alternativas.

### Extractos vegetales

No actúan como insecticidas, básicamente se conocen como insectistáticos, ya que el insecto no muere, pero se genera una confusión química que evita que pueda lograr sus funciones principales: alimentación, crecimiento y reproducción (Regnault-Roger *et al.*, 2004). No todos los extractos tienen tanta afinidad con el sistema sináptico de los insectos, la mayoría interrumpen parcialmente este proceso, modifican el comportamiento y pueden causar estrés, desorientación y pérdida de movilidad, inhibir o estimular la alimentación

y modificar el ciclo biológico (Rodríguez-Hernández, 2004). Las familias más exploradas han sido las asteráceas, meliáceas y piperáceas. La primera con más de 1,300 géneros y 21,000 especies, a la que pertenecen los crisantemos (*Chrysanthemum* spp.) entre muchos más; la segunda familia agrupa 14 géneros e incluye una de las plantas más utilizadas para el control de insectos, el nim (*Azadirachta indica*) (Isman *et al.*, 1996); las especies de la familia pantropical de las piperáceas se han utilizado principalmente como insecticidas, especias y medicamentos, un ejemplo es la pimienta (*Piper nigrum*), y deben su funcionalidad a las piperamidas, compuestos de funcionalidad similar a las amidas de la familia de las meliáceas (Torres-Álvarez (Torres-Álvarez *et al.*, 2011).

Como ya mencionamos, el nim es una de las plantas que más ha sido probada en el manejo de insectos plaga, y la gallina ciega no es la excepción. En este caso se han utilizado aplicaciones en *drench* con suficiente agua, de ser posible, apoyado en un riego ligero; la dosis que se recomienda es de 1 a 2 L/ha. Así mismo, otra de las plantas que presenta un efecto deseado es el paraíso (*Melia azedarach*), que aunque no mata, sí inhibe la alimentación del insecto plaga; para su uso es recomendable elaborar un extracto artesanal utilizando de 2 a 4 kg de semilla inmersa en alcohol para la extracción de los ingredientes activos (dejando reposar por 48 horas), posteriormente, se destapa para que se volatilice el alcohol y se aplica en agua suficiente, tal como en el ejemplo anterior. ☼

**Cuadro 1. Algunas moléculas y sus dosis recomendadas para manejo de lamellicornics (gallina ciega).**

INGREDIENTE ACTIVO	NOMBRE COMERCIAL	DOSIS RECOMENDADA	MODO DE APLICACIÓN
<i>Metarhizium anisopliae</i>	Metha-Hiper	400-500 g/ha	Inoculación/en <i>drench</i>
<i>Beauveria bassiana</i>	Bassanil	400-500 g/ha	Inoculación/en <i>drench</i>
<i>Bacillus popilliae</i>	Cronox WP	30 kg/ha	Inoculación/en <i>drench</i>
Azadiractina	Plaguineem	1-2 L/ha	En <i>drench</i>
<i>Allium sativum</i>	Infree	200 ml/ha	En <i>drench</i>
Extractos vegetales	Artesanales	Depende de la especie	Inoculación/en <i>drench</i>
Teflutrina	Force	15 kg/ha	En siembra
Bifentrina	Brigadier	20 kg/ha	En siembra
Clothianidin*	Poncho	50-60 ml/20 kg	Inoculación
Thiamethoxam*	Cruiser 5 FF	33-67 ml/kg	Inoculación

\*Estos productos están prohibidos en la UE por ser muy tóxicos para las abejas debido a las aplicaciones aéreas, el efecto en suelo es menor; de cualquier manera, serían las últimas opciones de manejo.

## Referencias

- Burrage, R. H. & Grisco, G. G. (1954). Distribution of third-instar larvae of the European chafer and their efficiency of various sampling units for estimating their populations. *Journal of Economic Entomology*, 47(6), 1009-1014.
- Castro-Ramírez, A. E., Ramírez-Salinas, C. y Ruiz-Montoya, L. (1998). Evaluación del daño en maíz causado por "gallina ciega" (Coleoptera: Melolonthidae) en Amatenango del Valle, Chiapas, México. En *Avances en el estudio de la diversidad, importancia y manejo de los coleópteros edafícolas americanos* (pp. 107-120). Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y Sociedad Mexicana de Entomología A. C.
- Gómez, B., Villalobos, F. J., Ruiz, L., Castro, A. y Valle, J. (1999). El complejo gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) en maíz en los Altos de Chiapas, México: su relación con el tiempo de uso agrícola y la materia orgánica del suelo. *Folia Entomológica Mexicana*, 107, 1-20.
- Isman, M. B., Matsuura, H., MacKinnon, S., Durst, T., Towers, G. H. N. & Arnason, T. (1996). Phytochemistry of the Meliaceae. *Recent Advances in Phytochemistry*, 30, 155-78.
- Morelli, E. (2006). Un modelo sencillamente complejo: conociendo los "gusanos blancos" (Coleoptera: Melolonthidae). En *Diversidad, importancia y manejo de escarabajos edafícolas* (pp. 119-134). México: El Colegio de la Frontera Sur, Fundación Produce Chiapas A. C. y Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Morón, M. A. (1986). El género *Phyllophaga* en México: morfología, distribución y sistemática supraespecífica (Insecta: Coleoptera). México: Instituto de Ecología, A. C.
- Morón, M. A. (2003). Diversidad, distribución e importancia de las especies de *Phyllophaga* Harris en México (Coleoptera: Melolonthidae). En *Estudios sobre coleópteros del suelo en América* (pp. 1-27). Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Morón, M. A. (2004). *Escarabajos, 200 millones de años de evolución*. Veracruz: Instituto de Ecología, A. C.
- Morón, M. A. (2013). Introducción al conocimiento de los escarabajos de Puebla. En *Fauna de escarabajos del estado de Puebla*. México: Escarabajos Mesoamericanos, A. C.
- Morón, M. A. y Deloya, C. (1991). Los coleópteros lamellicornios de la reserva de la biosfera "La Michilía", Durango, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 81, 209-283.
- Ramírez-Salinas, C., Castro-Ramírez, A. y Morón, M. A. (2001). Descripción de la larva y la pupa de *Euphoria basalis* (G. & P.) (Coleoptera: Melolonthidae: Cetoniinae). En *Acta Zoológica Mexicana*, 83, 73-82.
- Regnault-Roger, C., Philogène, B. y Vincent, C. (2004). *Biopesticidas de origen vegetal*. España: Mundi-Prensa.
- Rodríguez-Hernández, C. (2004). Plantas atrayentes de plagas. En *Ciencias Ambientales y Agricultura* (pp. 203-304). Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Torres-Álvarez, M. M., Castro-Ramírez, A. E., López-Olguín, J. F., García-Barrios, L. y Velázquez-Cruz, E. J. (2011). Manejo de dos especies de *Phyllophaga* (Coleoptera: Melolonthidae), mediante sustancias vegetales en los Altos de Chiapas. En *Alternativas ecológicas contra plagas. Agricultura sostenible 7* (pp. 75-94). Texcoco: Colegio de Posgraduados y Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Velázquez, E. J., Castro-Ramírez, A. E. y Ramírez-Salinas, C. (2006). Manejo agroecológico de "gallina ciega" (Coleoptera: Melolonthidae). En *Diversidad, importancia y manejo de escarabajos edafícolas*. Puebla: El Colegio de la Frontera Sur, Fundación Produce Chiapas A. C. y Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

**En distintas regiones de México se utiliza el Manejo Agroecológico de Plagas de gusano cogollero en sus distintas etapas de desarrollo. En este artículo te compartimos algunos de los reportes de sitios en los que se combate esta plaga.**

**1. Manejo agroecológico de gusano cogollero y gusano elotero en Jalisco**

33

**2. Control de plagas en Guerrero**

37

**3. Uso de trampas con feromonas en cultivos de maíz en Oaxaca**

39

**4. Manejo agroecológico de gusano cogollero en Michoacán**

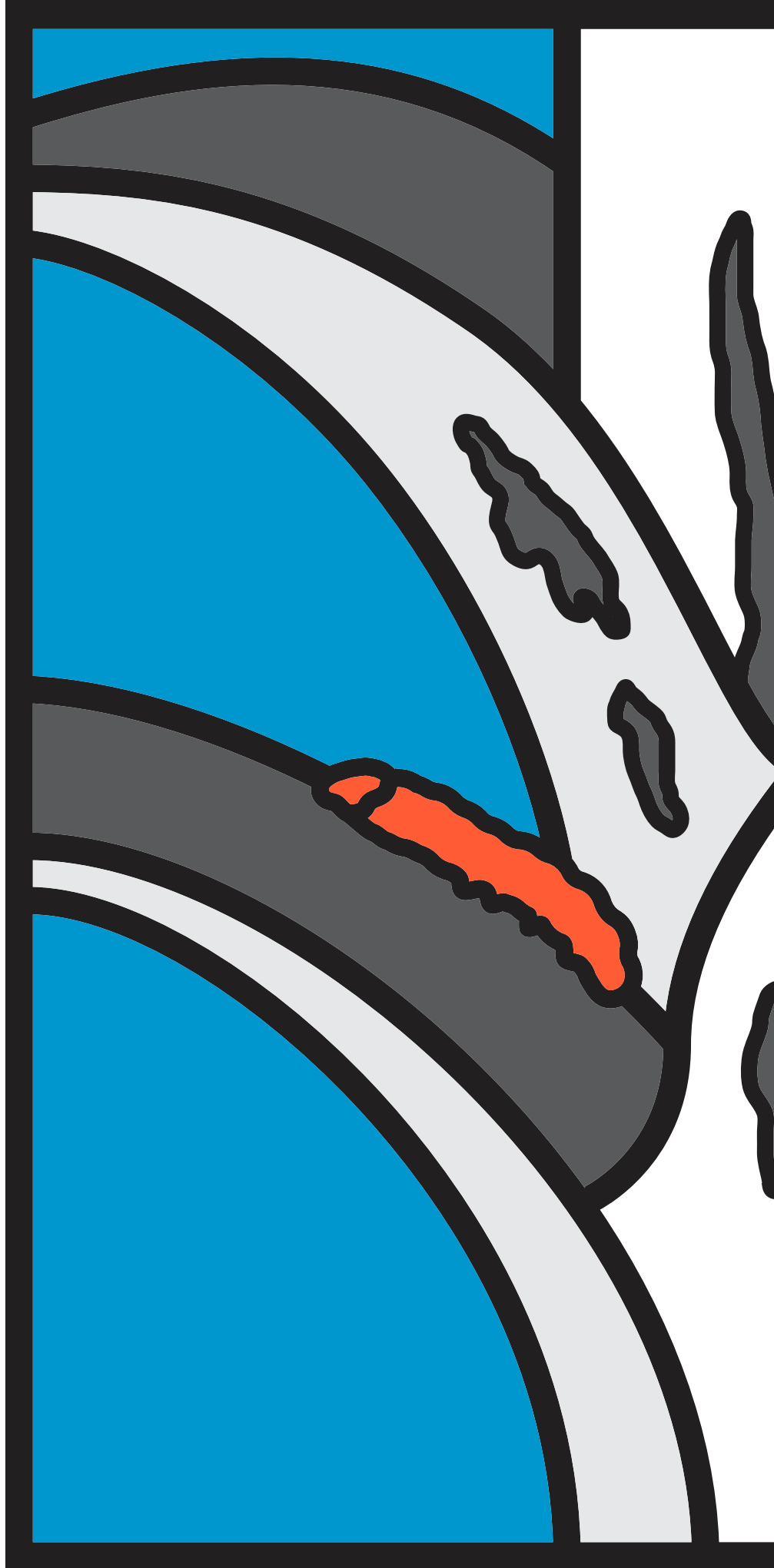
40

**5. Muestreo, monitoreo y uso de trampas con feromonas en Zacatecas**

41

**6. Parasitismo natural en el Papaloapan, Oaxaca**

42







# Manejo agroecológico del gusano cogollero del maíz en México

Por: Fernando Bahena Juárez, INIFAP, Campo Experimental Uruapan.

Ilustración: Angel Aguilar.

El gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) es un insecto que ha evolucionado a través de los años junto con el maíz y tiene presencia en la mayor parte del continente americano y de modo muy importante en México. Tiene marcada preferencia por consumir gramíneas, como maíz y sorgo, pero sus hospederas pueden ser unas 186 plantas de 42 familias (Casmuz et al., 2010).

Anteriormente, se consideraba una plaga que atacaba solamente el cogollo de la planta del maíz en zonas tropicales y subtropicales, generalmente por debajo de los 1,600 msnm. Ahora es posible ver a este insecto causando no sólo daños en el cogollo, sino también defoliación en la planta del maíz, trozando o barrenando sus tallos, e incluso como elotero o consumiendo los estigmas; además, es posible encontrar infestaciones importantes en climas templados hasta por arriba de los 2,200 msnm, como se ha observado en varias regiones de México. Si existen las condiciones favorables de temperatura, disponibilidad de alimento, ausencia de sus entomófagos y falta de acciones de manejo, esta plaga puede causar pérdidas de entre 50 y 100% en cultivos como el maíz.

El daño lo hacen las larvas, que pueden alcanzar altas poblaciones debido a la cantidad de huevecillos que oviposita cada palomilla hembra en el cultivo, las cuales están presentes desde el momento en que emergen las pequeñas plantas de maíz. Es posible que cada palomilla hembra coloque en el cultivo varias oviposturas, y cada una puede ser de más de 200 huevecillos. Tres a cinco días después de que los huevecillos fueron puestos sobre la planta, las pequeñas larvas eclosionan en forma simultánea y se dispersan, causando en esta etapa daños poco perceptibles.

Las larvas pasan por seis estados de desarrollo, de aproximadamente 3.5 días cada uno, los tres primeros



Eclosión de huevecillos del gusano cogollero.

son la mejor etapa para manejar la plaga de forma más sencilla y sin productos altamente tóxicos. Cuando las larvas completan su desarrollo, salen de la planta y se tiran al suelo, donde se cubren de tierra, construyen una celda y forman la pupa, en la cual pueden permanecer durante dos semanas o varios meses, si ya no tienen las condiciones óptimas para continuar con su ciclo de vida. De la pupa emerge la palomilla, lista para aparearse y reiniciar su ciclo de vida nuevamente.

Las larvas se reconocen por la presencia de una “y” en la cabeza en vista dorsal, formada por unas líneas ecdisales y por la presencia de cuatro puntos negros que forman un trapecio en el último segmento abdominal, también en vista dorsal (King y Saunders, 1984).

Las altas temperaturas, por arriba de los 25 °C, y los periodos largos de sequía favorecen que las poblaciones de este insecto se eleven en forma excesiva. Adicionalmente, se considera que donde existen las condiciones ideales para el desarrollo de esta plaga, los daños más severos ocurren por limitaciones en



Larva de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*).

el funcionamiento de los insectos benéficos (parasitoides y depredadores), lo cual —en gran medida— es causado, primero, por la pérdida de biodiversidad funcional, o dicho de otra forma, por la promoción de extensos monocultivos donde se elimina toda la vegetación circundante, y, segundo, por el excesivo

—y muchas veces innecesario— manejo de plaguicidas químicos que han sido aplicados para su control.

Las acciones tardías y la creencia generalizada de que el control químico es la única alternativa viable para el manejo de esta plaga han provocado más problemas que soluciones y derivado en una dependencia por parte de los productores a estar haciendo continuas aplicaciones de tratamientos con plaguicidas de síntesis química.

## EL MAP EN EL GUSANO COGOLLERO

En forma natural, las poblaciones de esta plaga han sido reguladas por un complejo muy amplio de organismos benéficos que incluye a parasitoides, depredadores y entomopatógenos (Bahena y Cortez, 2015); sin embargo, querer hacer compatibles a estos organismos con los tratamientos de insecticidas químicos es contrario a lo que se define y práctica como Manejo Agroecológico de Plagas (MAP). En este sentido, la estrategia para el manejo del gusano cogollero del maíz incluye acciones que se aplican simultáneamente y que tienen una visión holística del problema que representa esta plaga. Se busca incidir sobre las causas que incrementan sus poblaciones para que no aumenten en forma desproporcionada y, por otra parte, favorecer la actividad de los organismos benéficos presentes en forma natural o aquellos que eventualmente pudieran ser introducidos.

Para el MAP del gusano cogollero se sugieren simultáneamente acciones como la labranza de conservación, el monitoreo permanente de las poblaciones de la plaga y los entomófagos presentes en forma natural, el uso de trampas con atrayentes sexuales, la sustitución de plaguicidas altamente tóxicos y generalistas por alternativas más amigables o de menor impacto y el uso de productos bioplaguicidas

que sean alternativas de bajo impacto ambiental. Adicionalmente, se recomienda la restauración de la biodiversidad funcional mediante el uso de plantas que sirven como refugio o son atrayentes para organismos benéficos.

### Labranza de conservación

Hacer labranza de conservación no elimina esta plaga, pero sí se ha observado que existen mejores condiciones para la presencia de entomófagos del cogollero y para que ocurran menos oviposuras por parte de las palomillas (All, 1988).

El no laboreo del suelo y dejar residuos de cosecha sobre la superficie, en forma continua y permanente, son prácticas que incrementan la biodiversidad de micro y macroorganismos en el suelo, favoreciendo de este modo una serie de interacciones más complejas y una mayor estabilidad entre organismos dañinos y benéficos (Turnock *et al.*, 1993; Valdés *et al.*, 1993). Otras consecuencias de las prácticas conservacionistas que se han observado son la disminución de los tratamientos con insecticidas contra el gusano cogollero donde se realiza labranza reducida e incorporación de residuos de cosecha (Roberts & All, 1993) y el incremento de organismos entomopatógenos de la plaga, como *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Paecilomyces spp.* (Sosa-Gómez y Moscardi, 1994).

### Muestreo de la plaga

Esta herramienta será fundamental para la toma de decisiones sobre la implementación o no de alguna acción para reducir la población de la plaga, independientemente del momento en que se encuentre el cultivo. Debe realizarse cada semana, o máximo cada diez días, desde que inicia la germinación hasta al menos 60 días después de la emergencia de la planta. El procedimiento de muestreo debe ser mediante la observación directa de 100 plantas seleccionadas al azar en 10 sitios de 10 metros de longitud que

# 1. Manejo agroecológico de gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* y gusano elotero *Helicoverpa zea*

## Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco

Maximiliano Guerrero Rodríguez<sup>1</sup> y Fernando Bahena Juárez<sup>2</sup>

En el municipio de Tlajomulco de Zúñiga, en junio de 2017 la superficie total cultivada fue de 14,225 hectáreas, de las cuales 13,295 fueron sembradas con maíz para grano, lo que representa 93.46% del total del área agrícola. Las principales plagas que afectan a este cultivo en la región son gallina ciega (*Phyllophaga sp.*), diabrotica (*Diabrotica sp.*), gusano trozador (*Agrotis ipsilon*), gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y gusano elotero (*Helicoverpa zea*).

El control tradicional de los gusanos cogollero y elotero en Tlajomulco de Zúñiga se caracteriza por hacer uso de insecticidas sintéticos a gran escala, entre los que se distinguen los organofosforados y piretroides, y, en menor grado, el uso de insecticidas de bajo impacto. El número de aplicaciones para el control de gusano cogollero puede ser de hasta cinco en un ciclo, lo que trae como consecuencia un incremento en el costo de producción, contaminación al ambiente y daños a la salud humana. Además, el uso repetido de un mismo ingrediente activo o de productos con mecanismos de acción iguales trae como consecuencia la resistencia progresiva de estas plagas.

En este ensayo se implementaron estrategias de control agroecológico como una alternativa para el manejo de gusano cogollero y gusano elotero, estas estrategias fueron: el monitoreo, la captura de palomillas en trampas con feromonas, la aplicación de insecticida biorracional y la liberación de *Trichogramma pretiosum* a dosis de 60,000, 90,000 y 120,000 huevecillos por hectárea, con una viabilidad de 85%. Además, se comparó el

costo del control de plagas bajo esta alternativa y bajo la forma tradicional.

### METODOLOGÍA

El ensayo fue realizado en el predio La Estancia, perteneciente al ejido Lomas de Tejeda, en Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, del productor cooperante José Reyes Velázquez Tejeda. La superficie utilizada fue de 100 hectáreas, cuya siembra se realizó el 26 de junio de 2017, utilizando el híbrido P3055 a una densidad de 85,000 semillas por hectárea, en condiciones de temporal.

Las estrategias utilizadas fueron:

#### A) Monitoreo

**Objetivo:** determinar el porcentaje de larvas vivas para implementar acciones de control eficaces y eficientes.

- Inicio del monitoreo 15 días después de la siembra, el 12/07/2017.
- Monitoreo cada semana, muestreando 100 plantas al azar y contando el número de plantas con larvas vivas.

#### B) Uso de insecticidas biorracionales

**Objetivo:** eliminar el uso de productos insecticidas que causan daño ambiental, afectan insectos benéficos y dañan la salud de las personas.

- Aplicación de insecticida biorracional cuando el resultado del monitoreo fue superior a 20%.
- Aplicación de las dosis recomendadas con el equipo adecuado de aspersión y las boquillas de cono hueco, con aspersión dirigida al cogollo.

#### C) Utilización de trampas con feromonas

- Se utilizaron cuatro trampas por hectárea, las trampas se instalaron el día 19/07/2017.
- Revisaron las trampas cada tres o cuatro días y se realizó cambio de agua.
- Debido a la fecha tardía en que se pusieron las trampas, no se cambió la feromona.

<sup>1</sup>Productores Agropecuarios de Tlajomulco SPR de RL;

<sup>2</sup>INIFAP, Campo Experimental Uruapan.

#### D) Liberación de *Trichogramma pretiosum*

Objetivo: reducir el número de mazorcas afectadas por gusano elotero.

- Se emplearon tres dosis, de 60,000, 90,000 y 120,000 huevecillos de *Trichogramma*, con una viabilidad de 85%.
- La fecha de liberación fue el 02/09/2017.
- La distribución de los tratamientos fue hecha de la siguiente forma: a los 20 surcos de la orilla se pusieron 4 pulgadas que representan la dosis más baja, a los 20 surcos de ésta se pusieron 6 pulgadas distribuidas en el surco y a los 20 surcos se pusieron 8 pulgadas a lo largo del surco, el cual es de 100 metros de longitud.
- En la etapa de madurez fisiológica del grano, se muestrearon los surcos de los tratamientos, tomado cinco muestras de 10 mazorcas, verificando cuántas tuvieron daño, y de esta forma se determinó un promedio de cada tratamiento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Monitoreo

Se realizaron seis muestreos para observar la fluctuación poblacional del gusano cogollero, comprendidos entre el 12 de julio y el 18 de agosto. Hasta los 37 días después de la siembra se rebasó el porcentaje de larvas vivas que tenemos como parámetro para realizar una aplicación (20%). A esta fecha es común que el productor ya haya realizado dos o tres aplicaciones, por lo que sólo con el uso de esta herramienta podemos disminuir el número de aplicaciones. Los muestreos y su seguimiento permiten minimizar el uso de plaguicidas, con lo que se disminuyen las consecuencias y los

riesgos que implica esta práctica, desde el ahorro en los costos de producción hasta la reducción de impactos indeseables. La gráfica 1 muestra la evolución del monitoreo de gusano cogollero desde la siembra hasta hoja bandera.

### Uso de insecticidas biorracionales

De acuerdo con los resultados del monitoreo, al 3 de agosto ya se tenía 24% de larvas vivas, por lo que el 4 de agosto se aplicó un producto llamado Double KO, que contiene 10% de neem (*Azadirachta indica*) y 10% de canela (*Cinnamomum zeylanicum*). Los estados larvarios predominantes fueron L3 y L4; la revisión del control fue a los 8 días, muestreando 100 plantas y encontrando un control superior a 95%.

Este tipo de tratamientos, a diferencia de los insecticidas convencionales que se aplican en la zona, permiten que la fauna benéfica de parasitoides y depredadores pudiera funcionar mejor en su actividad regulatoria de la plaga.

### Trampas con feromonas

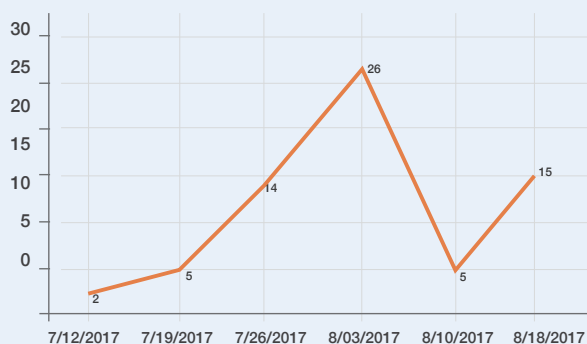
Las trampas quedaron colocadas en campo un mes después de la siembra; sin embargo, ocurrió una captura de palomillas significativa que complementó las otras acciones agroecológicas realizadas. Aun cuando las trampas no se pusieron desde el inicio, se logró una captura total de 1,302 palomillas; en las últimas dos semanas muestreadas se redujo la cantidad de palomillas capturadas, debido quizás a que ya no hubo cambio de feromona.

Con las palomillas capturadas por cada trampa, incluso las de las últimas dos semanas —que fueron de capturas más bajas—, el impacto en la descendencia puede llegar a ser significativo, ya que se evita una cantidad aproximada de 12,000 oviposaduras, lo que a su vez podría tener una descendencia

se encontrarán distribuidos en una hectárea y donde se observarán al azar 10 plantas en cada uno de los sitios; en caso de que la cantidad de sitios a observar sea muy alta, es posible hacerlo sólo en cinco sitios, pero se tendrá que incrementar el número de observaciones por sitio de 10 a 20. Es importante que durante la observación se cuantifique la presencia de larvas vivas y el tamaño de éstas. Si 15% de las plantas muestreadas tiene larvas, se debe aplicar algún tratamiento. Un producto de esta actividad es la construcción de una gráfica local con la curva del índice de infestación de la plaga, lo cual constituye una herramienta básica para la toma de decisiones sobre la aplicación de algún tratamiento de control.

### Uso de trampas con feromonas sexuales

Originalmente, las feromonas sexuales han sido usadas para monitoreo, en este caso se emplean para propósitos de incidir en el manejo de la plaga, buscando reducir la infestación mediante la captura masiva de machos, lo cual evitará que ocurran los apareamientos y las oviposaduras necesarios para el incremento de la plaga. El procedimiento consiste en colocar las trampas en campo, a más tardar entre la siembra y la germinación. Las trampas se construyen con una garrafa de 20 L, a la cual se le hacen tres ventanas, poniendo en la base un recipiente con agua y una pizca de jabón —para romper su tensión superficial— y en la parte superior interna la feromona. La colocación de las trampas que contienen feromonas debe ser ligeramente sobre el dosel del cultivo, para que conforme vaya creciendo el maíz, las trampas se vayan elevando; la mejor altura de captura en una trampa es cuando ésta se mantiene a 1.5 m sobre el suelo. Con una o dos trampas por hectárea es posible hacer un buen monitoreo; sin embargo, nuestra recomendación es colocar cuatro trampas por hectárea con el fin de poder influir negativamente en la densidad de población de la plaga mediante la captura masiva de palomillas.



Gráfica 1. Porcentaje de infestación del gusano cogollero en maíz en Tlajomulco, Jal.



Monitoreo en maíz para determinar el porcentaje de infestación del gusano cogollero.



Trampa con feromonas sexuales para la captura de palomillas macho del gusano cogollero.

Cada trampa debe ser revisada —de preferencia— dos veces por semana, contando y eliminando las palomillas capturadas y remplazando el agua. Es conveniente evitar la exposición directa de las cápsulas de feromonas al sol y usar guantes durante su manipulación. En cada revisión se hace

el conteo de las palomillas capturadas y se obtiene un promedio de captura por un periodo de tiempo fijo (por día o por semana), esto permitirá crear una gráfica de fluctuación poblacional donde se observará su comportamiento y se podrán establecer los picos máximos de capturas

y —en su caso— determinar si se justifica programar oportunamente la aplicación de un tratamiento de control en forma más eficiente. La feromona sexual de cada trampa debe ser sustituida a los 30 días de ser colocada en campo.

No se ha determinado que exista preferencia por el color de la trampa, y tampoco es recomendable agregarle algo además del agua y la pizca de jabón.

### Evitar o sustituir plaguicidas altamente peligrosos

Con el uso excesivo de plaguicidas sintéticos, no sólo se han controlado plagas, también se han generado algunos problemas como desarrollo de resistencia en los insectos, eliminación de la entomofauna benéfica, incremento en los costos de producción, daños a la salud de trabajadores y consumidores e impactos en el ambiente. Los insecticidas químicos que más efectos indeseables causan corresponden a grupos toxicológicos como los clorados, fosforados, carbamatos y piretroides, por lo que actualmente muchos de ellos se encuentran prohibidos en varios países.

Es importante que la decisión de aplicar tratamientos con algún producto insecticida esté justificada con base en un muestreo de la población del insecto que se desea controlar, y no con base en calendarios de aplicación ni en forma preventiva. Por otra parte, para la aplicación de algún tratamiento se debe conocer la asociación de los grupos toxicológicos de cada producto plaguicida y el nivel de toxicidad del mismo, para seleccionar el que solucione más eficazmente el problema, evitando aplicaciones continuas con productos que pertenezcan al mismo grupo toxicológico.

En caso de tener que usar la alternativa de un insecticida químico, es muy importante seguir estas tres recomendaciones: no aumentar dosis, no aplicar mezclas de productos y no repetir constantemente el mismo producto (máximo tres aplicaciones

**Cuadro 1. Captura de palomillas de gusano cogollero en trampas con feromonas. Parcela La Estancia, del productor José Reyes Velázquez Tejeda, en Tlajomulco de Zúñiga.**

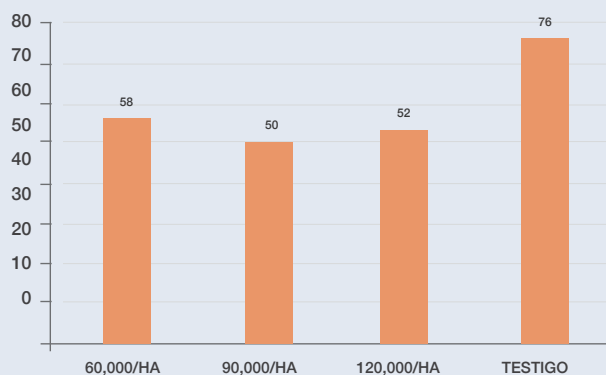
FECHA DE COLECTA	SEMANA	PALOMILLAS RECOLECTADAS
26/07/2017	1	325
03/08/2017	2	350
10/08/2017	3	290
18/08/2017	4	197
27/08/2017	5	140
	Total	1,302

potencial de dos millones de gusanos. Obviamente, muchos de estos mueren por otras causas; sin embargo, sí se evita un porcentaje importante que se refleja en la infestación al cultivo. En el cuadro 1 se indica el número de palomillas capturadas.

### Liberación de *Trichogramma pretiosum*

Se ha observado que las liberaciones de avispas del género *Trichogramma* presentan, en algunas regiones, limitaciones ambientales y de manejo para controlar eficazmente a algunos lepidópteros; sin embargo, sí se ha observado que puede parasitar huevecillos de gusano elotero con resultados satisfactorios. Los resultados de las liberaciones en una estrategia agroecológica de manejo más amplia, como la que aquí se evaluó, pueden lograr mayor efectividad de las avispas.

En la gráfica 2 se aprecia que el porcentaje de mazorcas dañadas es muy similar en los tres tratamientos, quizá por la cercanía entre ellos, considerando que los 20 surcos de separación no son suficientes y que se mezclaron individuos de todos los tratamientos, por lo que sería conveniente realizar pruebas en hectáreas completas. En la parte que sirvió como testigo, el porcentaje de mazorcas dañadas fue superior.



**Gráfica 2. Porcentaje de mazorcas con daño de gusano elotero en los tratamientos con liberación de *Trichogramma* y el testigo, Tlajomulco, Jal.**

Los porcentajes de mazorcas dañadas en los tratamientos fue superior a 50%, por lo cual se podría aplicar *Bacillus thuringiensis* para reducir el daño por gusano elotero.

Con los tratamientos agroecológicos, la inversión que se realizó en este ensayo fue de \$990 por hectárea, mientras que en otra parcela del mismo productor, en la que se realizaron cuatro aplicaciones de insecticida, el costo de manejo ascendió a \$1,770 por hectárea.

### CONCLUSIONES

1. La aplicación de esta alternativa sustentable es viable técnica y económicamente.
2. Es posible prescindir de productos insecticidas tóxicos para el control de gusano cogollero y gusano elotero.
3. El uso de *Trichogramma* reduce el porcentaje de mazorcas con daño.
4. Una aplicación adicional de *Bacillus thuringiensis* al inicio de la floración podría contribuir a reducir el porcentaje de mazorcas dañadas por gusano elotero. ■

continuas), aunque éste siga siendo muy efectivo en su resultado.

Actualmente, es posible sustituir el uso de plaguicidas ya restringidos en otros países, o los que son catalogados como altamente tóxicos, por otros productos de menor riesgo e impacto indeseable sobre la gente y la entomofauna benéfica. Algunos productos alternativos que pueden ser usados para disminuir altas infestaciones de gusano cogollero son: spinetoram (Palgus), en dosis de 75 a 100 ml/ha; benzoato de emamectina (Denim), usando de 100 a 200 ml/ha; novalurón (Rimon), en dosis de 100 a 150 ml/ha; diflubenzurón (Dimilin), utilizando de 200 a 300 ml/ha; methoxyfenozide (Intrepid), usando de 125 a 170 ml/ha; tebufenozide (Fensor), en dosis de 250 ml/ha; indoxacarb (Avaunt), usando de 100 a 250 ml/ha; clorrantraniliprol (Coragen), utilizando de 75 a 125 ml/ha; flubendiamida (Belt), en dosis de 75 a 100 ml/ha; benzoato de emamectina 50 (Proclaim), usando de 200 a 300 gr/ha; y spinosad (Spintor), utilizando de 300 a 500 ml/ha.

En todos los casos, cualquier tratamiento debe ser realizado preferentemente durante los primeros estadios de desarrollo (larvas L1 a L3) y cuando un monitoreo justifique la aplicación, considerando el umbral económico (entre 15 y 20% de infestación en las plantas).

### Uso de bioplaguicidas y extractos vegetales de plantas

Actualmente, ya es posible disponer de alternativas que no provienen de una síntesis química, como pueden ser: (1) extractos vegetales y minerales y (2) bioplaguicidas (a base de bacterias, hongos, virus, etc.). Es posible usar algunos productos ya disponibles comercialmente o bien hacer preparados artesanales que tengan como base el extracto de una planta o algún producto de origen mineral. A manera de ejemplo, en el cuadro 1 se señalan algunos productos que han mostrado tener un buen efecto de control sobre el gusano cogollero.

**Cuadro 1. Bioplaguicidas y extractos vegetales\* para combatir el gusano cogollero del maíz.**

PRODUCTOS (INGREDIENTE ACTIVO)	DOSIS Y APLICACIÓN
<i>Bacillus thuringiensis kurstaki</i> . Productos comerciales como Javelín, Dipel, Crimax, Xentari, etc.	Generalmente, se puede encontrar como polvo humectable al 10%, usando una dosis de 0.5 a 1.0 kg/ha. Las aplicaciones deben dirigirse al cogollo y las hojas centrales de la planta. El producto debe ser ingerido por la plaga.
Nim ( <i>Azadirachta indica</i> ), azadiractina. Productos como el Dinamin, Azanim, Nimicide, Neemix® o Trilogy®	Se formula con diferentes concentraciones y dosis de uso. Se recomienda el concentrado emulsionable al 3%, usando una dosis de 0.5 kg/ha. Puede utilizarse un extracto acuoso preparado artesanalmente en una dosis de 30 gr de semilla de <i>nim</i> molida por hectárea o bien aplicar ese polvo de semilla en el cogollo de la planta. Las aplicaciones deben dirigirse al cogollo y las hojas centrales de la planta. El producto debe ser ingerido por la plaga.
<i>Metarhizium</i> (= <i>Nomuraea</i> ) <i>rileyi</i>	Es un hongo con propiedades patógenas muy efectivas contra las larvas del gusano cogollero. Se han observado epizootias naturales tanto en Michoacán como en Guanajuato, y es posible la elaboración de un insecticida biológico preparado en forma artesanal tomando como base cepas obtenidas de campo.
Silicio y tierra de diatomeas	Se aplicarán de forma foliar directamente sobre el cogollo de la planta, usando una mochila de 19 L con un procedimiento similar a la aplicación de cualquier plaguicida convencional. La cantidad de producto a aplicar estará entre 2 y 4 kg/ha.

\*Localmente, en cada región agrícola es posible encontrar plantas que pueden tener algún efecto insecticida o repelente contra el gusano cogollero, por lo cual es recomendable su búsqueda y evaluación a nivel de campo.

### Control biológico natural

Una revisión reciente demuestra que el gusano cogollero puede ser atacado en forma natural por un complejo muy amplio de organismos benéficos, tan sólo en México, se menciona la presencia de 87 parasitoides, 45 depredadores y 13 entomopatógenos (Bahena y Cortez, 2015). Este complejo de organismos puede atacar prácticamente durante cualquier estado de desarrollo de la plaga.

La presencia demostrada de un amplio grupo de entomófagos sugiere que cuando se requiera efectuar un tratamiento que reduzca la población de la plaga, este debe ser mediante la aplicación de productos que no interfieran con, o que incluso favorezcan la actividad de dichos organismos benéficos. Es recomendable, como un indicador de la actividad del control biológico natural, la medición del parasitismo en tres etapas de desarrollo del cultivo, mediante la colecta de

larvas, que se recomienda que sea de 100 individuos —como mínimo— en los primeros 20 días después de la siembra (primera), a los 40 días (segunda) y a los 60 días (tercera).

En los muestreos realizados para la obtención de parasitoides y la estimación del parasitismo, el procedimiento es mediante la colecta de larvas en campo, preferentemente del mismo tamaño y de forma aproximada, que serán individualizadas y colocadas con un poco de alimento en un vial (hojas de maíz o higuera) y llevadas al laboratorio para su seguimiento hasta la posible obtención de parasitoides. Las larvas colectadas e individualizadas deben ser revisadas cada dos días, y el alimento, reemplazado en cada revisión. Se cuantifica el número de larvas sanas y de larvas parasitadas, eliminando las larvas muertas por causas desconocidas. Para cada fecha de muestreo, se calcula el porcentaje de parasitismo.

## 2. Control en Iguala, Guerrero

Rocío Toledo Aguilar (INIFAP), Oscar Sandoval Jiménez (CIMMYT) y Ángel Eduardo Muñoz Villalobos (técnico).

En Guerrero, el gusano cogollero es una de las principales plagas del maíz, y, aunque no se han estimado los daños económicos que causa, se han reportado daños foliares en más de 30%, comparado con otros estados (Nexticapán-Garcéz, Magdub-Méndez, Vergara-Yoisura, Martín-Mex y Larqué-Saavedra, 2009); puede provocar una disminución de más de 60% en el rendimiento de grano (Lezaun, 2014). Regularmente, el control del gusano cogollero se realiza cuando se observa un daño en la planta y la plaga se encuentra en su estado larvario. En los estadios más avanzados, sin embargo, el control de adultos y huevecillos es nulo. Además, suelen aplicarse insecticidas que en la mayoría de los casos están prohibidos por su alta toxicidad para los humanos, el suelo y el agua.

En Guerrero se pueden realizar hasta cuatro aplicaciones de insecticidas para el control de gusano cogollero, y más cuando se presentan periodos de sequía. Con ello, se elevan los costos de producción y se puede provocar resistencia al ingrediente activo del insecticida y generar daños colaterales al ambiente y a los humanos.

En la plataforma de investigación en Iguala, Guerrero, se programó y realizó un plan de manejo integrado del gusano cogollero, utilizando:

### 1. TRAMPAS CON FEROMONAS

Las trampas se colocaron inmediatamente después de la siembra, y las septas se cambiaron cada 30 días. Se deben mantener libres de olores que enmascaren la acción de las feromonas, por lo que es necesario retirar las palomillas muertas cada tercer día y colocar agua para mantener libre el área de captura.

### 2. TRICHOGRAMMA SP.

Para el control de *Spodoptera frugiperda*, las avispas de *Trichogramma* ovipositan sus huevos dentro del huevo del gusano cogollero, parasitándolo, y cuando las larvas de la avispa emergen,

se alimentan del embrión del insecto plaga; de esta forma se realiza un control de los huevos de la plaga y los gusanos cogolleros no prosperan.

En la plataforma se realizaron liberaciones de avispas *Trichogramma* cada 15 días, desde la emergencia de las plantas hasta que el elote estuvo en estado lechoso. Se colocaron cuatro placas por hectárea, cada una de las cuales contenía alrededor de 2,500 huevecillos de avispa.

Para su liberación, se recomienda que la placa se coloque en una bolsa de papel, a la cual deberán hacerse los hoyos para permitir la salida de las avispas y colocarle un vaso de unicel para protegerlas del viento, el sol y el agua. Las placas se pueden colocar en una estaca o amarradas a las plantas. El costo de cada placa en Iguala, Guerrero, en 2017, era de \$12, lo que no eleva tanto los costos de producción.

### 3. INSECTICIDAS BIORRACIONALES DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL

Si la población de insectos plaga es grande, se recomienda el uso de insecticidas biorracionales, de baja toxicidad, y sólo como último recurso.

#### Conclusión

El uso de productos alternativos amigables con el ambiente para el control de insectos plaga es viable, pues no provocan daños a la salud del ser humano, son más económicos que los insecticidas que generalmente se emplean y hay un desgaste físico menor en la elaboración de las trampas y en la liberación de las avispas *Trichogramma*, en comparación con lo utilizado para la aplicación de insecticidas. Es mejor realizar un control preventivo cuando no se ha presentado daño a las plantas. ■

#### Referencias

- Bahena, F. (2016). Manejo agroecológico de gusano cogollero: feromonas. Tríptico para productores. Recuperado el 1 de noviembre de 2017, de [http://conservacion.cimmyt.org/en/component/docman/doc\\_view/1695-manejo-agroecologico-de-gusano-cogollero-feromonas](http://conservacion.cimmyt.org/en/component/docman/doc_view/1695-manejo-agroecologico-de-gusano-cogollero-feromonas)
- Lezaun, J. (2014). Oruga militar o gusano cogollero un problema para los cultivos de maíz y sorgo. *Crop Life Latin America*. Recuperado el 3 de noviembre de 2017, de <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/gusano-cogollero>
- Nexticapan-Garcéz, A., Magdub-Méndez, A., Vergara-Yoisura, S., Martín-Mex, R. y Larqué-Saavedra, A. (2009). Fluctuación poblacional y daños causados por gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* JE Smith) en maíz cultivado en el sistema de producción continúa afectado por el huracán Isidoro. *Universidad y ciencia*, 25(3), 273-277.

Para el cálculo del porcentaje de parasitismo se usa la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de parasitismo} = \frac{\text{larvas parasitadas} \times 100}{\text{larvas útiles}^*}$$

\*Las larvas útiles se obtienen mediante la diferencia entre las larvas colectadas y las que mueren por manejo o patógenos o que escapan. Las larvas parasitadas se cuantifican únicamente a partir de las larvas útiles, emerge o no el parasitoide adulto.

Para conocer los insectos benéficos depredadores, el procedimiento es mediante la observación directa en el cultivo y el apoyo bibliográfico. Se deberá cuantificar e identificar a cada grupo distinto de depredador observado, y es importante tener evidencia fotográfica del momento de la observación, particularmente si el insecto se encuentra depredando. En este caso, es posible observar a varias especies de coccinélidos, chinches, dermápteros, neurópteros y arañas, entre otros grupos.



*Campoletis sonorensis*, parasitoide de larvas del gusano cogollero.

### Restaurando la biodiversidad funcional

La diversidad vegetal, tanto de los cultivos como la natural, favorece la abundancia de los enemigos naturales y su efectividad al proveer de huéspedes o presas alternativas cuando escasea la plaga principal, aportar alimentación (polen y néctar) a los parasitoides y depredadores y ofrecer refugios para su hibernación o nidificación. Entre más diverso sea el agroecosistema y más tiempo tenga inalterada esta diversidad, mayor cantidad de relaciones internas se construyen entre las poblaciones de organismos. La idea de que la vegetación cercana al cultivo sólo representa competencia o reservorio de insectos dañinos ha sido un concepto muchas veces mal aplicado que en la práctica



Plantas para restaurar la biodiversificación funcional.



### 3. Uso de trampas con feromonas en cultivos de maíz (*Zea mays L.*)

#### San Juan Cotzocón, Oaxaca

Yamasari Villa Alcántara, técnica certificada en AC.

Con el objetivo de comprobar la eficiencia en la captura de palomillas macho de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y evaluar su incidencia en el desarrollo del cultivo de maíz (*Zea mays L.*), se estableció un ensayo en la parcela del señor Carlos Huescas, en el municipio de San Juan Cotzocón, Oaxaca (17°25'16.19" N, 95°24'05.86" O. Altitud: 136 msnm).

#### MATERIALES Y MÉTODO

- Cápsula con feromona sexual (específica para gusano cogollero)
- Garrafa de plástico de 20 L
- 3 L de agua con jabón sin aroma
- Una estaca de madera de 2 m
- 1 m de alambre recocado

#### INSTALACIÓN DE LAS TRAMPAS

Se recomienda instalar de cuatro a cinco trampas con feromonas por cada hectárea de cultivo, a 25 metros de las orillas. En la plataforma de investigación el área de cultivo es de 2,500 metros cuadrados, por lo que se instaló una sola trampa.

Para la colocación de las trampas se requirió una garrafa de plástico con capacidad de 20 L que se perforó en tres de sus lados, abriendo dos ventanas de 25 × 25 cm en sus costados y una ventana frontal del mismo tamaño, lo que permitirá la entrada de la palomilla macho al interior de la garrafa. Se hizo un pequeño orificio en la parte superior al centro de la garrafa, a través del cual pasamos el alambre que sujeta la cápsula de feromonas, de manera que quede colgando al centro de las ventanas.

Con otro trozo de alambre se sujetó la garrafa a la estaca de madera y se colocó a unos 20 cm del suelo; hay que especificar que esta trampa se colocó al momento de la siembra. Por último, se llenó la parte inferior de la garrafa con agua con jabón, el cual ayuda a romper la tensión superficial del agua para que las palomillas capturadas se vayan al fondo de la garrafa.

#### MONITOREO

La trampa se colocó el 25 de julio de 2017 y se monitoreó diariamente durante 19 días, realizando el conteo de palomillas macho de gusano cogollero capturadas.

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fecha de captura: del 25 de julio al 12 de agosto de 2017.

Con la captura de 288 palomillas de gusano cogollero, se evitó la nacencia de entre 172,800 y 518,400 huevecillos, debido a que un macho puede copular hasta con tres hembras, y cada una de ellas puede ovipositar 600 huevecillos. Por lo tanto, cada captura de palomilla de gusano cogollero puede evitar la nacencia de hasta 1,800 huevecillos.

#### CONCLUSIONES

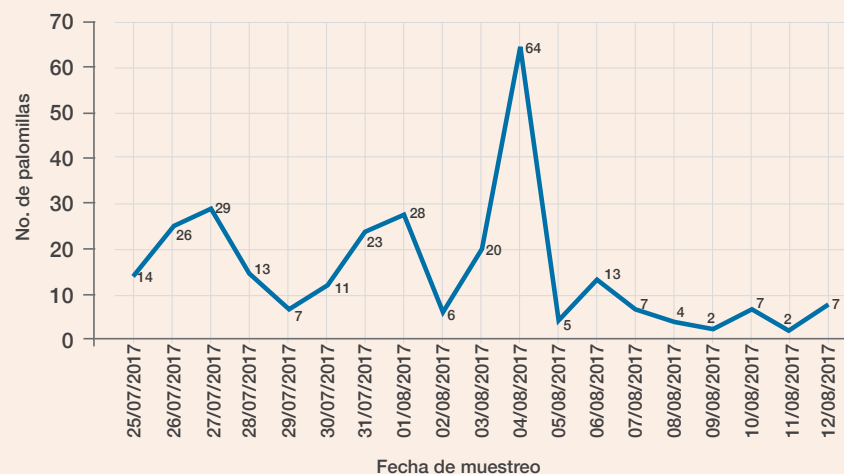
La incidencia de plagas en la región es importante, y éstas se combaten con insecticidas que dañan y destruyen el equilibrio ecológico de las especies que cohabitan en el ecosistema, por lo que la instalación de trampas para el control biológico de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) es un alternativa viable y sustentable que disminuye el uso de químicos.

En la región, el uso y la comercialización de las feromonas es aún una innovación que requiere ser adoptada y adaptada por los productores para su uso. Sin embargo, el tema de la comercialización es aún complicado por el bajo costo de la feromona, en comparación con los agroquímicos, lo que probablemente originará que algunas casas comerciales opten por no distribuirla. ■

Cuadro 1. Monitoreo diario y conteo de las palomillas de gusano cogollero capturadas.

*D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
*P	14	26	29	13	7	11	23	28	6	20	64	5	13	7	4	2	7	2	7

Abreviaciones: \*D = días monitoreados, \*P = Número de palomillas encontradas dentro de la garrafa.



Gráfica 1. Adultos de gusano cogollero capturados por trampa.

## 4. Manejo agroecológico de gusano cogollero en Indaparapeo, Michoacán

Helios Escobedo Cruz, Celeste Alvarado Alonso y Emma Castolo Calderón (Red\_Innovac)

En la plataforma de investigación de Indaparapeo surge la inquietud de buscar alternativas sustentables que disminuyan la problemática del daño ocasionado por insectos plaga. Se han implementado acciones de manejo mediante el control etológico empleando trampas con feromona sexual para monitoreo de cogollero, trampas cromáticas de pegamento en frijol para el monitoreo de mosquita blanca, extractos vegetales y jabón agrícola, incidiendo con estas últimas en aspectos de repelencia e inhibición de la plaga, disminuyendo así el daño. Lo anterior, aunado a la fauna benéfica existente, la cual ejerce un control biológico por conservación en el que se ha encontrado hasta 35% de parasitismo natural, epizootia generada por *Metarhizium rileyi* y una gran variedad de depredadores, donde los coccinélidos se encuentra con mayor frecuencia.

### MATERIALES Y MÉTODOS

En el ciclo PV 2017 el cultivo de maíz se sembró el 5 de junio y las trampas cebadas con feromonas se colocaron cinco días después, antes de la emergencia del cultivo. Se estableció un total de nueve trampas en un área de 2.25 ha<sup>-1</sup>, cuatro trampas ha<sup>-1</sup> con un cambio. El periodo de monitoreo fue del 10 de junio al 11 de agosto de 2017. El cambio de las feromonas se realizó el 10 de julio, 30 días después del inicio del monitoreo.

El primer conteo de palomillas de gusano cogollero se realizó el 12 de junio, y éstos se hicieron dos veces por semana. Asimismo, se realizó una sola aplicación del insecticida benzoato de emamectina en una dosis de 100 ml ha<sup>-1</sup> cuando el daño alcanzó el umbral de 15%.

### RESULTADOS

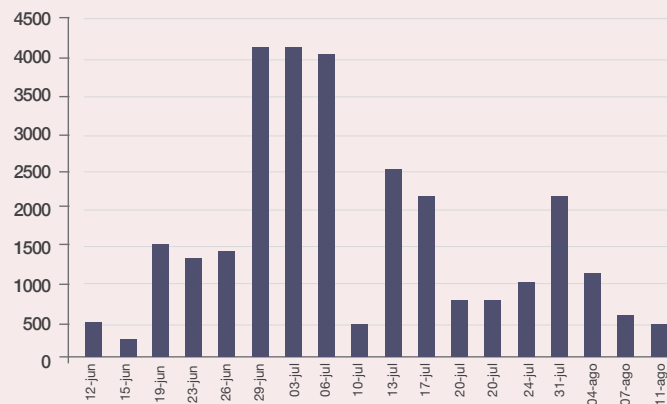
La mayor captura de palomillas de gusano cogollero coincidió con el establecimiento del cultivo, entre V3 y V4. La menor incidencia se obtuvo al inicio y al final del monitoreo, con un promedio de 10 palomillas por

noche por trampa. La mayor captura fue de 158.2 palomillas por trampa por noche. El total de la captura masiva fue de 29,561 palomillas, con lo cual se evitaría una infestación potencial de 39,907,350 larvas de gusano cogollero. En la zona donde no se estableció el semioquímico, se realizaron en promedio de tres a cuatro aplicaciones con insecticidas piretroides, organofosforados o una mezcla de ambos. Los precios de esta actividad son entre \$1,200 y \$1,500 ha<sup>-1</sup>. En el caso de la feromona sexual, el costo es de \$50 por septo, más una aplicación con insecticida de bajo impacto, con un costo total de \$950/ha y un menor impacto al ambiente.

Es importante mencionar que el manejo que se realizó brindó gran apoyo a los enemigos naturales que se han identificado dentro de la plataforma, encontrando los tres grupos de organismos benéficos: depredadores, con los coccinélidos (*Hippodamia convergens*); parasitoides, con *Chelonus insularis*; y entomopatógenos, con *Nomuraea rileyi*. ■

### Referencias

- Bahena, F. (2008). Enemigos naturales de las plagas agrícolas. Del maíz y otros cultivos. Libro técnico 5. Uruapan: SAGARPA-INIFAP y RAPAM.
- Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato. Manual de plagas y enfermedades de frijol. Folleto 11. México: Cesaveg.
- Escobedo, H., Alvarado, C. y Castolo, E. (2017). Dinámica poblacional de *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) de tres años consecutivos en Indaparapeo, Michoacán, con feromona sexual. Memorias del XIV Simposio Internacional y IX Congreso Nacional de Agricultura Sostenible.
- Quispe, A. (2007). Tecnologías alternativas para la producción de alimentos sanos y nutritivos.



Gráfica 1. Captura total de nueve trampas, por fecha, de palomilla macho de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*).

solamente ha fomentado el uso de herbicidas y alejado la posibilidad de que los organismos benéficos estén o se acerquen a los cultivos.

En muchas regiones agrícolas de México se ha cultivado tradicionalmente el maíz asociado con frijol, haba y calabaza, y se ha demostrado cómo este tipo de prácticas previenen o reducen en forma natural las poblaciones de plagas como las chicharritas *Empoasca sp.* y *Dalbulus sp.*, el crisomélido *Diabrotica balteata*, el barrenador del tallo *Diatraea lineolata* y el gusano cogollero *S. frugiperda* (Bahena, 2015).

Es recomendable que, en la medida de lo posible, se hagan trabajos para restaurar la biodiversidad funcional, a nivel de paisaje y de parcela. Un principio fundamental para hacer restauración es que se dé prioridad a las especies nativas que por alguna razón han desaparecido o cuya presencia se encuentra muy minimizada.

Además de establecer mayor vegetación con especies frutícolas y de aprovechamiento forestal, también se puede hacer con árboles que produzcan abundantes flores. Se sugiere el establecimiento de agroecosistemas más diversificados por medio de cultivos en franjas, mosaicos y asociaciones de cultivos de diferente tipo que deberán ser adaptados a cada lugar y ambiente y a la condición y el interés de los productores. Es posible y benéfico asociar el maíz con otros cultivos como frijol, calabaza, haba, amaranto y frutales diversos o introducir otras plantas como botón de oro, guaje, nacedero, cempasúchil, nopal, mata ratón, etc., por citar algunas.

## 5. Muestreo, monitoreo y uso de trampas con feromonas sexuales en Zacatecas

Julio César González Márquez<sup>1</sup> y Fernando Bahena Juárez<sup>2</sup>.

Para llevar un control adecuado de plagas en el Manejo Agroecológico de Plagas (MAP), es necesario tomar en cuenta el nivel de daño económico (NDE), que es el punto en el que las pérdidas asociadas con la actividad de la plaga y los costos del manejo de la plaga son igual a los beneficios esperados, es decir, ese índice nos define el impacto de la plaga. También es necesario calcular el umbral económico (UE), que es un criterio operativo para determinar si se necesita o no una acción de manejo contra una plaga, es el tiempo prudente de acción antes de que se alcance el NDE (Villanueva, 2017). Lejos de considerar dichos parámetros, comúnmente los productores realizan aplicaciones preventivas de agrotóxicos en sus cultivos, lo que agrava los problemas a la larga. En Zacatecas, en el ciclo PV 2017 se aplicaron técnicas de MAP para el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*).

### CASO 1. APLICACIÓN DEL MUESTRO Y MONITOREO PARA LA TOMA DE DECISIONES

Este trabajo se llevó a cabo en el Dazjo, ubicado en La Joya, municipio de Zacatecas, Zacatecas (22.76574

N, 102.70609 O; a 2,222 msnm). Los cultivos establecidos fueron sorgo forrajero híbrido Centurión® en 2.5 hectáreas (lote A1) y maíz híbrido RX717 en 12.50 ha (lotes A3, B1 y B2), con fecha de siembra del 12 de mayo de 2017, en condiciones de riego y bajo el sistema de Agricultura de Conservación (Ac).

A partir de la etapa V2, se realizó un muestreo en 10 puntos aleatorios en cada lote para detectar presencia de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), contando 10 plantas continuas sobre el surco, y se monitoreó semanalmente por 10 semanas.

Durante las primeras 7 semanas de monitoreo, se encontraron incidencias menores de 20% de presencia de *Spodoptera frugiperda*; es decir, durante el periodo crítico de desarrollo del cultivo se tuvo buen control biológico por conservación; hasta el ciclo anterior (PV 2016) se aplicaban —cuando menos— un par de dosis de insecticida de forma preventiva, sin realizar muestreo alguno. En tres lotes monitoreados se registró baja incidencia de *S. frugiperda*, detectando niveles de alarma sólo en un lote, donde con base en el muestreo, se recomendó la aplicación de un producto insecticida biorracional a base de ajo; no

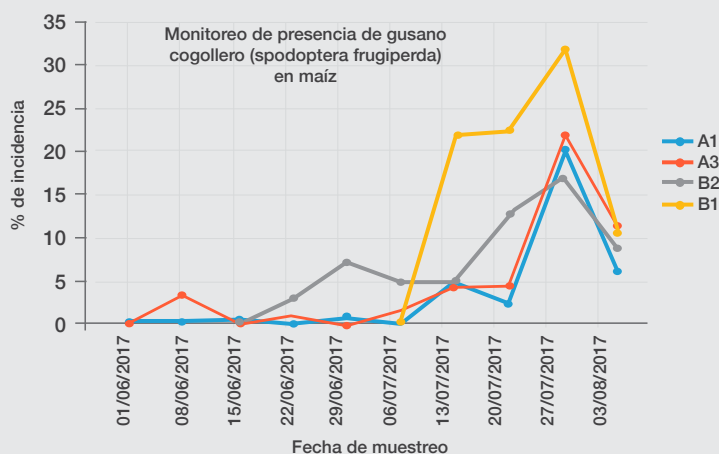
hubo necesidad de aplicar agrotóxicos como tradicionalmente se realizaba, lo que disminuyó costos de producción y tuvo un menor impacto ambiental.

### CASO 2. CAPACITACIÓN EN LA UTILIZACIÓN DE TRAMPAS CON FEROMONAS

Durante la última semana de julio y la primera de agosto, se atendió a 57 productores con la realización de cuatro capacitaciones relacionadas con el uso de trampas con feromonas sexuales, donde se expuso el tema de Manejo Agroecológico de Plagas y se habló sobre la importancia de usar productos menos nocivos para el ambiente, los daños que éstos provocan y las causas del aumento en el uso de agrotóxicos en la agricultura, como el monocultivo, la sobredosisificación, la mezcla de dos o más productos y el no usar productos específicos, lo que en suma deriva en resistencia por parte de las plagas y la necesidad de utilizar cada vez más agrotóxicos.

En cada taller se expuso explícitamente sobre las plantas de maíz y cómo realizar un muestreo antes de programar una aplicación de productos, además de cómo llegar al uso de agroquímicos como la última opción, pasando antes por la diversificación de cultivos, el control biológico por conservación e incremento, la colocación de trampas con feromonas sexuales y de melaza y el uso de productos biorracionales y extractos vegetales.

Gracias a los talleres impartidos, se realizó la instalación de trampas con feromonas y atrayente en —al menos— 200 hectáreas de maíz de los municipios de Miguel Auza, Zacatecas, Guadalupe, Trinidad García de la Cadena y Jerez. Los productores están hartos de utilizar tantos agroquímicos en la producción, pues lo consideran un “exceso de veneno para lograr las cosechas”. Por eso, en todas las zonas estuvieron abiertos a realizar diferentes prácticas de control de plagas antes de utilizar agrotóxicos. ■



Gráfica 1. Resultados del monitoreo de *Spodoptera frugiperda* en Dazjo, PV, 2017.

<sup>1</sup>Grupo Agrocime; <sup>2</sup>INIFAP, Campo Experimental Uruapan.

Muchos ejemplos exitosos se encuentran documentados, y se puede revisar algunos de ellos para adaptar lo que sea posible a cada condición o ambiente (ver: Vázquez, 1999; Cortez, 2004; Nicholls, 2006; Altieri y Nicholls, 2010). ❁

## Referencias

- All, J. N. (1988). Fall armyworm (*Lepidoptera: Noctuidae*) infestations in no-tillage cropping systems. *Florida Entomologist*, 71(3), 268-272.
- Altieri, M. A. y Nicholls, C. (2010). *Diseños agroecológicos para incrementar la biodiversidad de entomofauna benéfica en agroecosistemas*. Colombia: SOCLA.
- Bahena, F. (2015). *Manejo Agroecológico de Plagas de maíz*. Guadalajara, México: Servicio Empresarial de Distribución y Desarrollo S. A. de C. V.
- Bahena, F. y Cortez, E. (2015). *Gusano Cogollero del maíz Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae)*. En H. C. Arredondo y L. A. Rodríguez (Eds.), *Casos de Control Biológico en México 2* (pp. 181-250). Montecillo, México: Colegio de Postgraduados.
- Casmuz, A., Juárez, L., Socías, G., Murúa, G., Prieto, S., Medina, S., Willink, E. y Gastaminza, G. (2010). *Revisión de los hospederos del gusano cogollero del maíz, Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae)*. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 69(3-4), 209-231.
- Cortez, H. (2004). *El papel benéfico de las "malezas" en los agroecosistemas*. En C. M. Tornero, J. F. López-Olguín y G. Aragón (Eds.), *Ciencias Ambientales y Agricultura* (pp. 175-188). Puebla, México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- King, A. B. S. y Saunders, J. L. (1984). *Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central*. London: Overseas Development Administration.
- Nicholls, C. (2006). *Bases agroecológicas para diseñar e implementar una estrategia de manejo de habitat para control biológico de plagas*. *Agroecología*, 1, 37-48.
- Roberts, P. and All, J. (1993). *Hazard for Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) infestations of maize in double-cropping systems using sustainable agricultural practices*. *Florida Entomologist*, 76(2), 276-282.
- Sosa-Gómez, D. R. y Moscardi, F. (1994). *Effect of till and no-till soybean cultivation on dynamics of entomopathogenic fungi in the soil*. *Florida Entomologist*, 77(2), 284-286.
- Turnock, W. J., Timlick, B. and Palaniswani, P. (1993). *Species and abundance of cutworms (Noctuidae) and their parasitoids in conservation and conventional tillage fields*. *Agriculture, Ecosystems & Environmental*, 45(3-4), 213-227.
- Valdés, G. M., Álvarez, S. y Ramos, J. (1993). *La entomofauna del maíz de riego en tres sistemas de producción durante cinco años en el Valle de Guadiana, Durango*. En *Resúmenes XXVIII Congreso Nacional de Entomología*. Cholula, México.
- Vázquez, L. (1999). *La conservación de los enemigos naturales de plagas en el contexto de la fitoprotección*. *Boletín Técnico*, 5(4), 75. Cuba: INISAV.

## 6. Parasitismo natural en el Papaloapan, Oaxaca.

Jacinto Rafael Valor<sup>1</sup> y Fernando Bahena Juárez<sup>2</sup>.

El gusano cogollero (GC) es un organismo como cualquier otro, y en el campo siempre existen otros organismos que se encargan de regular las poblaciones de manera natural. La efectividad que pueden llegar a tener los agentes de control biológico depende del manejo que se da al cultivo y, principalmente, del uso de plaguicidas químicos, pues su uso excesivo incide directamente en la pérdida de diversidad vegetal que provee alimento alterno y refugio a los agentes de control natural.

En el mundo existe una diversidad amplia de enemigos naturales de *S. frugiperda*, algunos de los cuales hacen una regulación natural de la plaga en forma sobresaliente. Desde hace poco más de 40 años se han hecho intentos por conocer la diversidad de organismos benéficos que parasitan a todos los estados de desarrollo del GC mediante diversos estudios de exploración de enemigos naturales en distintas regiones de México.

De las 263 especies de parasitoides de *S. frugiperda* que se han mencionado en una reciente revisión (Bahena y Cortes, 2015), 87 (33.1%) se encuentran en México. Con base en colectas continuas de larvas de GC realizadas en los últimos 13 años (2000–2013) en la región occidental y centro de México, se han encontrado poco más de 25 especies de parasitoides y se ha concluido que *C. sonorensis* (Ichneumonidae) y *Ch. insularis* (Braconidae) son —entre todos los parasitoides encontrados— las dos especies más prometedoras para ser usadas en programas de control biológico, donde además de su reproducción masiva para posteriores liberaciones, deben considerarse estrategias para su conservación y mejor funcionamiento en campo.

Es relevante mencionar que la familia con el mayor número de especies parasitoides de *S. frugiperda* es Tachinidae con 83, seguida de Ichneumonidae con 63

y Braconidae con 52, sumando entre ellas 75.3% del total. Esta situación demuestra la importancia que tienen las moscas parasitoides del orden Diptera, aunque la mayoría de los estudios se han centrado en el orden Hymenoptera. Del mismo modo, las mayores búsquedas de parasitoides se han centrado en larvas de los primeros estadios, y es notable la falta de estudios inclinados a encontrar parasitoides de prepupas, pupas y adultos de GC, por lo que se ha minimizado la posibilidad de lograr un mayor impacto en la reducción de la población de generaciones subsecuentes.

Derivado de este conocimiento, se ha iniciado la colecta y el muestreo de larvas de gusano cogollero en dos municipios representativos de la región Cuenca del Papaloapan en el estado de Oaxaca, con la finalidad de identificar y conocer el parasitismo natural existente en esta región.

## MATERIALES Y MÉTODO

Se realizó la colecta de larvas de gusano cogollero con la finalidad de conocer el porcentaje de parasitismo e identificar los agentes locales de control biológico. Se realizaron prácticas de parasitismo del gusano cogollero en módulos de innovación y el área de extensión ubicados en los municipios de Ayotzintepec y San Felipe Jalapa de Díaz, en el primero bajo sistemas de producción intensiva, con la participación del productor Aureliano Ayala Angulo, y en el segundo en sistema de producción de autoconsumo, con la participación de Andrés Ramos Mariano en La Permuta y Remigio Zúñiga Roque en Sección los Roques. La colecta realizada en Ayotzintepec corresponde al ciclo agrícola de maíz en primavera-verano 2017, mientras que, de las dos colectas de San Felipe Jalapa de Díaz, una corresponde a primavera-verano 2017 y la otra al ciclo otoño-invierno

**Cuadro 1. Captura de larvas de gusano cogollero en maíz en localidades de la región Cuenca del Papaloapan, Oaxaca.**

NO.	FECHA DE COLECTA	LUGAR DE COLECTA	UBICACIÓN	ALTITUD (MSNM)	LARVAS COLECTADAS
1	21-ene-2018	Sección los Roques, San Felipe Jalapa de Díaz, Oaxaca	18.105222 N -96.498972 W	101	59
2	29-may-2017	Ayotzintepec, Oaxaca	17.682685 N -96.117815 W	99	100
3	15-jun-2017	La Permuta, San Felipe Jalapa de Díaz, Oaxaca	18.089333 N -96.489861 W	104	50

<sup>1</sup>Productores agrícolas y pecuarios de la mazateca baja, SC de RL de CV;

<sup>2</sup>INIFAP, Campo Experimental Uruapan.

2017/2018. En total se realizaron tres colectas de larvas en tres localidades de dos municipios de la región Cuenca del Papaloapan en el estado de Oaxaca, como se enlista en el cuadro 1. La medición del parasitismo se realizó a los 30 y 35 días de siembra, y cada larva colectada se colocó de forma individual en vasos de plástico con tapa de cierre hermético, con orificios finos para su ventilación. En cada vaso se colocó alimento de follaje fresco de una planta de maíz obtenido de la misma parcela, y se rotuló cada vaso con un número consecutivo para su identificación y control durante el periodo de observación.

Las larvas colectadas se revisaron cuidadosamente para no maltratarlas y evitar que escaparan, en periodos de dos días para alimentarlas; fue importante observar que las larvas estuviesen vivas y alimentándose hasta la etapa en que alcanzaron su estado adulto.

Se realizó el registro de las observaciones cuantificando el número de larvas colectadas, larvas sanas, larvas parasitadas y larvas muertas y sus causas, ya que estos datos permitieron realizar el cálculo del porcentaje de parasitismo usando la siguiente fórmula tomada de la guía Determinación del parasitismo natural del gusano cogollero del maíz en plataformas y módulos (Bahena, 2017).

#### Consideraciones:

- Larvas muertas son aquellas que mueren por manejo o patógenos o que escapan.
- Las larvas parasitadas son cuantificadas a partir de las larvas útiles, habiendo emergido o no el parasitoide adulto.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las larvas colectadas se identificaron parasitoides de los primeros y los últimos estadios de desarrollo. Los porcentajes de parasitismo en los módulos y las áreas de extensión donde se realizó la práctica varían, pues, aunque pertenecen a la misma región o —incluso— al mismo municipio, tienen condiciones distintas y un manejo del sistema de producción diferente. A continuación, se muestran los porcentajes obtenidos:

A escala nacional, se tienen registradas más de 85 especies de parasitoides para *Spodoptera frugiperda*, pero en esta práctica se identificó la emergencia de 16 parasitoides de la familia Tachinidae —específicamente la especie *Archytas*

Cuadro 2. Parasitismo natural de larvas de gusano cogollero colectadas en la región Cuenca del Papaloapan, Oaxaca.

LUGAR (LOCALIDAD Y MUNICIPIO)	LARVAS COLECTADAS	LARVAS MUERTAS POR ALGUNA ENFERMEDAD (HONGOS, BACTERIAS O VIRUS)	LARVAS DESAPARECIDAS O MUERTAS POR CAUSAS DESCONOCIDAS	LARVAS ÚTILES	LARVAS PARASITADAS	PALOMILLAS OBTENIDAS DEL GUSANO COGOLLERO	AVISPAS EN ESTADO ADULTO	OBSERVACIONES GENERALES	PORCENTAJE DE PARASITISMO
Sección Los Roques, San Felipe Jalapa de Díaz, Oaxaca	59	1	2	56	14	42	0	En larvas parasitadas, 13 son moscas y 1 nematodo	25.00
Ayotzintepec, Oaxaca	100	2	21	77	2	75	0	No se identificó emergencia de parasitoides	2.60
La Permuta, San Felipe Jalapa de Díaz, Oaxaca	50	8	2	40	3	37	0	En larvas parasitadas, los 3 son moscas	7.50

marmoratus (Townsend)— y un nematodo, y hubo larvas muertas por hongos de *Beauveria bassiana* y bacterias no identificadas.

El municipio de Ayotzintepec tiene un sistema de producción comercial en el que, para controlar el gusano cogollero, se realiza un promedio de seis aplicaciones, mientras que en el municipio de San Felipe Jalapa de Díaz existe un sistema de producción en laderas con prácticas agronómicas sustentables como el mínimo movimiento del suelo y la cobertura de rastros, además del mínimo o nulo uso de plaguicidas.

Con los resultados obtenidos, en el primer caso se identifica que ha habido una reducción de insectos benéficos, lo que nos obliga a desarrollar prácticas agronómicas como la disminución del uso de plaguicidas, que nos permitirá restaurar la población de benéficos. En el segundo caso, que corresponde a un área de producción de autoconsumo, queda demostrado que aún existe un control biológico natural y funcional, por lo que es importante que los productores de la zona comprendan este fenómeno a fin de que puedan seguir conservando su biodiversidad y —sobre todo— su fauna benéfica, ya que es un área donde el uso de plaguicidas es mínimo. ■



1. *Archytas marmoratus*, parasitoide del gusano cogollero. 2. Parasitoides emergidos de la colecta realizada. 3. Larva probablemente muerta por un entomopatógeno, colecta realizada en La Permuta, San Felipe Jalapa de Díaz, Oaxaca. 4. Nematodo emergido de una larva colectada en la comunidad Sección Los Roques, San Felipe Jalapa de Díaz, Oaxaca.

## Referencias

- Bahena, F. (2017). Determinación del parasitismo natural del gusano cogollero del maíz en plataformas y módulos. México: INIFAP.
- Bahena-Juárez, F., de Lange, E., Farnier, K., Cortez-Mondaca, E., Sánchez-Martínez, R., García-Pérez, F., Miranda-Salcedo, M., Degen, T., Gaudillat, B. y Aguilar-Romero, R. (2010). Parasitismo en gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en el centro de México. En XXXIII Congreso Nacional de Control Biológico. Uruapan, México.
- Bahena, F. (2008). Enemigos naturales de las plagas agrícolas del maíz y otros cultivos. México: INIFAP.
- Bahena, F. y Cortez, E. (2015). Gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). En H. C. Arredondo y L. A. Rodríguez (Eds.), Casos de Control Biológico en México, vol. 2. México: Colegio de Postgraduados.

# Alternativas sostenibles para el control de plagas en la costa de Oaxaca

Por: Lenys Lisbeth Sánchez Ríos<sup>1</sup>, F. Bahena<sup>2</sup>, Luis G. Ramírez Martínez<sup>3</sup> y Everardo Ríos Sánchez<sup>4</sup>.

El cultivo de maíz es uno de los más importantes en la costa de Oaxaca, principalmente en zonas de laderas y lomeríos donde se produce para el autoconsumo y algunos excedentes comercializables. Actualmente, existe la necesidad de reducir gradualmente el uso de agroquímicos, tanto en el ciclo productivo como en la etapa de poscosecha, en la que se registran pérdidas de hasta 40% del grano cosechado; por tratarse de una zona tropical, el ambiente favorece la presencia y rápida infestación de las plagas. En esta región se realiza el uso irracional de productos químicos como Foley (paration metílico) y cipermetrina para plagas del follaje, principalmente gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), y Graneril (paration metílico), Foley (paration metílico) y pastillas (fosforo de aluminio) para plagas en almacenamiento del grano, como gorgojo (*Sitophilus zeamais*) y palomillas como *Sitotroga cerealella* y *Plodia interpunctella*.

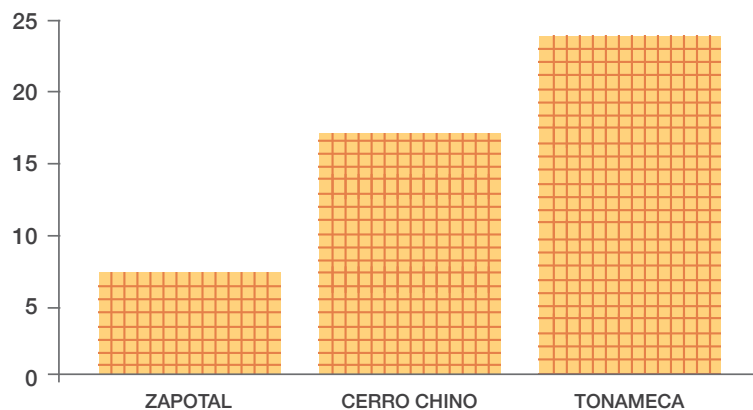
La problemática de suelos erosionados, plagas del follaje y suelo, lluvias dispersas y bajos rendimientos en la producción agrícola que enfrentan las familias en la región las ha orillado a cuidar cada kilogramo de grano que logran producir. En temporada de cosecha se vende barato y se compra caro, en los meses de mayo a agosto; por lo tanto, la pérdida de unos kilos de la producción en etapa de poscosecha corresponde a la comida de varias semanas y el trabajo de muchos meses en el campo.

Bajo esta consideración, la Sociedad Agroecológica de la Costa de Oaxaca, en colaboración con MasAgro, preocupada por la sostenibilidad ecológica del sistema de

producción, implementó alternativas sustentables para el manejo de las plagas más importantes. Durante el ciclo productivo, se instalaron trampas con feromonas para el monitoreo de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), que es la plaga principal en la zona, y se implementaron módulos de poscosecha con tecnologías herméticas promovidas por MasAgro. La colocación de las trampas con feromonas sexuales en campo, su seguimiento y la toma de datos se realizaron siguiendo las instrucciones indicadas en Bahena, 2016.

Se colocaron las trampas y se obtuvieron capturas de palomillas de *Spodoptera frugiperda* en las comunidades El Zapotal, San Pedro Pochutla; Palma Larga, Cozoaltepec, Santa María Tonameca; y Cerro Chino, Santa María Huatulco. Adicionalmente, se realizaron capacitaciones para productores en el municipio de San Miguel del Puerto, Oaxaca.

La cantidad de palomillas capturadas por noche varió de acuerdo con la comunidad, obteniéndose mayor captura en el municipio de Santa María Tonameca, ya que en los otros dos sitios las lluvias fueron frecuentes y en ese se tuvo un periodo de sequía durante las primeras etapas del cultivo, lo que posiblemente permitió que hubiera más palomillas. Sin embargo, de acuerdo con los muestreos realizados, la incidencia de larvas de gusano cogollero resultó menor que 10%, tomando como indicador la presencia de larvas y el daño en planta. Es el primer año de implementación de esta tecnología, por lo que se pretende monitorear los ciclos consecutivos para tener datos comparativos más concretos acerca de la presencia del insecto. Los datos observados en las capturas de las trampas y el porcentaje de infestación calculado en los muestreos directos indican que la eficiencia de las trampas fue alta, reduciendo en forma significativa el daño de las larvas y, en consecuencia, evitando el uso de plaguicidas químicos.



Gráfica 1. Captura promedio de palomillas de *Spodoptera frugiperda* por noche.

<sup>1</sup>Sociedad Agroecológica de la Costa de Oaxaca; <sup>2</sup>INIFAP, Campo Experimental Uruapan;

<sup>3</sup>Consultor externo de poscosecha; <sup>4</sup>Dirección de Desarrollo Rural de Santa María Huatulco.

En el caso de poscosecha, se establecieron módulos donde se evaluaron los tratamientos tradicionales utilizados por los productores y las tecnologías herméticas promovidas por MasAgro, principalmente bolsas plásticas herméticas (BPH), las cuales están compuestas por un material multilaminado muy resistente que tiene una barrera de alta tecnología contra la humedad y los gases, entre dos capas de polietileno (PE) de 0.078 mm de espesor que la hace 60 veces más impermeable que otros materiales plásticos comunes del mismo calibre. El material pesa 150 g/m<sup>2</sup> (doble capa) (Grain Pro, Ficha técnica Súper bolsa).

Al momento de la instalación de los tratamientos, se tomaron datos de humedad y peso del grano. Se almacenó por 90 días en una galera que funge como corredor en la casa del productor cooperante Julián Franco, la cual está hecha de tabiques de cemento y techo de lámina, su altura es de aproximadamente 3 metros y cuenta con suficiente aireación. Se colocaron a una altura de 40 cm sobre el nivel del piso en tablas sostenidas por tabiques de concreto. Durante el almacenamiento, se realizó

seguimiento mensual, sin abrir los recipientes para no interrumpir el efecto de la hermeticidad, y se anotaron los siguientes datos: fecha de seguimiento mensual, observaciones de los tratamientos, observaciones del área de almacenamiento y algunas recomendaciones. Se evaluaron cuatro tratamientos, y las características de ellos se muestran en el cuadro 1.

En la apertura de los módulos se muestrearon 500 g compuestos por granos de la parte superior, media e inferior de cada costal. De estas muestras compuestas, se registró el peso final y el porcentaje de humedad, para ser comparados con el valor de estas variables al inicio del periodo de almacenamiento, como se muestra en la gráfica 2 para el caso de la variación del peso de grano y en la gráfica 4 para el caso del porcentaje de humedad. El precio del grano al momento de la apertura de los tratamientos fue de \$6.00/kg.

En las muestras de 500 g se registraron las especies de insectos encontradas y el número de insectos vivos y muertos de cada especie.

Los resultados más sobresalientes se muestran en la gráfica 2.

La mayor variación de peso se registró en la bolsa plástica estándar, debido a la preferencia de las plagas por anidar en sus pliegues, por esto se registró también mayor número de insectos vivos (gráfica 3); la menor pérdida se dio en la bolsa plástica hermética.

El maíz almacenado es una mezcla de Tuxpeño y Olotillo. Estos maíces se pueden asemejar al grano clasificado como tipo duro, cuyos granos son de naturaleza córnea —predominantemente vítrea (más de la mitad de la constitución de su endospermo)— y una porosidad menor, por lo que presenta menor intercambio de humedad con el ambiente, por lo tanto, en los tratamientos que tenían intercambio de oxígeno y humedad del ambiente, la variación fue menor que en el tratamiento hermético.

Las plagas predominantes en la comunidad son palomillas y gorgojos. En la gráfica 3 se observa la presencia de insectos vivos y muertos por tratamiento.

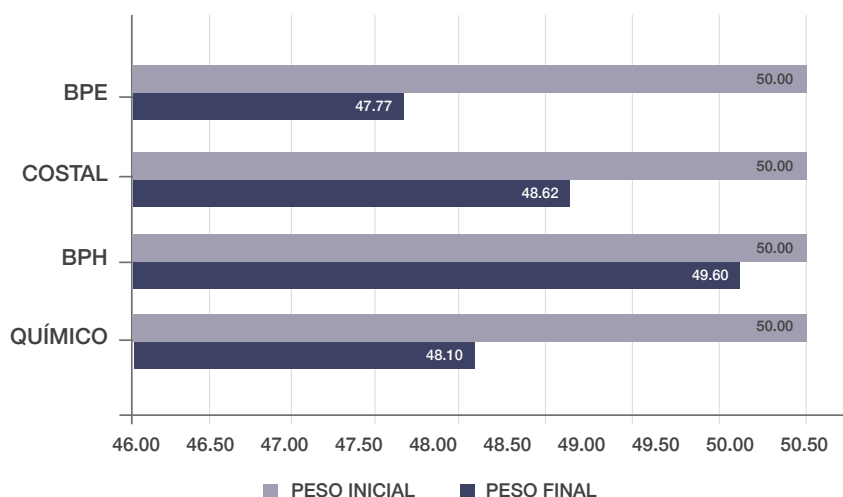
El tratamiento BPE registra mayor presencia de insectos vivos y muertos, principalmente *Sitotroga cerealella* y *Sitophilus zeamais*, seguido por el costal, y el mejor tratamiento es la BPHZ al presentar sólo insectos muertos, ya que por el principio hermético de la bolsa, en ausencia de oxígeno, estos insectos se mueren; a diferencia del grano, que sólo baja su tasa respiratoria, entrando en un estado de dormancia, lo que no sucede con la bolsa plástica estándar, ya que al ser perforada por los insectos, permite el paso del oxígeno, coadyuvando al desarrollo y reproducción de los insectos.

En cuanto al parámetro de sanidad, en una escala de 3+ a 1+, donde 3+ es la mayor puntuación y 1+ es la menor, la BPHZ obtuvo la calificación de 3+, la BPE y el GPM recibieron la de 2+ y el costal obtuvo la de 1+.

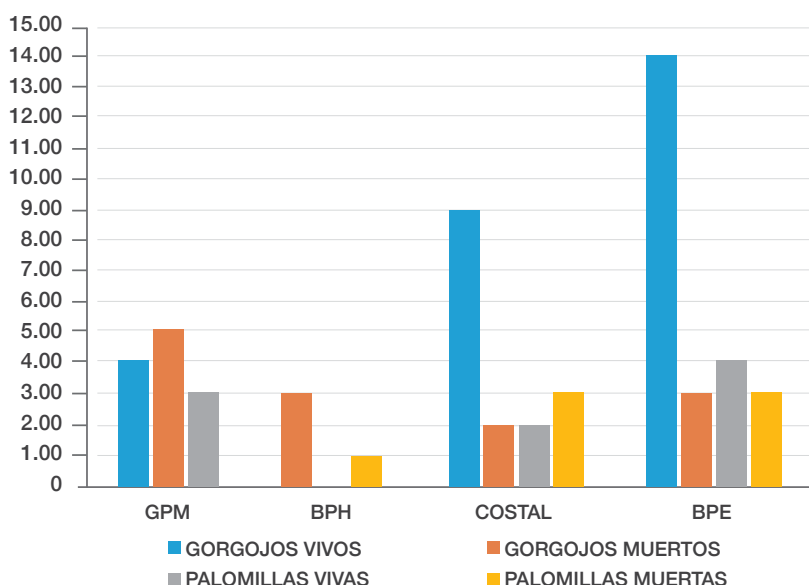
**Cuadro 1. Tratamientos del módulo de Cerro Chino, Santa María Huatulco, Oaxaca.**

NO. DE TRAT.	ABREVIACIÓN	CULTIVO	CANTIDAD DE GRANO (KG)	TECNOLOGÍA DE ALMACENAMIENTO	ACONDICIONAMIENTO DEL GRANO
1	COS, GPM*	Maíz	50	Costal de polipropileno	Graneril paratión metílico (dosis: 100 g)
2	BPHZ	Maíz	50	Bolsa plástica hermética con zíper	Ninguno
3	BPE	Maíz	50	Bolsa plástica estándar 300	Ninguno
4	COS	Maíz	50	Costal de polipropileno	Ninguno

Abreviaciones: COS = costal de polipropileno, \*GPM = Graneril paratión metílico, BPHZ = bolsa plástica hermética con zíper, BPE = bolsa plástica estándar calibre 300. \*Practica tradicional.



Gráfica 2. Variación y pérdida de peso entre los tratamientos evaluados.



Gráfica 3. Presencia de insectos por muestra en la apertura de tratamientos.

## Conclusiones

El uso de feromonas para control de plagas como el gusano cogollero nos ha permitido la reducir de tres a una la aplicación de insecticidas como parathion metílico o lamdacialotrína, y en algunos casos no es necesaria, debido a la precocidad de los materiales tropicales, que inician la floración a los 55 días. Esto nos permite mantener protegido el cultivo, y en niveles

muy bajos de infestación durante los primeros 40 días con el uso de las trampas con feromonas.

Durante el primer ciclo de intervención, hemos establecido 38 hectáreas con este tipo de control en tres municipios de la región Costa de Oaxaca.

Las trampas con feromonas han resultado ser un método fácil y

ecológico de rápida adopción que, debido a su practicidad y nula toxicidad, puede ser practicado por diversos integrantes de la familia que intervienen en la producción agrícola. Se pretende evaluar el comportamiento del insecto en varios ciclos consecutivos. Se evaluarán nuevas trampas para control de plagas, sobre todo en almacén, ya que se cuenta con feromonas que serán validadas para esta etapa. Y se trabaja para mantener el interés de los productores en implementar nuevas prácticas agroecológicas.

Las bolsas plásticas herméticas son una alternativa para prevenir daños en granos almacenados; es necesario realizar otros estudios para poder tener datos más concluyentes.

Se encontró que la bolsa plástica estándar de calibre 300 es fácilmente perforada por los insectos que afectan el grano, los cuales ocupan sus pliegues para anidar y reproducirse; además de que permite la entrada de oxígeno.

El uso de Graneril en 50 kg de grano almacenado por un periodo de 90 días no logró el control eficiente de insectos plaga, ya que, al mantener contacto con el aire, el ingrediente activo se disipa rápidamente, con una efectividad de sólo 30 días. ❁

## Referencias

- Bahena, F. (2016). *Manejo agroecológico del gusano cogollero*. Triptico. México: Campo Experimental Uruapan, INIFAP, y CIMMYT-Masagro.
- Grain Pro. Ficha técnica Súper bolsa, consultado el 18 de enero de 2018 en [goo.gl/6GYx56](http://goo.gl/6GYx56).



# MAP en la plataforma de San Juan del Río I, Querétaro

## Ciclo PV 2017

Avelino Espinosa Solorio y Juan Manuel Rojas Cruz (Sustentabilidad Agropecuaria de Querétaro, A. C. [SAG])

Una de las tecnologías sustentables que se ha promovido en la plataforma de investigación de San Juan del Río I es el Manejo Agroecológico de Plagas, utilizando trampas con feromonas, plantas y extractos repelentes o rotación de cultivos. El uso de trampas con feromonas para la captura masiva de adultos macho de gusano cogollero se ha vuelto una práctica sustentable aceptada por la mayoría de los productores, pues ayuda a disminuir la población a debajo del umbral económico o, en su defecto, disminuye las aplicaciones de insecticidas. Esta tecnología ha sido un caso de éxito y la mayoría de los productores vinculados a la plataforma ya realizan esta práctica de manejo del gusano cogollero.

Sin embargo, existen otros insectos que a menudo se convierten en plaga para el cultivo de maíz, tal es el caso de las larvas de *Diabrotica* sp., comúnmente conocida como alfilerillo, que es un gusano de cuerpo blando y color blanco cremoso, con la cabeza y parte final del cuerpo de color café oscuro; causa daños a la raíz del cultivo, provocando acame en las plantas, sobre todo en presencia de lluvias fuertes. En la plataforma se ha presentado desde el ciclo primavera-verano 2015.

En los ciclos PV 2016 y PV 2017 se realizó la inoculación de la semilla de maíz con polvo de frutos de chile (*Capsicum* sp.), el cual tiene un efecto repelente sobre el gusano alfilerillo. También se han realizado aplicaciones de chile en polvo mezclado con fertilizante en la reabonada y se han observado resultados favorables, lo que permite recomendar ampliamente esta práctica.

### DESARROLLO

Para realizar la inoculación de la semilla es necesario contar con algún chile que sea muy picante y molerlo hasta obtener un polvo fino o, en su caso, adquirir el producto final en el mercado local. También se necesita una solución pegajosa, la cual puede obtenerse al mezclar azúcar con agua; el objetivo es tener una solución que ayude a que el polvo impregne el grano. Al realizar el proceso de inoculación, se deben tener los cuidados necesarios y emplear el equipo de protección personal (guantes, mascarilla y lentes de protección), pues, a pesar de que los productos no son tóxicos, pueden causar molestias e irritaciones en la piel y en los ojos. Una vez inoculada la semilla, se debe dejar reposar 10 minutos antes de sembrarla.

#### Materiales empleados para la inoculación de 20 kg de semilla

- 250 g de chile en polvo
- ½ L de agua
- 250 g de azúcar
- Guantes
- Mascarilla
- Lentes

### CONCLUSIONES

El Manejo Agroecológico de Plagas es una estrategia integral que dentro de sus herramientas contempla la rotación y diversificación de cultivos y el uso de barreras vivas, plantas y extractos vegetales, así como la utilización de diferentes tipos de trampas, como las trampas pegajosas amarillas, las trampas con feromonas, las trampas de luz, etc. El uso de chile en



Cultivos de maíz, frijol y triticale establecidos en la plataforma de San Juan del Río I.



Acame de raíz provocado por el daño del gusano alfilerillo.



Inoculación de la semilla con chile en polvo.

polvo para repeler al gusano alfilerillo ha sido una práctica muy exitosa en su implementación en la plataforma San Juan del Río I, y algunos productores ya la realizan en sus parcelas. El uso de métodos alternativos para el control de plagas permite reducir los costos de producción y evitar la utilización de productos químicos que generan fuertes daños al ambiente. ❁

# Seis años de trabajo en Manejo Agroecológico de Plagas reflejados en los datos del sistema BEM

Por: Simon Fonteyne<sup>1</sup>, Luis Vargas Rojas<sup>1</sup> y Fernando Bahena Juárez<sup>2</sup>.

El uso indiscriminado de insecticidas puede causar efectos negativos en el ambiente y la salud del productor, así como la eliminación de insectos benéficos y el desarrollo de resistencia por parte de las plagas. El Manejo Agroecológico de Plagas busca, como parte de su estrategia, disminuir el uso de insecticidas, reemplazándolos con alternativas que tengan un menor impacto ambiental y no representen un riesgo para los productores y los consumidores finales. Hoy en día, el productor desconoce cuáles son los efectos negativos del uso indiscriminado de insecticidas, tanto en su salud como en el ambiente, y también cuáles son las alternativas disponibles en el mercado, sus riesgos y su implementación. En este sentido, en la red MasAgro se ha buscado dar a conocer estas alternativas promoviendo su uso mediante la capacitación de técnicos y productores.

El impacto de las capacitaciones y el trabajo de los técnicos junto a los productores se ha documentado mediante el uso de la Bitácora Electrónica MasAgro (BEM). En ésta se reporta el manejo agronómico que se da a los módulos y las áreas de extensión en todos los hubs del país.

El sistema BEM se comenzó a utilizar para registrar datos desde el ciclo primavera-verano (PV) 2012, por lo que se cuenta con cerca de seis años de datos de manejo agronómico. Ese mismo año se iniciaron las capacitaciones sobre el Factor MAP en la red MasAgro. Mediante el análisis de los datos del uso de insecticidas reportados en el sistema

BEM, se puede evaluar cómo las capacitaciones y el trabajo de los técnicos ha influido en las decisiones de los agricultores frente a la selección de productos para el manejo de las plagas en sus cultivos.

Debido al gran trabajo que se ha realizado dando a conocer el MAP, se esperaría una disminución en el uso de insecticidas altamente tóxicos para la salud humana (carbofurán, malatión, etc.) y de insecticidas de alto impacto para el ambiente (cipermetrina y clorpirifos, entre otros), ya que eliminan todo tipo de insectos sin discriminar si son plagas o insectos benéficos. Al mismo tiempo, se espera un aumento en el uso de insecticidas de bajo impacto ambiental (benzoato de emamectina, spinetoram, etc.) y de métodos de control alternativos a los insecticidas sintéticos (feromonas, extractos vegetales, productos minerales y caldo sulfocálcico, entre otros).

En este artículo se describe cómo ha variado el uso de insecticidas aplicados después de la siembra, dejando fuera del análisis aquellos aplicados a la semilla. Se consideraron los datos de todas las aplicaciones realizadas del ciclo PV 2012 al ciclo PV 2017. Entre estos años es posible encontrar en la BEM cerca de 46,868 registros de aplicaciones de insecticidas, con 307 tipos diferentes de ingredientes activos, que van desde nulo impacto ambiental hasta algunos ya prohibidos en muchos países.

Los productos se agruparon en cuatro categorías:

## 1) Altamente tóxico para la salud.

Son productos muy tóxicos para la salud humana que no se deberían aplicar en ninguna circunstancia.

## 2) Insecticidas de alto impacto.

Controlan un amplio espectro de organismos y matan tanto las plagas como los insectos benéficos (piretroides, neonicotinoides y organofosforados). El uso de estos insecticidas se debería evitar.

## 3) Insecticidas de bajo impacto.

El espectro de control es menor y tienen menos residualidad y efecto en organismos que no son el objetivo de la aplicación. Estos insecticidas se deberían usar como alternativas para los de alto impacto cuando es necesaria una aplicación.

## 4) Métodos de control alternativos.

No usan insecticidas químicos. Pueden ser feromonas para trampas; control biológico mediante avispas como *Trichogramma* spp., depredadores como varias especies de *Chrysopidae*, entomopatógenos como los hongos *Metarhizium* spp. y *Beauveria bassiana* o bacterias como *Bacillus thuringiensis*; uso de extractos de plantas que producen insecticidas naturales; o aplicaciones de sustancias minerales como azufre, silicio o ceniza. Estos son los métodos que, de preferencia, se deberían usar para el control de insectos.

En los datos se puede apreciar una fuerte tendencia a través de los años a un aumento en el uso de productos con menor impacto

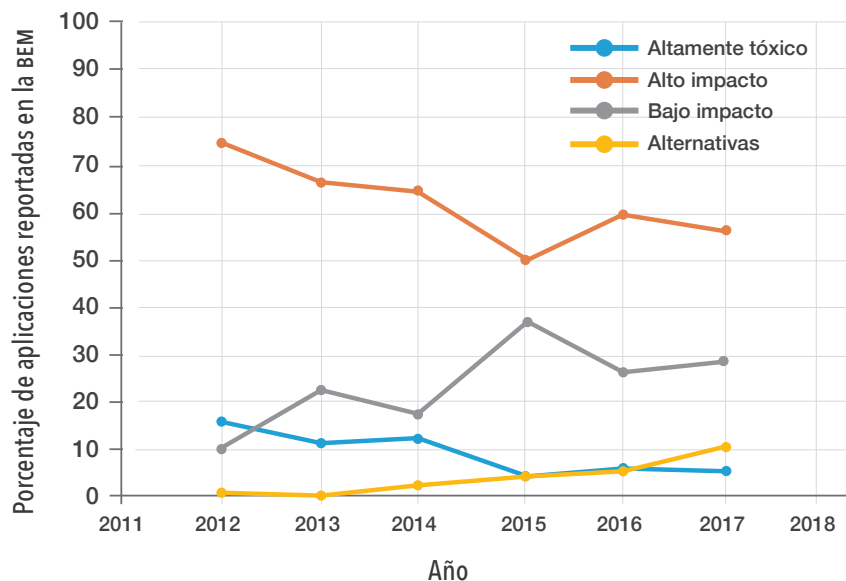
<sup>1</sup>CIMMYT; <sup>2</sup>INIFAP.

ambiental. Durante 2012, del total de las aplicaciones de insecticidas realizadas, 85% fueron productos que pueden ser considerados riesgosos, de éstos, 73% corresponden a insecticidas de alto impacto ambiental y 15% a insecticidas altamente tóxicos para la salud humana. En el mismo año, 11% de las aplicaciones fueron de bajo impacto y sólo en 1% se utilizó prácticas de control alternativas a los insecticidas químicos (gráfica 1).

En los datos de 2017 se puede ver un aumento en el uso de prácticas más sustentables. Del total de aplicaciones, 28% fueron insecticidas de bajo impacto y en 12% se usó métodos alternativos de control. El uso de insecticidas de alto impacto disminuyó a 52% y el de altamente tóxicos bajó a 8% del total.

A escala territorial, los mayores aumentos en el uso de métodos de control alternativos se concentran en los hubs Bajío, Pacífico Centro y Chiapas (mapa 1), coincidiendo con aquellos donde la red de colaboradores de MAP ha sido más activa.

A partir de 2012, el uso de prácticas alternativas ha aumentado. En 2012 la mayoría de las prácticas alternativas reportadas consistía en el uso de control biológico mediante la liberación de parasitoides como *Trichogramma* o entomopatógenos como el hongo *B. bassiana* o la bacteria *B. thuringiensis* (gráfica 2). Con el paso de los años, se puede ver una diversificación en las prácticas utilizadas, con gran aumento en el uso de feromonas, extractos vegetales (neem, higuierilla y chile) y métodos minerales de control (caldo sulfocálcico, ceniza y azufre). Cabe mencionar que en el sistema BEM sólo se reporta el uso de insumos, por lo tanto, los métodos de control que no dependen de un insumo, como los bordes de flores para atraer insectos benéficos, los cultivos trampa, las trampas luz para gallina ciega y el uso del umbral económico para disminuir el número de aplicaciones, no se reportan en el la BEM. Por



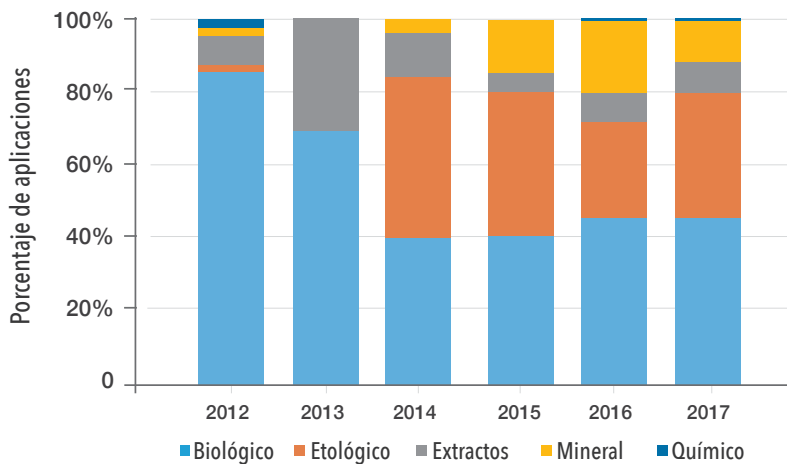
Gráfica 1. Porcentaje de aplicaciones reportadas en el sistema BEM por año, clasificadas por nivel de toxicidad.



Mapa 1. Mapeo de todas las aplicaciones de métodos de control alternativos entre 2012 y 2017. Cada punto representa la aplicación de un método de control alternativo, como uso de feromonas, control biológico o utilización de caldo sulfocálcico, entre otros.

lo que es probable que la situación en el campo sea aún mejor de lo que demuestran los datos. En lo que se refiere a los ingredientes activos, la cipermetrina y los clorpirifos, que corresponden a insecticidas de amplio espectro, siguen siendo los productos más utilizados para el control de plagas

(gráfica 3). Sin embargo, su uso ha disminuido relativamente durante los últimos años. Desde 2017, las feromonas de gusano cogollero se encuentran dentro de los 10 tipos de aplicaciones más usadas, demostrando una tendencia a un mayor uso de métodos de control con menor impacto. Las opciones

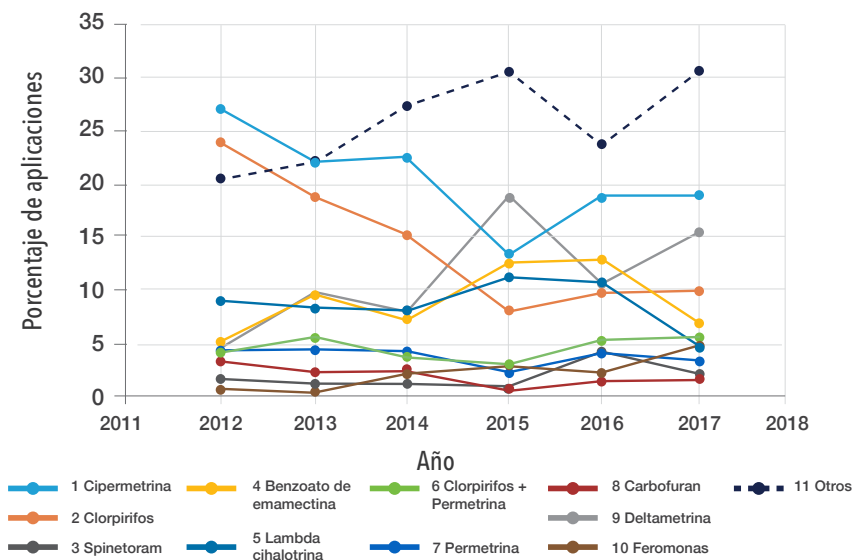


Gráfica 2. Porcentaje de aplicaciones alternativas por tipo de control (biológico, etológico [principalmente feromonas], uso de extractos vegetales y aplicación de minerales o químicos [como detergente]).

de control de plagas se han diversificado un poco con los años; en 2012 los 10 más utilizados representaban 80% de todas las aplicaciones, mientras que, en 2017, sólo 69%.

Los insecticidas de bajo impacto spinetoram y benzoato de emamectina se encuentran en el tercero y cuarto lugar de los insecticidas más usados, lo que demuestra que en el mercado hay buenas alternativas

para los insecticidas de alto impacto. Desafortunadamente, en la lista de los insecticidas más usados todavía se encuentra la mezcla de clorpirifos y permetrina, aunque se debería evitar el uso de mezclas. Varios productos comerciales vienen ya formulados como mezcla; sin embargo, es una práctica que favorece el desarrollo de una resistencia múltiple a grupos de ingredientes activos por parte de las plagas.



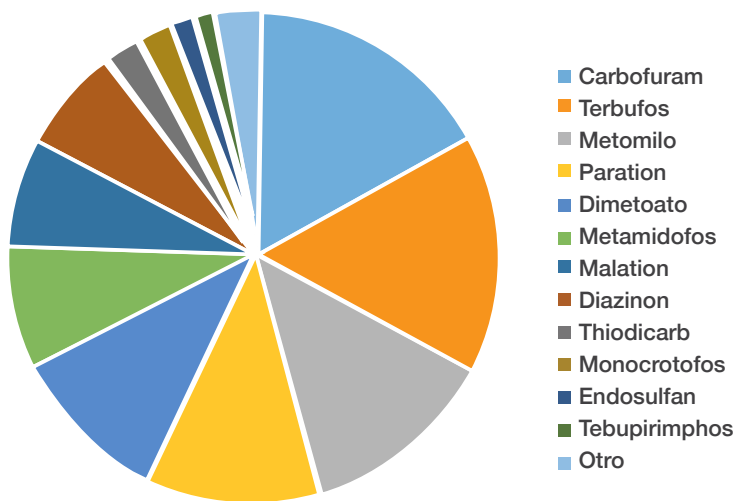
Gráfica 3. Evolución de los 10 insecticidas más usados en el sistema BEM. Porcentaje del total de las aplicaciones anuales por tipo de insecticida. Los productos 1, 5, 7, 9 y 6, en mezcla con clorpirifos, son del grupo de piretroides, actualmente catalogados como cancerígenos y tóxicos para las abejas.

Los ingredientes activos con alta toxicidad para la salud humana representan, en promedio, 10% de todas las aplicaciones realizadas entre 2012 y 2017. De estos, los más usados son carbofuran, terbufos, metomilo y dimetoato. El uso de carbofuran (Furadan), por ejemplo, se debería eliminar, ya que es altamente tóxico. En general, se aplica junto con la semilla para el control de gallina ciega, pero también se usa para el control de gusano cogollero aplicado mediante bomba de aspersión, lo que es muy peligroso para la salud de los productores.

La mayoría de esos ingredientes activos ya se prohibieron en otros países, y endosulfán está también prohibido en México. Una encuesta en Guanajuato en 2015 demostró que los productos altamente tóxicos reportados en el sistema BEM, en 60% de los casos se usaron porque el productor ya lo tenía comprado, en 35% porque no había acceso a otros productos en la región y en 5% porque el productor opinaba que con otros productos no se controlaban las plagas (Ibarra Guerrero, 2017). Se debería evitar el uso de estos productos en la red MasAgro, ya que los módulos y las áreas de extensión tienen la función de dar el ejemplo a los productores de la región. Se debe continuar capacitando y concientizando a los actores de la red para que no se sigan utilizando estos ingredientes activos por costumbre, precio o falta de disponibilidad de opciones.

En la red se están promoviendo alternativas a los insecticidas menos tóxicos para generar demanda local y fomentar la disponibilidad de estos productos en la zona.

El número de aplicaciones por terreno, en general, no es muy alto, hay más aplicaciones en los sistemas más intensivos que cuentan con riego, con un promedio de 1.7 aplicaciones en maíz y 0.9 en trigo. En los sistemas de temporal se aplican menos insecticidas, con un promedio de 0.9 aplicaciones en maíz y 0.1 en trigo. En los datos de la BEM no se

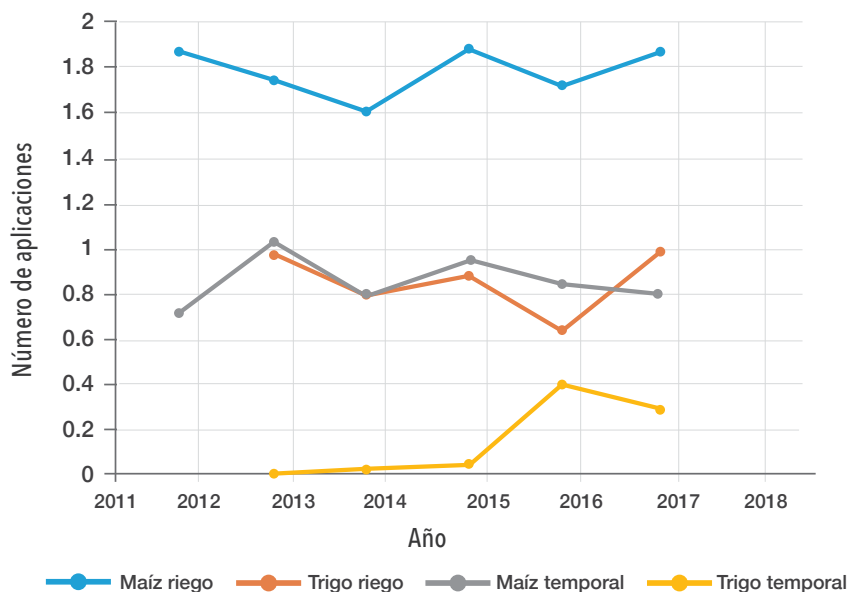


Gráfica 4. Proporción de cada insecticida altamente tóxico en el total de las aplicaciones de insecticidas altamente tóxicos para la salud humana. Otros: carbarilo, diclorvos, betacyflutrin, turbufos, foxim, carbosulfán, tiacloprid, ometoato, etoprofós, dicofol, fosfuro de aluminio, cadusafos, pymetrozine, forato, fosforoditioato, mancozeb, metomilo + novalurón y propargite.

puede observar una tendencia en maíz por riego o maíz de temporal, ni en trigo por riego. Desde 2016, se volvió necesario aplicar insecticidas en trigo de temporal contra pulgones, en algunos casos, causando un aumento en el uso promedio de insecticidas en ese cultivo.

## CONCLUSIÓN

Como se puede ver en los datos de la BEM, se ha generado un cambio tanto en productores como en técnicos, ya que no sólo son más sustentables los productos que están recomendando los técnicos,



Gráfica 5. Promedio del número de aplicaciones de insecticidas por terreno en maíz y trigo, bajo riego y bajo temporal.

sino que además se ha sensibilizado a los productores frente al uso de insecticidas. Sin embargo, aún se están utilizando insecticidas extremadamente tóxicos y de alto impacto en parte de las parcelas, por lo que se debe seguir capacitando, poniendo énfasis en la eliminación de este tipo de productos, sustituyéndolos por opciones de menor impacto y promoviendo el uso de medidas alternativas de control, como las feromonas. Los datos reportados en el artículo representan el manejo en los módulos y las áreas de extensión de la red MasAgro y no reflejan necesariamente la situación actual de todo el país.

Actualmente, se dispone de opciones y estrategias de manejo alternativo para poder sustituir la mayoría de los plaguicidas altamente peligrosos, y el mejor sitio para iniciar con esta sustitución son las plataformas de MasAgro. Se debe seguir reemplazando gradualmente el uso de insecticidas de alto impacto con alternativas de menor impacto. Para tener opciones, es necesario seguir desarrollando y validando alternativas de control, por eso, iniciando en PV 2018, se evaluarán métodos alternativos de control de insectos en las plataformas de investigación.

Se requiere complementar la información sobre el uso de insumos en plataformas y módulos con datos que demuestren la presencia de insectos benéficos en forma natural, ya que el cambio de plaguicidas de amplio espectro a otras opciones permite mayor actividad de estos organismos. Es importante tener buenos datos disponibles sobre el uso de insumos, los métodos de aplicación y las plagas a controlar. Por eso es necesario que se registren de manera electrónica, como en la BEM, con suficiente detalle. También se recomienda incluir en los sistemas de recolección de datos espacio para registrar las prácticas de Manejo Agroecológico de Plagas que no dependen del uso de insumos, como monitoreos, trampas de luz o bordes con flores. ☼



# Manejo Agroecológico de Plagas para una Agricultura Sustentable

Mayate verde (*Cotinis mutabilis*).

Por: Adrán Mendoza Ramírez, alumno del Curso MAP Guanajuato, 2018.



Barrenador del maíz en elote (*Diapraea grandiosella*).  
Por: Fernando Bahena, INIFAP.



Chinche (*Euthyrhynchus floridanus*) depredando a catarina.  
Por: Julio César Ledesma, técnico MasAgro Guanajuato.



Catarinita anaranjada (*Hippodamia convergens*) y pulgón (*Aphis gossypii*).  
Por: María Eugenia Olvera, Divulgación-CIMMYT.



Gallina ciega (*Phyllophaga* spp.).  
Por: Francisco Alarcón, Divulgación-CIMMYT.





Frailecillo (*Macroductylus* sp.).  
Por: Fernando Bahena, INIFAP

Fidelia González Galindo, asesora técnica Urproct SPR, colecta un gusano peludo como defoliador en maíz.  
Por: María Eugenia Olvera, Divulgación-CIMMYT.



Curso MAP II, Hub Bajío.



Participantes del curso MAP II, Hub Bajío, 2017.





SIP  
Programa de  
Intensificación  
Sustentable

# DIRECTORIO

## 01 800 462 7247

TELÉFONO



[www.facebook.com/accimmyt](http://www.facebook.com/accimmyt)



@ACCIMMYT



[www.youtube.com/user/CIMMYTCAP](http://www.youtube.com/user/CIMMYTCAP)

<http://conservacion.cimmyt.org>

Esta revista se construye con las aportaciones de todos aquellos que participan en la Agricultura Sustentable. Te invitamos a que colabores y nos escribas: [cimmyt-contactoac@cgiar.org](mailto:cimmyt-contactoac@cgiar.org)



Enlace es un material de divulgación del CIMMYT, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, realizado en el marco de la Estrategia de Intensificación Sustentable en América Latina. La estrategia recibe el apoyo del Gobierno Federal de México; el Gobierno del estado de Guanajuato, a través de la SDAyR; la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID); Kellogg Company; Fundación Haciendas del Mundo Maya Naat-Ha; Fomento Social Banamex; Nestlé; Catholic Relief Services; el Departamento de Agricultura de Estados Unidos de América (USDA); Grupo Bimbo; Syngenta; Heineken; Pioneer; el Gobierno del estado de Chihuahua; el Gobierno del estado de Querétaro, a través de la Seda; y los programas de investigación del CGIAR: Maíz (CRP Maize), Trigo (CRP Wheat), Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS). El CIMMYT es un organismo internacional, sin fines de lucro, sin afiliación política ni religiosa que se dedica a la investigación científica y a la capacitación sobre los sistemas de producción de cultivos básicos alimentarios.