

Plagas del cultivo de brócoli

Tácticas de manejo y cuadro básico de recomendación de insecticidas.



@SDAyR_GTO

sdayr.guanajuato.gob.mx
Tel: 800 CAMPO GT (22676 48)



Secretaría de
Desarrollo
Agroalimentario
y Rural

inirap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



Plagas del cultivo del brócoli

Tácticas de manejo y cuadro básico de recomendación de insecticidas.

Créditos

Dr. Rafael Bujanos Muñiz

Programa de Entomología, CEBAJ - INIFAP

Investigador jubilado en activo

M.C. Antonio Marín Jarillo

Programa de Entomología, CEBAJ - INIFAP

Investigador jubilado en activo

Dr. Luis Febronio Díaz Espino

Programa de Fertilidad de Suelos y

Nutrición Vegetal, CEBAJ - INIFAP

M.C. Servando Quiñones Luna

Dow AgroSciences

Dr. Alfredo Josué Gámez Vázquez

Programa de Fitomejoramiento, CEBAJ - INIFAP

Dr. Miguel Ángel Ávila Perches

Programa de Fitomejoramiento, CEBAJ - INIFAP

Ing. Rosario Herrera Vega

Asistente de Investigación,

Programa de Entomología, CEBAJ - INIFAP

Dr. José Roberto Augusto Dorantes González

Programa de Hortalizas, CEBAJ - INIFAP

hasta el 31 de diciembre de 2012

Introducción

El cultivo de brócoli se considera uno de los sistemas producto de mayor importancia socio económica en la región de El Bajío. En la actualidad se siembran 22,731 ha de brócoli al año en el estado de Guanajuato (SIAP, 2019).

El producto cosechado de este cultivo se destina primordialmente a la exportación, por lo que es una fuente de ingresos muy atractiva para los productores; además, trae beneficios extras al emplear una gran cantidad de mano de obra en forma directa para las labores propias del cultivo, e indirecta por el personal que se ocupa durante los procesos de empaque y transporte, entre otros (actividades desarrolladas por las empresas procesadoras que exportan el producto al mercado norteamericano). Se estima que en la producción de brócoli se requieren poco más de 100 jornales por hectárea durante el ciclo del cultivo.

El principal problema que afrontan los productores de brócoli en El Bajío son las plagas, entre las especies de mayor importancia económica se encuentran la palomilla dorso de diamante, el gusano falso medidor y el pulgón de la col. Las plagas de menor importancia, consideradas plagas secundarias, son gusano importado de la col, gusano de la

col, gusano soldado y gusano del corazón de la col. Si bien estas plagas no afectan el rendimiento, al contaminar con su presencia y sus excretas la parte comestible de la planta, ocasionan altos riesgos de pérdidas económicas por el rechazo del producto en el mercado internacional debido a su mala calidad.

En este manual se presenta la descripción de los insectos plaga, su biología y hábitos, y factores de mortalidad, considerando la división de éstos en plagas contaminadoras y plagas secundarias. Se presentan además las diferentes tácticas de control incluidas en la estrategia del Manejo Integrado de Plagas (MIP), en las que el monitoreo de las poblaciones de insectos es indispensable. Al final se presenta el Cuadro Básico de Recomendación de Insecticidas actualizado, que es la base para la toma de decisiones de qué productos aplicar y en qué época.

La información proviene de los resultados obtenidos por varias instituciones de investigación y docencia, y de la experiencia práctica de investigadores y técnicos de las empresas congeladoras de la región; se complementa con la información bibliográfica más relevante sobre el tema.

Plagas contaminadoras

Palomilla Dorso de Diamante (*Plutella xylostella*)

Descripción: La palomilla dorso de diamante es un insecto holometábolo, lo que significa que pasa por los estadios biológicos de huevecillo, larva, pupa y adulto.

Los huevecillos son de forma oval, color amarillo y miden aproxima-

damente 0.5 mm. Las hembras ovipositan principalmente en el envés de las hojas en forma individual o formando grupos de dos o tres huevecillos (Figura 1); su periodo de incubación es de tres a nueve días, dependiendo de la temperatura ambiental.

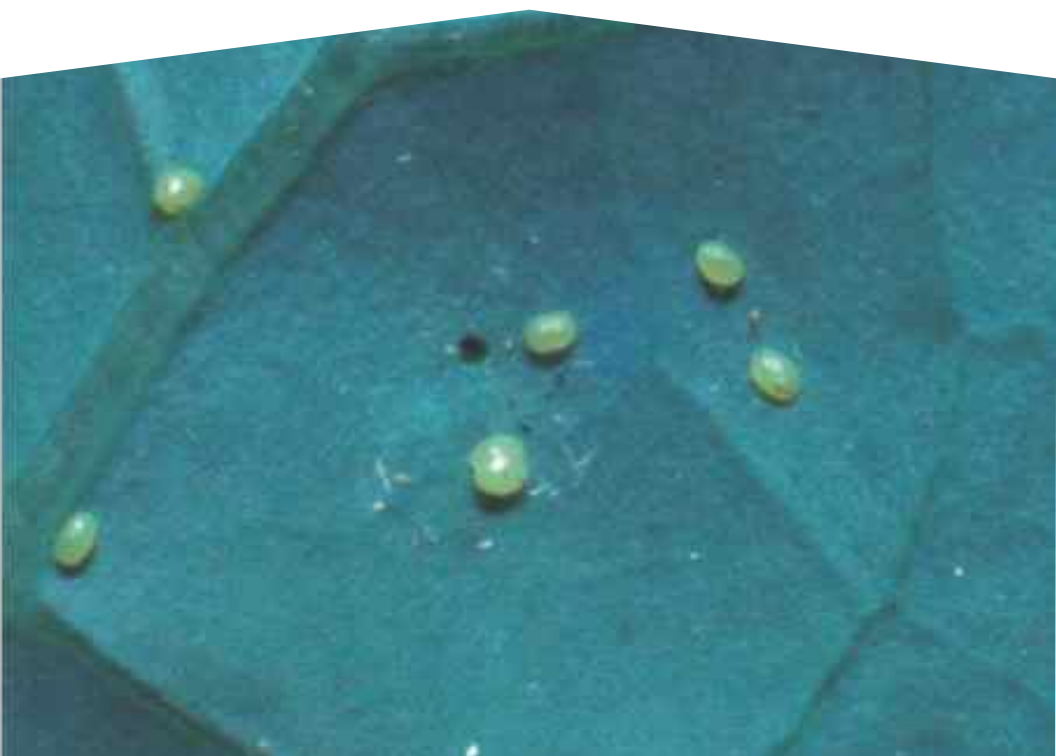


Figura 1. Huevecillos de dorso de diamante

Después de eclosionar el huevecillo, la larva del primer estadio presenta un color amarillo blanquecino, con la cápsula cefálica oscura; se alimenta del envés de las hojas haciendo pequeñas perforaciones.

Por lo general las larvas del primer y segundo instar minan entre la capas cerosas epidermales de las hojas, mientras que las larvas del tercer y cuarto instar se alimentan por el envés consumiendo toda la lámina foliar.

Las larvas maduras del cuarto instar miden un poco menos de 1 cm de longitud y pueden ser de color verde pálido, ocre pálido, amarillo claro y castaño oscuro, con manchas oculares negras. El último par de falsas patas está ampliamente separado formando una “V” invertida, la cual es una característica para identificar las larvas de esta especie (Figura 2); también sirve para este propósito el hábito de conducta del insecto que consiste en realizar movimientos muy rápidos con su cuerpo al ser perturbado, y dejarse caer de la planta sosteniéndose con un hilo de seda.



Figura 2. Larva de dorso de diamante.

La pupa mide de 0.5 a 0.6 cm de longitud; es de color amarillo claro, amarillo verdoso o verde claro con bandas longitudinales de color café oscuro. Durante el estadio de prepupa, la larva teje un cocón blanco dentro del cual se transforma en pupa; esta estructura, que es una protección física contra algunos parásitos o depredadores, la adhieren firmemente a diferentes partes de la planta. El estadio adulto de dorso de diamante es una palomilla que mide de 1.2 a 1.5 cm de

expansión alar y de 0.5 a 0.8 cm de longitud. La hembra es de color gris pardo oscuro y por lo general es más grande que el macho. El macho presenta sobre su parte dorsal un patrón de color crema con forma de tres diamantes, que se distinguen cuando las alas están plegadas (Figura 3); los machos, en los márgenes de las alas anteriores, tienen pequeños puntos negros que le dan una coloración oscura resaltando la figura de los diamantes.





Figura 3. Adulto de dorso de diamante.

Biología y hábitos. La palomilla dorso de diamante oviposita un poco más de 200 huevecillos en el envés y los peciolo de las hojas, en los tallos y en los floretes del brócoli. Los adultos son más activos al atardecer y al anochecer; la mayoría de los adultos emergen durante la mañana y están listos para copular al atardecer del mismo día. La duración del estadio de huevecillo es de tres a nueve días, dependiendo de la temperatura, aproximadamente 69 unidades calor (UC) acumuladas arriba de 7.3°C. Después de la eclosión de los huevecillos, las larvas inician inmediatamente su alimentación. Las larvas de esta plaga pasan por cuatro etapas o estados de desarrollo, llamadas también instares larvales; por lo general las larvas del primer y segundo instar minan entre las capas cerosas epidermales de las hojas, mientras que las larvas del tercer y cuarto instar se alimentan principalmente por el envés, consumiendo toda la

lámina foliar. Los cuatro instares larvales duran de 10 a 24 días, dependiendo de la temperatura, aproximadamente 178 UC acumuladas arriba de 7.3°C.

Al final del cuarto instar larval esta plaga construye un cocón tejiendo una red alrededor de su cuerpo, y da inicio a un estado prepupal; posteriormente se transforma en pupa, estadio en el que dura de cinco a 13 días, dependiendo de la temperatura (93 UC acumuladas arriba de 7.3°C). En brócoli y coliflor las larvas del tercer o cuarto instar se ubican entre los floretes para después transformarse en pupas, ocasionando así el daño más importante de contaminación. Las poblaciones de la palomilla dorso de diamante se presentan durante todo el año, pero se incrementan de marzo a septiembre, y su mayor densidad ocurre en marzo, abril y mayo.

Factores de mortalidad: En las diferentes etapas de su ciclo biológico, tanto la palomilla dorso de diamante como las otras plagas que atacan a las crucíferas en la región, están expuestas a la acción de diferentes organismos vivos y eventos climáticos que les causan la muerte. Estos factores naturales de mortalidad ejercen una influencia considerable sobre la densidad de sus poblaciones y constituyen una valiosa aportación a la estrategia del manejo integrado de plagas en estos cultivos.

Los huevecillos de dorso de diamante son parasitados en forma natural por diversas especies de avispidas, principalmente del género *Trichogramma*.

Un complejo de especies de avispidas parasitoides son asociadas con los estados biológicos de larvas y pupas; se ha encontrado un eficiente parasitismo natural con la avispa *Diadegma insulare* sobre las larvas de esta plaga.

La lluvia también se considera un factor de mortalidad sobre las larvas del primer y segundo instar.

Falso medidor (*Trichoplusia ni*) (Hüb.)



Figura 4. Palomilla de falso medidor.

Descripción: Los adultos de falso medidor son palomillas que miden de 3.0 a 3.8 cm con las alas extendidas; tienen las alas anteriores moteadas, de color café oscuro, marcadas en el centro con una mancha plateada en forma de ocho (Figura 4). Los huevecillos son de color blanco cremoso, de forma ovalada, ancha y aplanada, y con finas estrías o surcos verticales.

Las larvas son de color verde claro, con manchas blancas en el dorso y a lo largo del cuerpo, llegan a medir hasta 3.5 cm de longitud; tienen tres pares de falsas patas o patas delgadas cerca de la cabeza, y dos pares de patas gruesas en forma de maza después de la mitad del cuerpo; la parte media del cuerpo carece de patas y generalmente esta región está doblada o jorobada cuando descansa y durante cada movimiento al desplazarse; de este hábito deriva su nombre común (Figura 5).



Figura 5. Larva de falso medidor.

Las pupas son de color verde a café, miden aproximadamente 1.9 cm de largo y se envuelven en un cocón delicado de hilos blancos entretejidos y sostenidos por uno de sus lados al envés de las hojas.

Biología y hábitos: El falso medidor también es una plaga que pasa por los estados biológicos de huevecillo, larva, pupa y adulto. Los adultos de falso medidor son generalmente de hábitos crepusculares y las hembras ovipositan alrededor de 300 huevecillos individualmente en el envés de las hojas bien desarrolladas. La duración del estado de huevecillo es de cuatro a ocho días, dependiendo de la temperatura ambiental, aproximadamente 42 UC acumuladas arriba de 12.1°C.

Después de la eclosión de los huevecillos, las larvas pequeñas se alimentan del envés de las hojas;

las larvas de los estadios mayores se mueven hacia el centro de las plantas de brócoli. Si los cultivos están en su etapa reproductiva, las larvas dañan y contaminan la parte comestible con su presencia y con sus excretas, por lo que demeritan la calidad del producto. Por lo general las larvas de falso medidor pasan por cinco instares y duran de 15 a 18 días para completar su desarrollo, aproximadamente 171 UC acumuladas arriba de 12.1°C.

Al final del último instar larval pasan por un breve estado de prepupa de más o menos un día durante el cual tejen un capullo en el envés de una hoja, entre dos hojas empalmadas, o adherido a los floretes del brócoli, para posteriormente transformarse en pupa. La duración del estadio pupal es de seis días, alrededor de 102 UC acumuladas arriba de 12.1°C. El periodo de abundancia de falso medidor ocurre de abril a junio.

Factores de mortalidad. Las poblaciones de falso medidor son reguladas en forma natural por diversos organismos benéficos. La avispa *Trichogramma spp.* es uno de los parasitoides naturales del estado de huevecillo más

importantes. En la región se ha observado un moderado parasitismo de las larvas de falso medidor por la avispa *Copidosoma truncatellum* y por la mosca *Voria ruralis*.

Pulgón de la col (*Brevicoryne brassicae*)

Descripción. El pulgón de la col es de cuerpo robusto (Figura 6), de forma casi globular y tiene dos tubos en la parte posterior de su cuerpo llamados cornículos. Es de color verde grisáceo, con una cubierta de polvo ceroso blanquecino; la longitud total de

su cuerpo en su estado adulto es de 2 mm aproximadamente. El insecto adulto puede presentar formas ápteras (sin alas) y aladas, con manchas oscuras en el dorso del abdomen, y las patas y el tórax más oscuros que el resto del cuerpo.



Figura 6. Pulgón de la col.



Figura 7. Daños de pulgón de la col.

Biología y hábitos: Los adultos alados de esta plaga son desplazados fácilmente por el viento y son los responsables de la inmigración inicial y el establecimiento primario de sus poblaciones en los cultivos. En la región de El Bajío durante todo el año el pulgón de la col se reproduce por partenogénesis, que es una forma de reproducción asexual que da origen al nacimiento de ninfas vivas.

Las ninfas presentan cuatro mudas o instares de crecimiento, con un intervalo de tres a cuatro días entre cada instar. La duración de todos los estadios ninfales es de aproximadamente 14 días.

Las hembras del pulgón de la col tienen una longevidad de 50 a 60 días y producen 40 ninfas en promedio. Cada hembra puede producir hasta siete ninfas en un día.

El pulgón de la col llega a las plantas de brócoli y se establece preferentemente en el envés de las hojas jóvenes, en donde enseguida empieza a reproducirse. Su rápido desarrollo embrionario y la producción de ninfas vivas son los factores esenciales del incremento numérico de las poblaciones; debido a ello, ocurre un traslape de generaciones. El principal daño que causa el pulgón de la col (Figura 7) es que tanto adultos como ninfas se mueven fácilmente a la inflorescencia en formación, por lo que se constituyen también como una de las principales fuentes de contaminación de las cosechas de estos cultivos. Las poblaciones más altas de pulgones se presentan durante los meses del invierno y la primavera, y se reducen durante el verano, al inicio del periodo de lluvias.

Factores de mortalidad. En El Bajío ocurre una importante reducción en las poblaciones de pulgones por la acción natural de algunos depredadores, entre ellos la catarinita roja (*Hippodamia convergens*), el león de los áfidos (*Chrysoperla spp.*) y la mosca sírfide (*Syrphus spp.*), y por el ataque de algunas avispidas que los parasitan, entre ellas *Aphidius testaceipes* y *Diaretiella rapae*. Además de estos factores naturales de mortalidad, durante el verano las poblaciones también disminuyen por el efecto de las lluvias y las altas temperaturas.

Plagas secundarias

Gusano importado de la col

Los adultos del gusano importado de la col son las típicas mariposas blancas con tres o cuatro manchas negras en las alas (Figura 8) que ovipositan en el haz o en el envés de las hojas más vigorosas de las crucíferas. Son de hábitos diurnos. Los huevecillos son alargados, de

Pieris (=Artogeia) rapae (Linn.)

color amarillo, con ranuras longitudinales, los cuales deposita verticalmente en forma individual pero formando grupos de más de 10; cada hembra puede ovipositar varios cientos de huevecillos durante toda su fase biológica.

Figura 8. Adulto de gusano importado de la col.



En más o menos una semana, de cada huevecillo emerge un gusano medidor muy pequeño de color verdoso (Figura 9) el cual se alimenta vorazmente de las hojas; alcanza una longitud de 3 cm en menos de dos semanas.

Estos gusanos presentan una raya anaranjada muy angosta a la mitad del dorso, y otras rayas discontinuas a lo largo de cada lado del cuerpo; sus movimientos son lentos y uniformes.



Figura 9. Larva del gusano importado de la col.

El gusano importado de la col tiene una apariencia aterciopelada debido a numerosos pelos cortos de color blanco y negro, muy juntos, que forman una especie de vello sobre el cuerpo.

Esta plaga inicialmente se alimenta en la misma hoja y luego se dispersa por toda la planta haciendo perforaciones de tamaño irregular en las hojas exteriores. Al final de su fase

larval, este insecto se fija en el envés de las hojas mediante un hilo de seda y pasa a su estadio pupal. La pupa es desnuda y mide de 2.0 a 2.5 cm de largo; es de color verde grisáceo con algunas proyecciones angulares agudas sobre el dorso y la frente. La duración del ciclo biológico del gusano importado de la col es de 25 a 30 días, o bien, 329 UC arriba de 9.4°UC.

Gusano de la col (*Leptophobia aripa*) (Boisd.)

El adulto es una mariposa de vuelo diurno, de color blanco cremoso, que mide aproximadamente 4 cm con las alas extendidas; las alas anteriores presentan manchas de color negro a lo largo de sus márgenes apical y costal. La hembra oviposita en el haz o en el envés de las hojas más vigorosas; los huevecillos son elongados, corrugados, con bordes amarillos, los cuales son depositados verticalmente sobre un extremo, casi siempre en grupos de más de 10. Las larvas son de color amarillo verdoso con finas rayas oscuras y grises en forma de anillado (Figura 10); en su máximo desarrollo miden 3 cm.



Figura 10. Gusano de la col.



Figura 11. Daños por gusano de la col.

Las larvas son gregarias inicialmente y se alimentan en la misma hoja, luego se dispersan por toda la planta devorando las hojas exteriores, excepto la nervadura (Figura 11). Al final de su fase larval, este insecto se fija en el envés de las hojas mediante un hilo de seda y se transforma en pupa. Las pupas miden 2.2 cm de largo, y son de color verde grisáceo con pequeñas manchas negras y anaranjadas. La duración del ciclo biológico del gusano de la col es de 27 a 30 días, o bien, 397 UC arriba de 8.6°C.

Gusano soldado (*Spodoptera exigua*) (Hüb.)

El adulto es una palomilla de hábitos nocturnos, de color gris oscuro con pequeñas manchas claras en las alas anteriores. La hembra deposita los huevecillos en grupos de 100 a 150 cubriéndolos con escamas del abdomen y de las alas durante la oviposición.

Al emerger las larvas inicialmente se alimentan en grupos junto al sitio de la emergencia, devorando las hojas y dejando expuesta la nervadura. Alrededor del sitio donde se están alimentando hilan una pequeña telaraña

(Figura 12); conforme van creciendo se van dispersando y haciendo perforaciones irregulares en las hojas. Las larvas pequeñas son de color verde olivo pálido y al desarrollarse van adquiriendo un color verde claro; presentan una franja oscura dorsal y una franja pálida subdorsal longitudinal. El gusano soldado empupa en el suelo después de un periodo de uno a dos días. La duración del ciclo biológico del gusano soldado es de 25 a 30 días, o bien, 490 UC arriba de 12.2°C.

Figura 12. Gusano soldado.



Gusano del corazón de la col (*Copitarsia incommoda*) (Walk.)

El adulto mide aproximadamente 4 cm con las alas extendidas; sus alas anteriores son de color café grisáceo con diferentes reticulaciones de color más oscuro, y las alas posteriores son de una apariencia pajiza con la región central más clara. La larva es de color verde claro o café con manchas longitudinales dorsales; su tamaño puede llegar a 5 cm o más antes de la pupación.

Poco antes de convertirse en pupa, la larva abandona la planta

y se dirige al suelo en donde empupa. La pupa mide de 1.5 a 2.0 cm de largo y su color es café oscuro brillante. En el brócoli el daño más importante lo ocasionan las larvas al alimentarse del producto en formación; en la col se alimenta de las hojas centrales impidiendo la formación del repollo; si la cabeza ya está formada, el gusano se comporta como barrenador penetrando y alimentándose de su interior.

Pulgones

Además del pulgón de la col, las especies que se presentan en la región son el pulgón verde *Myzus persicae*, y el pulgón verde opaco de la col *Lipaphis erysimi*. A diferencia de *B. brassicae*, *M. persicae* coloniza principalmente

las hojas bien desarrolladas y las hojas senescentes. El aspecto de *L. erysimi* (Figura 13) es muy similar al pulgón de la col, pero se distingue por la ausencia del polvo ceroso que caracteriza a este último.

Figura 13. *Lipaphis erysimi*.



Diabroticas o doradillas

Las especies de diabroticas o doradillas que atacan a las crucíferas en la región son *Diabrotica balteata* (Le Conte), cuyo adulto tiene las alas de color verde claro con bandas transversales amarillas (Figura 14); y

Diabrotica undecimpunctata duodecimnotata (Harold), cuyo adulto tiene puntos o manchas negras redondas en las alas (Figura 15). Estos insectos miden entre 6 y 8 mm de largo.



Figura 14. *Diabrotica balteata*.



Figura 15. *Diabrotica undecimpunctata duodecimnotata*.

Los adultos de este complejo de insectos se alimentan preferentemente de las hojas en las que hacen pequeñas perforaciones. El daño más importante se observa cuando al presentarse en altas poblaciones durante las primeras etapas del desarrollo de las plantas los adultos se alimentan del punto de crecimiento,

destruyéndolo y provocando lo que se conoce como "planta macho", que es una planta que crece en forma anormal y el producto no se desarrolla. Las larvas de diabrotica generalmente no dañan las raíces de las crucíferas. Se alimentan de otras plantas hospederas silvestres y cultivadas.

Chinches

Las chinches que atacan a las crucíferas son la chinche arlequín (Figura 16), de la col *Murgantia histrionica* (Hahn) y la chinche *Lygus* sp. El principal daño lo ocasionan al alimentarse del producto en formación contami-

nándolo con sus excretas; además, al momento de procesar el producto, las partes dañadas presentan una indeseable coloración café negruzca que demerita su calidad.



Figura 16. Chinche arlequín.

Chinche bagrada

Los huevecillos de *Bagrada hilaris* presentan reticulaciones en el corion, ovalados, de color blanco-cremoso que posteriormente se

tornan de color rosado o anaranjado, con dimensiones de 0.876 x 0.698 mm (Figura 17).



Figura 17. Huevecillos de *Bagrada hilaris*.

Ninfa

Bagrada hilaris presenta cinco instares ninfales (Figura 18). En el primer y segundo instar son de color naranja brillante a rojo y miden de 1.12 x 0.77 mm; en el

tercer y cuarto instar son rojas con marcas negras y en el quinto instar son muy similares al adulto, pero de menor tamaño (5.29 x 3.04 mm).



Figura 18. Instares ninfales

La hembra de chinche bagrada mide 7.12 x 3.94 mm, mientras que el macho 5.29 x 3.04 mm. Tienen forma de escudo,

predominantemente de color negro y con manchas rojas y amarillas en el cuerpo (Verma et al., 1993) (Figura 19).



Figura 19. Hembra y macho *Bagrada hilaris*.

Mosca de las crucíferas (*Delia planipalpis*, *Delia platura*.)

Durante el primer mes del cultivo las larvas de la mosca de las crucíferas se alimentan de la parte carnosa del cuello de la planta, lo cual provoca un marchitamiento paulatino de la planta y posteriormente si el ataque es severo, la planta muere.

En el segundo y tercer mes la mosca oviposita en los tallos y florete, una vez que emerge la larva barrena estas estructuras para alimentarse y dependiendo de la humedad en el ambiente se desarrollan hongos y bacterias lo cual provoca pudriciones (figura 20).

Figura 20. Daño en planta ocasionados por larvas de mosca de las crucíferas.



Moscas de Delia asociadas al cultivo de brócoli

Después del trasplante de brócolies normal encontrar daños de moscas del género *Delia* en la base del tallo, principalmente cuando las plantas tienen un desarrollo de entre 10 y 30cm. Cuanto más pequeña es la planta, mayor es el daño, siendo necesario en muchas ocasiones reponer las plántulas dañadas. Aunque es menos frecuente, durante la época de lluvia también se han registrado daños en el florete o en la axila de las hojas (entre julio y octubre).



Dos estudios independientes han determinado que la especie causante de estos daños es la mosca del rábano, *Delia planipalpis*. Esta especie, originaria de Europa, se encuentra ampliamente distribuida en Norte américa, junto con otras especies de *Delia* y es una especie que puede afectar a otras especies de crucíferas.



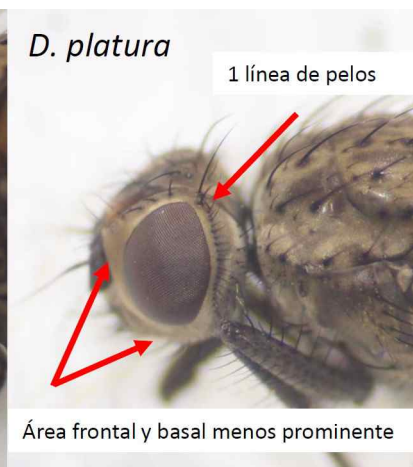
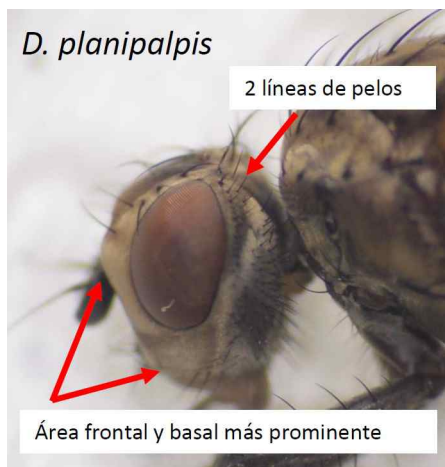
En la principal región productora de brócoli, *Delia planipalpis* suele encontrarse asociada con otra especie, *Delia platura*.

Esta última especie tiene comportamientos saprófitos y generalmente se desarrolla en el material en descomposición, no estando implicada en el daño directo al cultivo de brócoli, si no que aprovecha el daño previamente ocasionado por *D. planipalpis*. Dado que ambas especies son muy similares, es importante poder diferenciar las en los sistemas de monitoreo para estar seguro de los niveles poblacionales de la especie que es plaga, *D. planipalpis*.

Diferencias entre *D. planipalpis* y *D. platura*

Aunque hay mucha similitud entre las dos especies, se diferencian principalmente por su tamaño, siendo más grande *D. planipalpis* (5.6-5.8mm) que *D. platura* (4.3-4.9mm). En ambas especies los machos tienen los ojos holópticos (unidos por la parte superior de la cabeza) y las hembras dicópticos (con una separación evidente de los ojos).

Las hembras de *D. planipalpis* se caracterizan por tener una cabeza con el área frontal y basal más desarrollada y con dos líneas de pelos en la parte posterior del ojo. Por el contrario, *D. platura* tiene áreas frontales y basales menos prominentes y solo cuenta con una línea de pelos en la parte posterior del ojo.



Los machos pueden diferenciarse por presentar los ojos holópticos con una ligera separación en *D. planipalpis* y totalmente unidos en *D. platura*.

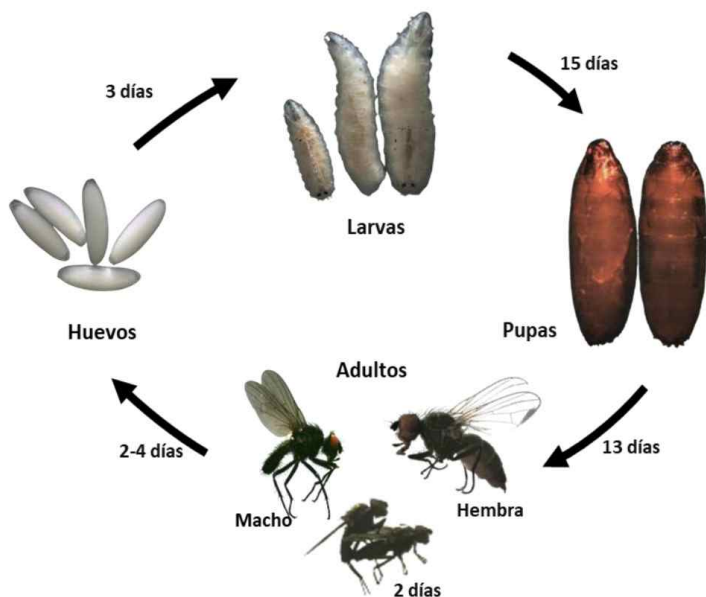


Biología y ecología de *D. planipalpis*

Delia planipalpis tiene un ciclo de desarrollo de aproximadamente 28-29 días en condiciones de laboratorio a 24°C. Este desarrollo probablemente se ve incrementado en condiciones de campo, sobre todo durante el invierno cuando las temperaturas son más bajas. Actualmente se desconoce el número de generaciones que esta especie tiene en la región productora de brócoli de Guanajuato.

Las hembras pueden aparearse un día después de su emergencia, pero alcanzan el mayor

porcentaje de apareamientos al segundo día cuando las hembras son maduras sexualmente. Generalmente ponen sus huevos 24 horas después de copular en la base del tallo de las plantas de brócoli, colocando en promedio 2-6 huevos en las plántulas pequeñas (10 - 15cm de altura), aunque la puesta puede ser mayor si las plantas son más grandes. La cantidad de huevos que pone una hembra a lo largo de su vida es de 35 - 40 huevos, rara vez más de 60.



Los huevos eclosionan a los 3 días y las larvas pasan por tres estados larvales que duran aproximadamente unos 15 días. Después, la larva se transforma en pupa en el suelo y los adultos emergen unos 13-14 días después. La longevidad de los adultos es similar para las hembras y los machos cuando coexisten en un mismo ambiente y rara vez supera las dos semanas, con una vida media de aproximadamente 9-10 días.

Monitoreo de *D. planipalpis* en los cultivos de brócoli

El principal método para monitorear *D. planipalpis* en el cultivo de brócoli son las trampas adherentes de color amarillo. Las trampas amarillas han demostrado ser más efectivas y selectivas en la captura de esta especie que las trampas adherentes azules. Las trampas adherentes azules capturan más moscas de *D. platura*, y una mayor cantidad de otros insectos, lo que dificulta mucho la identificación y los conteos.



El uso del atrayente alil isotiocianato, también conocido como aceite de mostaza, incrementó la captura de moscas de *D. planipalpis* en las trampas adherentes amarillas, sobre todo la captura de hembras.



Trampas de agua de color amarillo, con o sin el atrayente alil isotiocianato, también son efectivas para el monitoreo de la plaga.

Todavía no hay una evidencia clara de la relación directa que existe entre las capturas de *D.planipalpis* en las trampas y el daño que estas generan al cultivo, algo que pudiera variar dependiendo de la época del año, el manejo del cultivo o las variedades de brócoli.

Estudios futuros pretenden determinar mecanismos de manejo y control de *D.planipalpis* con base en las observaciones alcanzadas en las condiciones de producción de brócoli en Guanajuato.



Patógenos que ocasionan ahogamiento de plántulas desde el vivero de producción.

Pythium ultimum y *P. aphanidermatum*. No es considerado un hongo verdadero, ya que en su pared celular contiene celulosa, su presencia se asocia a condiciones de excesos de humedad. Es un patógeno que se disemina por el agua de riego, afecta las raíces de las plantas retrasando su desarrollo, las raíces secundarias se pudren y solo una pequeña parte sobrevive, el cuello de la planta se pone de color marrón y la corteza radicular se desprende fácilmente.

Rhizoctonia solani. Es un hongo que en su pared celular contiene quitina, sobrevive en residuos vegetales como micelio o esclerocios en suelo, con frecuencia afecta las semillas en germinación, en el cuello de las plántulas forma una ahorcadura (cancro) de color café.

Fusarium oxysporum. También es un hongo que en su pared celular contiene quitina, afecta el cuello de las plántulas ocasionando una lesión de coloración rojiza.

Leptosphaeria maculans (Phoma lingam). Patógeno de plántulas que sobrevive en residuos de crucíferas por más de un año en forma de esporas capaces de iniciar la

infección al entrar en contacto con un cotiledón o una hoja, desarrollándose internamente sin producir muerte de tejido, posteriormente baja hasta el cuello de la planta donde sí mata las células formando un cancro de color oscuro y marchitez.

Los suelos compactados favorecen el desarrollo de *Fusarium oxysporum* f. *sp. conglutinans*, el contenido alto de fierro también contribuye para que se desarrollen estos patógenos, estos patógenos permanecen por mucho tiempo en el suelo en forma de clamidosporas.

La maquinaria y equipos de trabajo sin desinfectar, son los principales medios de diseminación de estos patógenos.



Mildiú *hyaloperonospora* parasítica (*Peronospora parasítica*)

Es un patógeno que puede ser también transmitido por semilla, favorecido por mucha acumulación de rocío y altas densidades de plantación. El haz de las hojas se torna de color púrpura, amarillo o marrón, en el envés aparece una esporulación de color blanco al gris, favorecido por condiciones de niebla prolongada, lluvias ligeras y temperaturas nocturnas de 8-16 grados y temperaturas diurnas de 24 grados.



Tizones (*Alternaria brassicae*, *Alternaria alternata*)

Se manifiesta como manchas oscuras en todas las partes aéreas de la planta y cabeza, las lesiones son de color marrón oscuro con un halo brillante, en las lesiones se pueden apreciar anillos concéntricos a los que se les suele caer la parte más vieja, las hojas afectadas pueden volverse totalmente amarillas y caerse. Sobrevive en los residuos de plantas en el suelo, también puede ser transmitido por semilla. Las esporas germinan y producen conidios a temperaturas de 11 a 23 grados, requiere humedad relativa de 90% y más.



Hernia de las crucíferas (*Plasmodiophora brassicae*.)

Es un patógeno que invade todo el sistema radicular de las plantas, no mata a la planta, pero reduce el desarrollo vegetativo de la planta y por lo tanto la calidad del florete. Las hojas se tornan verde pálido a amarillo y se produce una marchitez y acortamiento de entrenudos de la planta. Infecta a casi todos los cultivos de crucíferas. Sobrevive en plasmodios o quistes de reposo en el suelo, que son estimulados por los exsudados de las raíces de crucíferas, temperaturas de 20 y 23 grados centígrados y ph del suelo de 6-7. Las zoosporas que salen de los quistes son las que invaden el sistema radicular formando los endoplasmodios (hiperplasia e hipertrofia) o agallamiento. En Guanajuato es un problema fitosanitario que en los últimos años se reporta un incremento de predios que muestran síntomas de la enfermedad y en otros ya con pérdidas del orden del 20 al 30 %.

Para el manejo de la enfermedad realizar la desinfección de maquinaria y equipo de trabajo en la medida que sea posible, nivelar el ph del suelo a 7 de ser posible, agregando productos que contengan calcio, cianamida de calcio y boro, incorporación de enmiendas orgánicas con microorganismos benéficos como *Bacillus subtilis*. Es importante la rotación anual con cultivos como maíz, trigo y alfalfa. Con la exposición a la radiación solar con las labores de cultivo, se inhibe la germinación de los quistes.



Fitobacterias

Pectobacterium carotovorum. Es una bacteria fitopatógena que sobrevive como bacteria epífita en residuos vegetales o en suelo, bajo condiciones de alta humedad relativa infecta a las plantas a través de heridas frescas en hojas senescentes y desde ahí se propaga por el peciolo al tallo principal a través de los vasos del xilema. Produce enzimas pectolíticas que degradan los tejidos de la planta provocando una pudrición blanda.

El manejo de este patógeno se dificulta mucho debido a que sobrevive en suelo, se disemina por el agua de riego, maquinaria y equipo de trabajo.



Xanthomonas campestris* pv. *campestris. Patógeno que se desarrolla en climas cálidos y húmedos con temperaturas óptimas de 27 a 35 grados centígrados. Produce exopolisacáridos que provocan síntomas en hojas como manchas amarillentas, opacas e irregulares a lo largo de los márgenes, los cuales se extienden a la parte media interior de las nervaduras. Cuando el florete se infecta manifiesta los mismos síntomas de ennegrecimiento y causando pérdidas hasta del 50% o mas.

Manejo. Limpieza de maquinaria y equipo de trabajo con ácidos orgánicos o al menos con agua y jabón. Desde la plántula se deben aplicar ácidos orgánicos, inductores de resistencia y aminoácidos para proteger la pella.

Pseudomonas sp. Produce un surfactante llamado viscosin que reduce la tensión superficial del agua y con ello se inicia la colonización de la superficie de la planta para penetrar a los tejidos internos e iniciar el proceso infeccioso para producir la pudrición del florete.



Principales insectos benéficos en crucíferas

PARASITOIDES

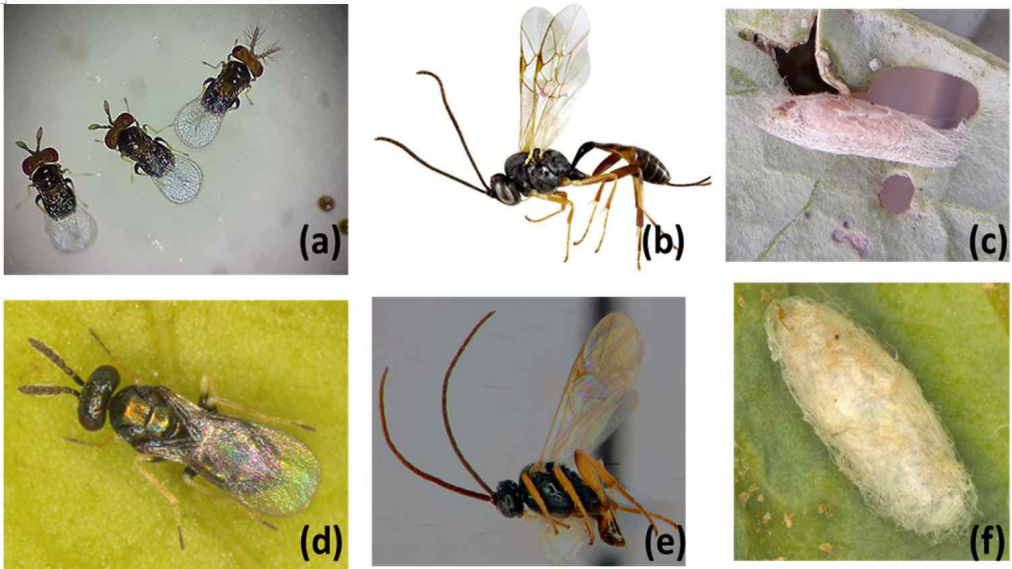


Figura 22. Parasitoides asociados a la palomilla dorso de diamante. a) Adultos de *Trichogramma* sp.; b) adulto de *Diadegma insulare*; c) pupa de *Diadegma insulare*; d) adulto *Oomyzus sokolowskii*; e) adulto de *Cotesia vestalis* (=plutellae); f) pupa de *Cotesia plutellae*.

DEPREDADORES

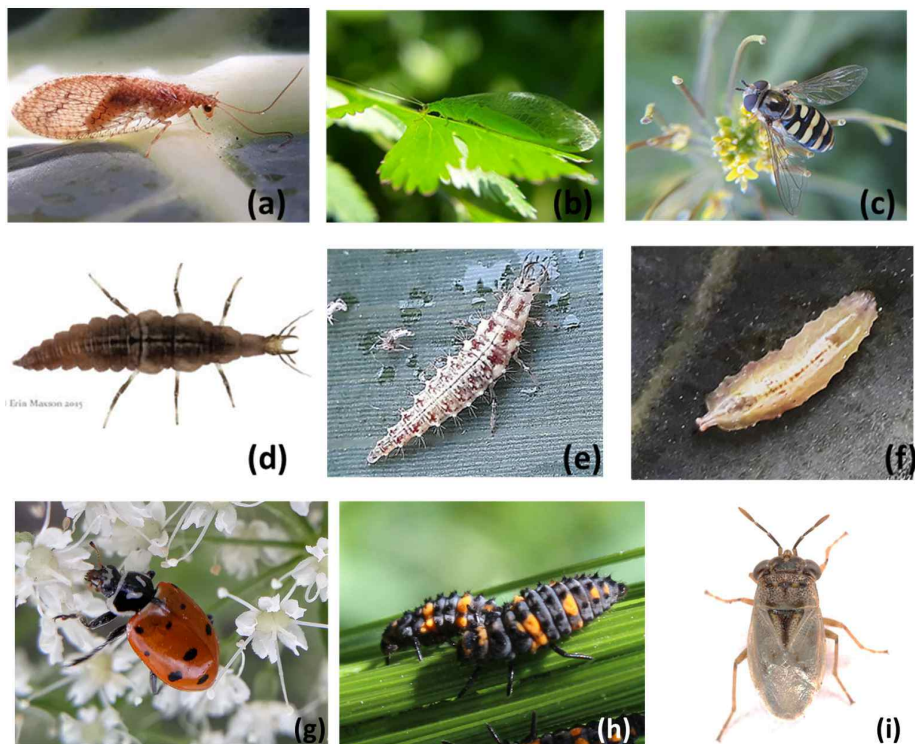


Figura 23. Principales insectos depredadores en crucíferas. a) Adulto de crisopa café (Hemerobidae); b) adulto de crisopa verde (*Chrysoperla* sp.); c) adulto de mosca sírfida (Syrphidae); d) larva de crisopa café (Hemerobidae); e) larva de crisopa verde (*Chrysoperla* sp.); f) larva de mosca sírfida (Syrphidae); g) adulto de *Hippodamia convergens*; h) larva de *Hippodamia convergens*; i) adulto de chinche ojona (*Geocoris* sp.).

Monitoreo de las poblaciones de insectos

El monitoreo de las poblaciones de insectos se refiere al muestreo continuo y al registro del estado que guardan las plagas en relación con cada una de sus etapas biológicas, sus enemigos naturales y el desarrollo del cultivo. El monitoreo tiene dos objetivos fundamentales: 1) Identificar y

registrar las plagas presentes (en sus diferentes estados biológicos), información de alta importancia para la toma de decisiones respecto a cuál tipo de táctica de manejo utilizar y cuándo ponerla en práctica. 2) Determinar si la densidad de población de plagas amerita o no una acción de manejo.

Etapas fenológicas del cultivo

Las plantas de brócoli se deben examinar minuciosamente en las diferentes etapas de su desarrollo (etapas fenológicas), las cuales se describen a continuación:

1. Desarrollo vegetativo. La inspección en esta etapa se realiza cuando las plantas tienen de 3 a 10 hojas verdaderas totalmente desplegadas; o bien, entre la fecha del trasplante y los 30 a 45 días después de su establecimiento. En esta etapa es conveniente examinar toda la plántula y registrar las plagas que se detecten.

2. Desarrollo reproductivo. En esta etapa la inspección se realiza después de la aparición de la décima hoja, o de los 45 días después del trasplante hasta que

la inflorescencia alcance una pulgada de diámetro. Es importante poner mucho énfasis en la revisión de la mitad superior de la planta, incluyendo el botón de la inflorescencia o cabeza del brócoli, ya que es la etapa crítica en que las poblaciones de larvas de dorso de diamante y de pulgones se introducen entre los floretes causando en la siguiente etapa problemas graves de contaminación.

3. Cosecha. La inspección en esta etapa se realiza cuando la inflorescencia alcanza una pulgada de diámetro hasta el punto de corte. Es conveniente examinar cuidadosamente la parte superior de las plantas incluyendo la inflorescencia.

Método de muestreo

Para determinar la densidad de población de plagas se recomienda el muestreo absoluto, el cual consiste en revisar las plantas tanto de las orillas como del centro del lote y registrar el número de insectos de dorso de diamante,

falso medidor, pulgones y otras plagas en sus diferentes estados; paralelamente se puede determinar la presencia de la fauna insectil benéfica en general, o bien, los porcentajes de parasitismo.



Al revisar las plantas de la orilla caminar en zig-zag en los primeros cinco surcos orilleros y en los 5 m de las cabeceras (Figura 24). Se deben escoger plantas al azar examinando la planta más cercana cada 20 pasos. Para las plantas del centro del cultivo muestrear 10 plan-

tas/ha, una cada 20 pasos. Para las diferentes superficies de los lotes de crucíferas se deberán seguir las distancias relativas que se muestran en el Cuadro 1. El monitoreo de las poblaciones de plagas se debe iniciar una semana después del trasplante.

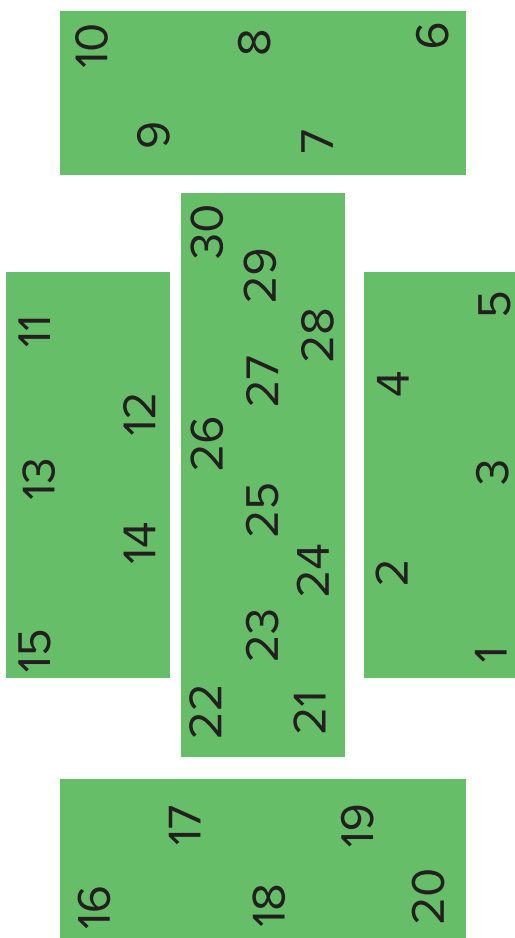


Figura 24. Procedimiento de muestreo de plagas en lotes de crucíferas de 1 a 5 ha.

Cuadro 1. Distancias relativas y número de plantas muestreadas en diferentes lotes de crucíferas.

Superficie ha	Distancia relativa entre plantas a muestrear*	Núm. de plantas muestreadas/lote
1	20	30
2	40	30
3	60	30
4	80	30
5	100	30
6	60	60
7	70	60
8	80	60
9	90	60
10	100	60

* medida en pasos normales.

Análisis de datos

Los muestreos deberán realizarse semanalmente entre los meses de agosto a marzo, y dos veces por semana de abril a junio. Sin embargo, esta decisión dependerá de las condiciones meteorológicas predominantes y de la densidad de población encontrada.

Se recomienda llevar un registro de la presencia de insectos por especie/planta, para lo cual es conveniente que los asesores técnicos diseñen sus formatos de conteo y de seguimiento.

Para obtener el promedio de larvas por planta se suma el total de las cantidades de larvas encontradas (de las diferentes especies), y el resultado se divide entre el número de plantas muestreadas

En los umbrales de acción establecidos, el número de larvas/planta a considerar depende de la etapa del desarrollo del cultivo. Cuando el cultivo se encuentre en la primera etapa se pueden aceptar-tolerar hasta 0.5 larvas/planta. En la segunda y tercera etapa, el límite máximo es de 0.2 larvas/planta.

Monitoreo de adultos

Para el monitoreo de los adultos de dorso de diamante se pueden utilizar trampas con feromona o atrayente sexual sintético. Los datos recolectados a través del monitoreo permiten determinar la densidad de población y los patrones de emergencia.

La trampa tipo ala es una de las más efectivas para la captura de adultos. Se coloca en lugares accesibles dentro de los lotes de producción (Figura 25).

La trampa consiste de dos cartones que se sujetan mediante un alambre y un cebo o tapón de caucho impregnado con la feromona sexual, que se coloca entre los dos cartones. El cartón inferior de la trampa tiene una cubierta pegajosa que atrapa a los machos. Para conocer la fluctuación poblacional de los adultos es recomendable hacer los conteos diariamente, o dos veces por semana en una trampa por lote de producción.



Figura 25. Tamba tipo ala.

En la región de El Bajío los hábitos reproductivos de la palomilla dorso de diamante son normales y se encuentra activa durante los 12

meses; esto indica la posibilidad que durante todo el año va a ovipositar en los cultivos de crucíferas y se van a encontrar todas las fases del ciclo biológico.

Sin tener establecido como un umbral técnico que indique una correlación entre la población de palomillas capturadas por noche y la densidad de larvas por planta, se ha tenido la experiencia con varios productores de que cuando se detectan menos de 15 adultos/trampa se puede tener cierta confianza de que no se registrarán problemas de larvas en los siguientes días. Pero al encontrar más de 15 adultos en la trampa, es impredecible la población de larvas, la cual también es afectada por factores de mortalidad natural del insecto.

Si bien las trampas con feromona sexual aportan muy buena información complementaria sobre el proceso de inmigración del dorso de diamante al cultivo y la fluctuación de sus poblaciones, ésta no debe tomarse como la única base para definir acciones directas de manejo. Necesariamente tiene que determinarse la densidad de población de larvas defoliadoras (todas las especies) por planta.

Tácticas de control

Existen varias tácticas de manejo integrado de plagas disponibles, algunas de ellas conocidas y otras relativamente nuevas. Éstas son:

control biológico, control químico, control legal (uso de vedas) y prácticas culturales.

A continuación se describe cada táctica:

Control biológico

Éste es uno de los principales componentes del Manejo Integrado de Plagas (MIP), y es definido como la suma de acciones emprendidas para favorecer la acción de parásitos, depredadores y patógenos en el control de un insecto plaga, esto incluye toda una estrategia del manejo racional de insecticidas en la que los productos biológicos juegan un papel fundamental. El control biológico puede ser natural o inducido, y consiste en el manejo de las poblaciones de la plaga

utilizando sus enemigos naturales. El control biológico es una táctica más compleja que la aplicación de insecticidas, dado que depende de organismos vivos y de sus interacciones con la palomilla dorso de diamante. El control biológico incluye la introducción a la región de especies exóticas de enemigos naturales, el manejo de poblaciones naturales endémicas y la programación de liberaciones masivas e inundativas de enemigos de la plaga.

Parasitoides. Un parásito es un organismo que vive sobre o dentro de otro de mayor tamaño (su hospedante) y que sólo requiere de éste para alcanzar su madurez. Con frecuencia existen varios parásitos en un solo hospedante. Los parásitos de mayor impacto en poblaciones de plagas son los insectos benéficos.

Los insectos que parasitan a otros insectos son llamados más apropiadamente parasitoides. Un parasitoide es un insecto que en su estado inmaduro vive a expensas de su hospedante, pero presenta una vida libre cuando llega a su estado adulto. En todas las ocasiones los parasitoides matan a sus hospedantes, pero en algunas circunstancias el hospedante puede vivir su ciclo completo antes de morir. Los parasitoides pueden atacar en cualquier estado biológico del hospedante, aunque los adultos son parasitados con menos frecuencia.

Estos son los enemigos naturales más utilizados en programas de control biológico.

Los parasitoides penetran la pared del cuerpo del hospedante y depositan sus huevecillos dentro del mismo, o también pueden adherir sus huevecillos al cuerpo del hospedante. Este último caso requiere que la larva recién emergida horade el exoesqueleto del hospedante para penetrar y alimentarse.

Los parasitoides son efectivos agentes de control biológico debido a los siguientes atributos: 1) la sobrevivencia generalmente es buena; 2) sólo se requiere de un hospedante (o pocos) para completar el desarrollo de un parasitoide; 3) las poblaciones pueden ser sostenidas con baja población del hospedante; 4) la mayoría de los parasitoides tienen un estrecho rango de hospederos, resultando una buena respuesta numérica a la densidad de población del hospedante.



En control biológico las desventajas de los parasitoides son: 1) la capacidad para la búsqueda de un hospedante puede ser fuertemente reducida por factores climáticos; 2) únicamente las hembras buscan hospedante; 3) las mejores buscadoras por lo general ponen pocos huevecillos.

Los parasitoides naturales asociados a las principales plagas de las crucíferas en la región que se pueden aprovechar cuando existan altas poblaciones son: la avispa *Trichogramma spp.* que parasita huevecillos de varias especies de larvas defoliadoras principalmente; la avispa *Diadegma insulare* que parasita larvas de dorso de diamante; la avispa *Copidosoma truncatellum* y la mosca *Voria ruralis* parasitoides sobre larvas de falso medidor; y las avispas que parasitan a las especies de pulgones *Aphidius testaceipes* y *Diaretia rapae*.

En un estudio realizado en la región del Bajío (Martínez et al., 2002) para identificar las especies de parasitoides que atacan la palomilla dorso de diamante, y reunir información sobre su importancia relativa y patrones de fluctuación poblacional, encontraron los siguientes resultados: las especies identificadas fueron: *Diadegma insulare* Cresson, *Diadromus* (= *Thyraeella*) *Habrobracon sp.* (Hymenoptera: Braconidae); *Oomyzus* (= *Tetrastichus*) *sokolowoskii* Kurdjumov (Hymenoptera: Eulophidae) y *Spilochalcis* (= *Conura*) *sp.* (Hymenoptera: Chalcididae).

Esta última especie es un hiperparasitoide de *D. insulare*.

La especie más abundante y que se ha producido con frecuencia y durante varios años es *D. insulare*. Los niveles más altos de parasitismo causado por *D. insulare* en dorso de diamante se registraron en la temporada de primavera-verano con promedios de 42.7, 45.0 y 44.5 % en col, brócoli y coliflor, respectivamente. Se detectó que *D. insulare* ataca a la plaga a densidades de población muy bajas durante las etapas iniciales del ciclo de cultivo; el parasitoide tiene una alta capacidad de búsqueda. La correlación (*r*) entre dorso de diamante y *D. insulare* fue positiva y significativa. Las otras especies identificadas aparecieron esporádicamente y no tuvieron impacto sobre las poblaciones de la plaga. La identificación de *D. collaris* representa el primer registro de esta especie en América del Norte.

Depredadores. En los programas de control biológico de plagas los depredadores más importantes han sido insectos y ácaros. En el Bajío algunos grupos de especies asociadas a las plagas de las crucíferas incluyen: catarinitas (Coleóptera: Coccinellidae), crisopas (Neuróptera: Chrysopidae), carábidos (Coleóptera: Carabidae), moscas sírfide (Díptera: Syrphidae), chinche damisela (Hemíptera: Nabidae) y chinche asesina (Hemíptera: Reduviidae).

Algunos depredadores se alimentan casi exclusivamente de una sola especie, por lo que se les llama monófagos. Otros depredadores, como las larvas de sírfidos, tienen también pocos hospedantes y se alimentan de una o algunas presas, por lo que se les llama oligófagos. Como grupo, los depredadores se alimentan de una amplia diversidad rango de presas, se les llama polífagos.

Los depredadores polífagos ofrecen ventajas y desventajas para el control biológico. Entre las ventajas está que pueden sobrevivir alternando a sus presas cuando la densidad de la especie plaga es baja. Entre las desventajas está que pueden carecer de sensibilidad a cambios en la densidad de la plaga, es decir, el depredador no suprime totalmente el crecimiento de la población plaga. Sin embargo, es difícil predecir la respuesta que pueda dar un enemigo natural a una plaga solamente desde el punto de vista alimenticio.

Otras características de los depredadores son: a) matan a la presa rápidamente; b) todos los individuos de la población (machos, hembras, inmaduros y adultos) buscan a la presa; c) la sincronización de los ciclos de vida entre depredadores y presas no es problema.

Se han originado muchos debates respecto a cuáles son los agentes de control biológico más eficientes, si los parasitoides o los depredadores. Ciertamente los parasitoides se han utilizado con

mayor frecuencia en intentos de control biológico; sin embargo, es casi imposible determinar cuál es el más exitoso para algún problema en particular.

Patógenos. El control microbiano de plagas insectiles se realiza con el uso de microorganismos patógenos: bacterias, hongos, virus, protozoarios y nematodos y sus productos (plaguicidas microbianos) que causan patologías que generalmente provocan la muerte a su insecto hospedero.

Entre los patógenos más utilizados en la entomología económica, la bacteria esporagénica *Bacillus thuringiensis* (B.t.) es el agente de control más común. Esta bacteria se encuentra en el 95% de los insecticidas microbianos producidos a nivel mundial; en los últimos años su uso en cultivos agrícolas ha registrado un crecimiento exponencial.

Las subespecies de *B. thuringiensis*, *kurstaki* y *aizawai*, se consideran como dos de los serotipos más agresivos contra larvas de lepidópteros, las cuales al ingerir la bacteria sufren parálisis intestinal seguida por una parálisis general. La actividad insecticida de este producto proviene de la toxina presente en los cristales (delta-endotoxina). Las larvas mueren generalmente a las 48 horas después de la ingestión.

Durante los últimos años el uso de B. t. se ha generalizado como una práctica común para controlar

diferentes especies de lepidópteros, y por lo que es una herramienta muy valiosa dentro de las estrategias de MIP. Actualmente existen en México varios productos comerciales de las dos subespecies de esta bacteria.

El uso de agentes microbianos para el control de dorso de diamante se ha incrementado considerablemente durante los últimos años, sobre todo debido a la gran efectividad de las formulaciones comerciales de *B. t.* contra las larvas de este insecto plaga. Sin embargo, recientemente se ha determinado que la palomilla dorso de diamante ha desarrollado resistencia bajo condiciones de uso comercial del bioinsecticida en algunas regiones productoras de crucíferas en el mundo como consecuencia del manejo inapropiado del bioinsecticida.

Por otro lado, el uso de virus entomopatógenos es una alternativa para optimizar y prolongar la eficiencia de *B. t.* el empleo de virus entomopatógenos. Dentro de este tipo de productos el grupo de Baculovirus (virus de la poliedrosis y granulosis) posee un amplio potencial para utilizarse como bioinsecticidas comerciales en el control de insectos plaga.

El uso del virus de la poliedrosis nuclear de *Trichoplusia ni* (*T. ni* VPN) ha mostrado resultados satisfactorios para el control de larvas del gusano falso medidor. Existen experiencias regionales positivas en el control biológico del pulgón de la col mediante el uso de productos microbianos formulados

con los hongos entomopatógenos *Lecanicillium* (= *Verticillium*) *lecanii* y *Beauveria bassiana*.

Actualmente existen buenas perspectivas para el diseño e implementación de estrategias para el control biológico de las plagas de las crucíferas en El Bajío. Se considera el desarrollo y la efectividad de los bioinsecticidas formulados con *B. thuringiensis* para el control de larvas de lepidópteros, y de los avances logrados en la evaluación de los productos microbianos formulados a base de Baculovirus para el control de larva de falso medidor, y en la evaluación del uso de productos formulados con hongos entomopatógenos para el control de pulgones.

Control químico

La exigencia del mercado internacional de brócoli de alta calidad, libre de plagas y de daños, ha obligado a los productores a usar el control químico como una de las tácticas de manejo de plagas más común. La aplicación de productos químicos ciertamente ha permitido reducir los daños por contaminación de plagas; sin embargo, como resultado de ello se ha generado otra serie de problemas.

El uso intensivo y unilateral de los insecticidas ha ocasionado el desarrollo de resistencia en las plagas, la eliminación de enemigos naturales de éstas, además del surgimiento de plagas secundarias. Por otro lado, representa riesgos por la presencia de residuos en el producto comes-

tible y riesgos para los técnicos encargados de los lotes de cultivo, a lo que se suma el aumento en los costos de producción.

El desarrollo de resistencia en las poblaciones de insectos plaga como consecuencia del uso continuo de insecticidas del mismo grupo químico se debe básicamente a la fuerte presión de selección a la que son sometidas. Al inicio sólo son eliminados por los plaguicidas los individuos susceptibles, y los individuos resistentes sobreviven, los cuales heredan a su descendencia la habilidad de resistencia.

La resistencia a los insecticidas se forma, en parte, por mecanismos metabólicos propios de la plaga a través de los cuales los individuos que sobreviven poseen niveles superiores de enzimas en comparación con los que poseen los individuos susceptibles; estas enzimas les permiten desdoblar las moléculas insecticidas y convertirlas en productos menos tóxicos o completamente atóxicos.

El manejo de insecticidas no debe estandarizarse debido a que los mecanismos de resistencia de los insectos son cambiantes, y son además influenciados en gran medida por los sistemas de producción propios de cada región, a lo que hay que agregar que las poblaciones insectíles son diferentes de una zona a otra y varían de un año a otro.

La estrategia de manejo racional de insecticidas comprende los siguientes aspectos:

a) El análisis de los insecticidas utilizados regularmente.

b) La evaluación de la efectividad de los insecticidas.

c) Los estudios de resistencia adquirida por la plaga.

d) La observación de afinidades de mecanismos de resistencia a insecticidas.

e) El conocimiento de la relación patrón de cultivo-dinámica de plagas.

f) La observación de la vigencia de su autorización y registro para su uso.

Mediante el análisis del uso de insecticidas se determina la presión de selección absoluta por grupo toxicológico de insecticidas para las principales poblaciones y generaciones de insectos-plaga, y su relación con los posibles mecanismos de resistencia. Un grupo toxicológico está formado por insecticidas afines en su conformación molecular y mecanismos de resistencia similares.

La evaluación de los insecticidas mediante el uso de diferentes dosis se realiza para determinar la eficacia y eficiencia de los mismos. La evaluación permite conocer la relación dosis-mortalidad.

El objetivo de los estudios de resistencia es determinar y comparar la mortalidad de una población de insectos plaga sometidos a la presión de insecticidas de diferentes modos

de acción con respecto a la respuesta de una población susceptible a los tóxicos. Para evaluar el desarrollo de la resistencia a insecticidas de dorso de diamante se ha generado una técnica que consiste en el uso de frascos viales impregnados con la CL90 del insecticida que se trate en una colonia susceptible; el valor que aporta la técnica se utiliza como una dosis discriminante y sirve para detectar cambios de susceptibilidad hacia el insecticida evaluado. Estos estudios deben dar respuesta a las siguientes interrogantes:

¿Cuál o cuáles mecanismos de resistencia es conveniente "seleccionar" de una población de insectos en el ciclo de cultivo?

¿Qué secuencia en el uso de insecticidas garantiza un control efectivo en un ciclo de cultivo y de un ciclo a otro?

El análisis de la vigencia de la autorización y registro de los productos químicos se realiza para verificar que los plaguicidas estén autorizados por la Dirección General de Sanidad Vegetal.

Por ser el brócoli un producto de exportación (básicamente al mercado norteamericano), es necesario verificar los grados de tolerancia establecidos por la Agencia para la Protección del Medio Ambiente (EPA) para los productos de interés.

Un producto con registro de uso puede ser incluido en esta estrategia, pero su empleo no es necesariamente compatible con el manejo de insecticidas de una región agrícola determinada.

A continuación se presenta una serie de sugerencias para el manejo de insecticidas en el cultivo de brócoli en la región del Bajío:

1. Para prevenir el desarrollo de resistencia a los insecticidas y por lo tanto falta de efectividad de los mismos, su aplicación deberá ajustarse a las épocas indicadas en el Cuadro Básico de Recomendación de Insecticidas (CBRI), siempre y cuando existan en tales épocas infestaciones de plagas por arriba de los umbrales de acción establecidos para dorso de diamante y otras larvas defoliadoras: 0.5 larvas o más por planta desde el trasplante hasta los primeros 55 días; y 0.2 larvas o más por planta de los 55 días hasta el último corte. El CBRI debe ser actualizado anual o bianualmente.

2. Retrasar cuando menos hasta el periodo de "botoneo" la aplicación de insecticidas para preservar la fauna insectil benéfica y permitir que ésta actúe contra las plagas.

3. Por ningún motivo deberán utilizarse insecticidas no autorizados por los organismos de regulación fitosanitaria nacional e internacional que representen un alto riesgo de residualidad en el producto comercial y en el agrosistema.

4. El hecho de que se recomienden varios insecticidas piretroides contra esta plaga de ninguna manera significa que se deben usar todos o varios de ellos en la época indicada en el CBRI; la finalidad es ofrecer varias opciones.

5. Por ningún motivo incrementar las dosis recomendadas de insecticidas. En el caso de los piretroides es particularmente grave sobredosificar, ya que se seleccionan con mayor rapidez poblaciones de insectos resistentes.

6. El uso de mezclas de insecticidas ejerce una fuerte presión de selección sobre los mecanismos de resistencia de las poblaciones de insectos, promoviendo con esto el desarrollo de resistencia múltiple, que significa tolerancia a una gran diversidad de productos químicos. Por tal razón, la aplicación de mezclas debe basarse en las siguientes consideraciones:

a) Los componentes de la mezcla deben tener una proporción similar

de degradación en el medio ambiente.

b) No debe existir antagonismo entre los componentes de la mezcla.

c) No deben aplicarse mezclas contra una sola plaga; sólo deberán usarse cuando dos plagas o más hayan rebasado el umbral de acción, y que un solo insecticida no sea efectivo para las diferentes especies presentes.

d) Cuando se justifique el uso de alguna mezcla, ésta deberá prepararse en el campo, ya que las mezclas formuladas de fábrica sólo aumentan la anarquía en el uso de insecticidas, se propicia el desarrollo de resistencia múltiple, y en algunos casos el objetivo es comercializar productos de baja efectividad en aplicación independiente.

El Cuadro Básico de Recomendación de Insecticidas (CBRI)

Para integrar la información contenida en el CBRI se tomaron en consideración los criterios sugeridos para la estrategia del MRI para el sistema producto brócoli, los cuales son los siguientes: la efectividad de los insecticidas recomendados para el control de plagas, los estudios de la dinámica de resistencia en las principales plagas agrícolas, el análisis del uso de insecticidas en la región durante los ciclos anteriores, las poblaciones de insectos plaga, y el registro vigente (nacional e internacional) de los insecticidas recomendados en este cultivo.

El CBRI tiene como propósito informar y actualizar a asesores técnicos y productores sobre las diversas opciones disponibles para el control químico de las principales plagas del brócoli.

Debido a lo dinámico del proceso de generación de información respecto al registro o restricción de algunos productos, al problema de resistencia a insecticidas, a la existencia de productos en el mercado, etc., es de alta importancia el análisis periódico (anual o bianual) de la información disponible sobre el control de plagas de este cultivo con la finalidad, por un lado, de proponer correcciones o ajustes a la información existente, y por el otro, dar a conocer nueva información de apoyo al proceso de toma de decisiones relacionadas con el MIP.

El CBRI contiene la siguiente información (presentada en columnas):

Producto. La información contenida en esta columna fue tomada del documento Registro de plaguicidas y nutrientes vegetales (COFEPRIS, 2013); del documento de la Agencia de la Protección del Ambiente (EPA, por sus siglas en inglés), parte 180 “Tolerancias y excepciones de los residuos de plaguicidas en alimentos” (EPA, 2013); de la lista de plaguicidas de la Liga de Procesadores de Alimentos de California (CLFP, 2013), y parte de la experiencia regional del combate químico de plagas de estos cultivos.

Grupo MoA. La estructura química de los insecticidas permite

clasificarlos por la similitud de la química del ingrediente activo; por lo tanto, todos los miembros de una clase de insecticidas tienen características similares. La estructura química de un insecticida generalmente define su sitio de acción y MoA. El sitio de acción se refiere a la ubicación física dentro de un organismo donde el insecticida actúa. El MoA se define como la acción de un insecticida en su sitio específico. En resumen, el MoA de un insecticida es la manera en la que provoca daños fisiológicos en su sitio de acción. Subgrupo químico. Los insecticidas se separaron en grupos químicos con base en la información generada por la empresa propietaria de los compuestos. Con esta información y la clasificación según el MoA elaborada por IRAC (2012) es relativamente simple ubicar a los insecticidas en los grupos y diseñar la secuencia o rotación más pertinente.

Formulación. En esta columna se indica la presentación física del producto comercial y la concentración (%) del ingrediente activo indicado en la garantía de composición de la etiqueta.

Dosis/ha. En esta columna se indican las dosis recomendadas para cada insecticida. Cuando la dosis recomendada no es efectiva, no se debe mezclar el producto con otro ni se debe aumentar la dosis para incrementar su toxicidad. Si la ineffectividad es consistente, es preferible evitar su uso.

Categoría toxicológica. La categoría toxicológica de los plaguicidas ha sido determinada



sobre la base de la DL50 (Dosis Letal 50%) aguda oral o dermal, dependiendo de si la presentación comercial del producto es sólida o líquida. La DL50 indica la peligrosidad del producto. La DL50 se refiere a la "cantidad de una sustancia que es necesario ingerir de una sola vez para producir la muerte del 50% de los animales de una población". Esta dosis se expresa generalmente en mg/kg de peso vivo del organismo evaluado y se mide tanto en la ingesta como en la toxicidad dermal o por inhalación.

Los principales cambios en la información de la parte central de las etiquetas de los plaguicidas de acuerdo a su sistema de clasificación toxicológica son los siguientes:

Con la norma anterior NOM-045 (SENASICA, 2013) el sistema bajo el cual se clasificaba estaba basado en la Organización Mundial de la Salud (OMS) desarrollado sólo para plaguicidas. Con la norma vigente NOM-232 (DOF, 2010) la clasificación está basada en el Sistema Global Armonizado (GHS por sus siglas en inglés), de clasificación y etiquetado de químicos, que es un Sistema Internacional desarrollado por la Organización de las Naciones Unidas (ONU).

Los productos se clasifican en cinco categorías de peligro de acuerdo a su toxicidad aguda: oral,

dermal e inhalatoria, pero se usan sólo dos palabras de advertencia, PELIGRO para las categorías 1, 2 y 3, y PRECAUCIÓN para las categorías 4 y 5. Se asigna un color para cada categoría 1 y 2, rojo; 3, amarillo; 4, azul; 5, verde. Se utilizan 12 frases diferentes de peligro y se usan dos símbolos: la calavera para las categorías 1, 2 y 3 y el signo de admiración para la categoría 4. La categoría 5 no tiene símbolo.

Es esencial que los productores y técnicos encargados del manejo de plaguicidas comprendan claramente las concordancias de las categorías toxicológicas con esta nueva clasificación, pero sobre todo que conozcan los riesgos asociados con los plaguicidas de mayor peligrosidad para que los manejen con las debidas precauciones.

Intervalo de seguridad en días (ISD). Se refiere al número de días que debe transcurrir de la última aplicación del insecticida a la cosecha para asegurarse de que los residuos no rebasen el límite máximo permitido.

Periodo de reentrada en horas (PRH). El periodo de reentrada a los lotes de producción tratados debe ser estrictamente respetado. El PRH se refiere al tiempo que transcurre desde la aplicación del tratamiento al cultivo hasta que los residuos disminuyan a un nivel aceptable para evitar riesgos para

los empleados o para las personas que pasan cerca de los lotes de producción.

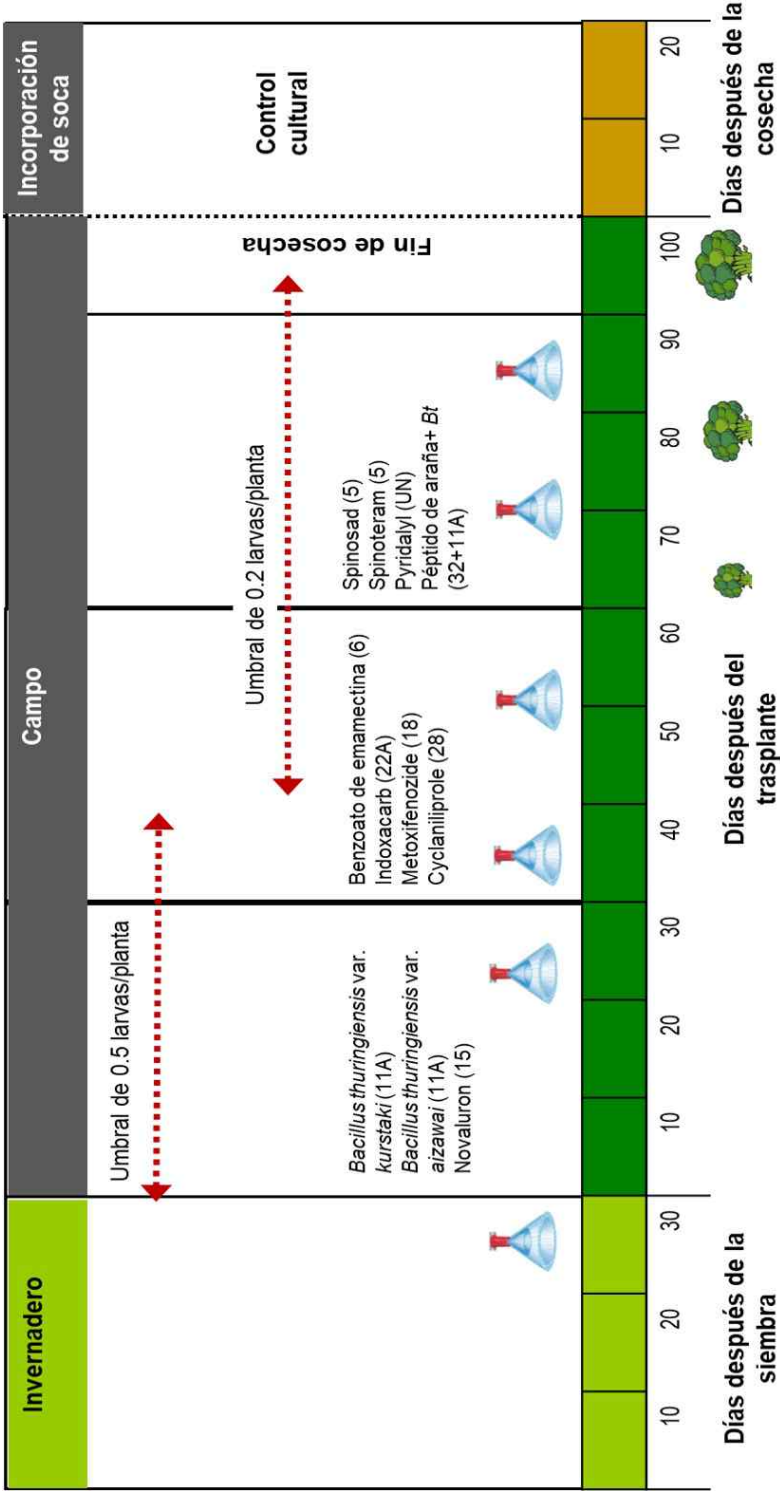
Observaciones. En esta columna se incluyen algunas sugerencias generales e información sobre cuándo aplicar y los estadios en los que el insecto es más susceptible de ser controlado.

La prevención es la mejor estrategia para el manejo de las plagas; por lo tanto, antes de plantar brócoli considerar el uso de las diferentes tácticas: seleccionar insecticidas con base en el MoA, eficacia y selectividad; monitorear las plagas antes y durante el desarrollo de los cultivos; eliminar la soca al final del ciclo del cultivo para reducir la fuente de alimento de las plagas y con ello evitar futuras infestaciones a nuevas plantaciones. A continuación se presenta el CBRI.



Cuadro básico de plaguicidas para el control de la palomilla dorso de diamante

Cuadro básico de recomendación de la rotación de modos de acción de ingredientes activos durante las tres generaciones de la plaga, de acuerdo al ciclo de cultivo del brócoli y su umbral de acción.



Respetar y usar solamente los plaguicidas del cuadro básico para el mejor control de la plaga, no utilizar productos que no estén recomendados

Restricciones de uso

Cuadro de restricciones

No uso de químicos de amplio espectro tales como

- Piretroides
- Órgano fosforados
- Carbamatos

USO RESTRINGIDO

- Clorantpriliprol
- Flubendiamide

Adyuvantes recomendados

ADYUVANTES: ORGANOSILICONES + Aceite

- Dyne amic - Voga
- Break True - Epa 90
- Cytowett - Carrier.

Kinetyc

Cuadro básico de recomendación de insecticidas para el control de plagas de brócoli en la región del bajío

Producto/ plaga	Grupo MoA	Subgrupo químico	Formu- lación (%)	Dosis/ ha	Categoría toxicológica	ISD	PRH	Observaciones
Dorso de diamante (<i>Plutella xylostella</i>)								
<i>Bacillus thuringien- sis</i> subesp. <i>kurstaki</i> (B.t.k.)	11A	Micr.	PH 3.20	0.5-1.0	IV (5)	SL	24	Dirigir las aspersiones sobre larvas de primer o segundo instar.
			PH 6.40	0.5 kg	IV (5)	SL	24	
			GD 3.00	0.3-1.0 kg	IV (5)	SL	24	
<i>Bacillus thuringiensis</i> subesp. <i>aizawa</i> (B.t.a.)	11A	Micr.	PH 3.80	1.5-2.0	IV (5)	SL	24	
Benzoato de emamectina	6	Avermectinas	GS 5.00	200-300g	III (4)	7	48	Iniciar las aplicaciones al observar las primeras infestaciones. Repita la aplicación cada 10 a 12 días dependiendo de la infestación.
Foliar: Realizar dos aplicaciones a intervalos de 15 días al detectar las primeras larvas. Se recomienda agregar un coadyuvante en la dosis recomendada, para facilitar la adherencia y dispersión del producto. Pre- trasplante: Realizar una aspersión al follaje cinco días previos al trasplante y posteriormente incorporar el producto en el sustrato de la charol con un riego ligero. Riego por goteo: Realizar una aplicación a través del sistema de riego tres días después del trasplante.								
Clorantraniliprol	28	Diamidas	SC 18.40	4.5-6.0 mL/1000plantas	IV (5)	3	2	

Producto/ plaga	Grupo MoA	Subgrupo químico	Formula- ción (%)	Dosis/ ha	Categoría toxicoló- gica	ISD	PRH	Observaciones
Flubendiamida	28	Diamidas	SC 480	ml 25-75	IV (5)	1	12	Aplicar cuando se detecten las primeras larvas. En caso necesario repetir a intervalos de siete días. Utilizar agua suficiente para lograr una buena cobertura.
Indoxacarb	22A	Indoxacarb	EC 15,84	300-500 mL	III (4)	3	12	Dos aplicaciones al follaje cuando aparezcan las primeras larvas a intervalos de 12 días, o cuando rebase el umbral económico.
Methoxyfeno- zide	18	Diacylhy- drazina	F 23.26	333-500 mL	IV (5)	1	24	Iniciar las aplicaciones después de 30 días del trasplante y cuando se detecten las primeras oviposiciones o se en- cuentren 0.3 a 0.5 larvas en los primeros estadios.
Metomilo	A1	Carbama- tos	SC 29.00	L 1-2	II (3)	3	72	La dosis varía dependiendo de la plaga, del porcentaje de infestación, del estado fisiológico del cultivo y de las condiciones ambientales. Usar la dosis alta en condiciones adversas.
Novaluron	15	Benzoilu- reas	CE 9.34	100-250 mL	IV (5)	30	24	Hacer la primera aplicación cuando se observen las prime- ras larvas o daños. De ser necesario realizar una segunda aplicación 21 días después de la primera.

Producto/ plaga	Grupo MoA	Subgrupo químico	Formulación (%)	Dosis/ ha	Categoría toxicoló- gica	ISD	PRH	Observaciones
Spinote- ram	5	Spinosines	SC. 5.87	250-300mL	IV (5)	1	4	Aplicar cuando el cultivo presente de seis a ocho hojas verdaderas y un umbral de 0.5 larvas/planta en promedio. Realizar dos aplicaciones a intervalos de 14 días. El volumen de agua reco- mendable es de 300-400 L/ha. Agregar 250 mL de coadyuvante.
Spinosad	5	Spinosines	SC 44.20	25-50 mL	IV (5)	1	4	Agregar adherente en la mezcla del agua en las aspersiones. No realizar más de tres aplicaciones por temporada.
Zeta-ciper- metrina	3A	Piretroides	CE 12.00	200-300mL	IV (5)	7	12	Aplicar la dosis baja cuando inicie la presión de la plaga, y la alta cuando la incidencia de la plaga es mayor. Realizar las aplicaciones a intervalos de siete días.
Falso medidor (<i>Trichoplusia ni</i>)								
B.t.k.	11A	Micr.	PH 3.20	0.5-1.0 kg	IV (5)	SL	24	Dirigir las aspersiones sobre larvas de primer o segundo instar.
			PH 6.40	0.5 kg	IV (5)	SL	24	
B.t.a.	11A	Micr.	GD 3.00	0.3-1.0 kg	IV (5)	SL	24	
			PH 3.80	1.5-2.0 kg	IV (5)	SL	24	

Producto/ plaga	Grupo MoA	Subgrupo químico	Formu- lación (%)	Dosis/ ha	Categoría toxicoló- gica	ISD	PRH	Observaciones
Cloranthraniprol	28	Diamidas	SC 18.40	100-200 mL	IV (5)	3	2	Foliar: Realizar dos aplicaciones a intervalos de 15 días cuando se detecten las primeras larvas. Agregar un coadyuvante en la dosis recomendada para facilitar la adherencia y dispersión del producto.
								Pre trasplante: Realizar una aspersión al follaje cinco días previos al trasplante y posteriormente incorporar el producto en el sustrato de la charola con un riego ligero.
								Riego por goteo

Producto/ plaga	Grupo MoA	Subgrupo químico	Formu- lación (%)	Dosis/ ha	Categoría toxicoló- gica	ISD	PRH	Observaciones
Metomilo	1A	Carbamatos	SC 29.00	1-2g	II (3)	3	72	La dosis varía dependiendo de la plaga, el porcentaje de infestación, del estado fisiológico del cultivo y de las condiciones ambientales. Usar las dosis altas en condiciones adversas.
Novaluron	15	Benzoilu- reas	CE 9.34	100-250 L	IV (5)	30	24	Hacer la primera aplicación cuando se observen las prime- ras larvas o daños. Realizar una segunda aplicación 21 días después de la primera si es necesario.
Spinoteram	5	Spinosines	SC. 5.87	250-300mL	IV (5)	1	4	Aplicar cuando el cultivo presente de seis a ocho hojas verdaderas y un umbral de 0.5 larvas/planta en promedio. Realizar dos aplicaciones a intervalos de 14 días. El volu- men de agua recomendable es de 300-400 L/ha. Agregar mL de coadyuvante.
Spinosad	5	Spinosines	SC 44.20	25-50 mL	IV (5)	1	4	Utilizar adherente en la mezcla del agua. No realizar más de tres aplicaciones por temporada.
Pulgón de la col (<i>Brevicoryne brassicae</i> y/o pulgón de la mostaza <i>Lipaphis erysimi</i>)								
<i>Chenopo- dium am- brosioides</i>	UN	<i>Chenopo- dium am- brosioides</i>	CE 25.00	0.5-1.25 Lt/100 L de agua		SL		Realizar dos aspersiones al follaje a intervalos de 14 días. Agregar un coadyuvante no iónico.

Producto/ plaga	Grupo MoA	Subgrupo químico	Formula- ción (%)	Dosis/ ha	Catego- ría toxi- cológica	ISD	PRH	Observaciones
Spinote- ram	5	Spinosines	SC. 5.87	250-300 mL	IV (5)	1	4	Aplicar cuando el cultivo presente de seis a ocho hojas verdaderas y un umbral de 0.5 larvas/planta en promedio. Realizar dos aplicaciones a intervalos de 14 días. El volumen de agua recomendable es de 140 l/ha.
Spinosad	5	Spinosines	SC 44.20	25-50 mL	IV (5)	1	4	Agregar adherente en la mezcla del agua en las aspersiones. No realizar más de tres aplicaciones por temporada.
Zeta-ciper- metrina	3A	Piretroides	CE 12.00	200-300 mL	IV (5)	7	12	Aplicar en la dosis baja cuando inicia la presión de la plaga, y la dosis alta cuando la incidencia de la plaga es mayor. Realizar las aplicaciones a intervalos de siete días.
Gusano del corazón de la col (<i>Capitarsia incommoda</i>)								
B.t.k.	11A	Micr.	PH 3.20	0.5-1.0 kg	IV (5)	SL	24	Dirigir las aspersiones sobre larvas de primer o segundo instar.
			PH 6.40	0.5 kg	IV (5)	SL	24	
B.t.a	11A	Micr.	GD 3.00	0.3-1.0 kg	IV (5)	SL	24	
			PH 3.80	PH 6.4	IV (5)	SL	24	
Metomilo	1A	Carbama- tos	SC 29.00	1-2L	II (3)	3	72	La dosis varía dependiendo de la plaga, del porcentaje de infestación, del estado fisiológico del cultivo y de las condiciones ambientales. Usar las dosis altas en condiciones adversas.

Producto/ plaga	Grupo MoA	Subgrupo químico	Formu- lación (%)	Dosis/ ha	Catego- ría toxi- cológica	ISD	PRH	Observaciones
Spinote- ram	5	Spinosines	SC. 5.87	250- 300 mL	IV (5)	1	4	Aplicar cuando el cultivo presente de seis a ocho hojas verda- deras y un umbral de 0.5 larvas/planta en promedio. Realizar dos aplicaciones a intervalos de 14 días. El volumen de agua recomendable es de 300-400 L/ha.
Spino- sad	5	Spinosines	SC 44.20	25-50 mL	IV (5)	1	4	Utilizar adherente en la mezcla del agua en las aspersiones. No realizar más de tres aplicaciones por temporada.
Zeta-ci- perme- trina	3A	Piretroides	CE 12.00	200 300 mL	IV (5)	7	12	Iniciar las aplicaciones del producto en la dosis baja cuando inicia la presión de la plaga. Aplicar la dosis alta cuando la incidencia de la plaga es mayor. Realizar las aplicaciones a intervalos de siete días.

¹MoA: Modo de Acción (IRAC, 2012)

²Categoría toxicológica: I. Extremadamente tóxico (1 y 2); II. Altamente tóxico (3); III. Moderadamente tóxico (4); IV. Ligeramente tóxico (5)

³ISD: Intervalo de Seguridad en Días ⁴PRH: Período de Reentrada en Horas ⁵UN: Desconocido ⁶SL: Sin límite

Producto	Grupo MoA	Subgrupo químico	Formulación %	Dosis/ha	Categoría toxicológica	ISD	PRH	Observaciones
Dorso de diamante (<i>Plutella xylostella</i>)								
Thiame-toxam + Clorantraniliprol	4A + 28	Neonico-tinoides + Diamidas	SC 17.57+8.79	400 mL	IV (5)	3	12	Realizar una aplicación a las charolas con plántulas dos días antes del trasplante mediante el método de aspersión y bajado del producto al cepellón.

Uno de los factores de mayor importancia que se debe considerar para lograr una mayor efectividad en las aplicaciones de insecticidas es usar una buena tecnología de aspersión.

A continuación se presentan algunas recomendaciones generales para ello:



Figura 26. Calibración del equipo de aspersión montado al tractor.

- 1) Revisar con especial atención las mangueras y conexiones de la bomba del equipo de aspersión y del tractor para corregir cualquier desperfecto y sustituir las partes dañadas.
- 2) Llenar el tanque de agua con el tractor parado, ajustar la bomba (1600 a 2000 revoluciones por minuto), revisar el manómetro y ajustarlo a la presión con que se van a trabajar las boquillas (50-60 libras).
- 3) Ajustar la altura del aguilón (barra porta-boquillas) con respecto al cultivo; su posición debe ser totalmente horizontal y paralela a la superficie del suelo. Verificar el funcionamiento adecuado de las boquillas. Asegurarse que éstas sean del mismo número (orificio de salida) y del tipo de cono hueco.
- 4) Realizar una aspersión de prueba a la velocidad que se va a operar el tractor en la aplicación normal y la presión de 5060 libras en una longitud de 100 m.

5) Medir el ancho de la franja de aspersión, es decir, lo que alcanza a tirar el tractor con un solo paso, y multiplicarlo por lo largo (100 m) para obtener la superficie cubierta (Figura 26). Por ejemplo:

Franja de aspersión X distancia del terreno = Total del terreno asperjado

$$12 \text{ m} \times 100 \text{ m} = 1200 \text{ m}^2$$

6) Colectar en un recipiente el agua que tira una boquilla durante la aspersión y multiplicar esta cantidad por el número de boquillas que tiene el aguilón para determinar el total de agua gastada en los 1200 m². Por ejemplo, si una boquilla tira 1.0 L de agua y el aguilón tiene 55 boquillas, se gastan 55 L.

Para calcular la cantidad de agua que se requiere por hectárea emplear la siguiente operación.

Cantidad de agua/ha = Superficie de calibración x 1 ha

$$\text{Superficie de calibración} = \frac{55 \text{ L} \times 10,000 \text{ m}^2}{1200^2} = 458 \text{ L/ha}$$

7) Si la dosis del insecticida a aplicar por hectárea es de 1 L y se dispone de un tanque con capacidad de 600 L, se deben poner únicamente 458 L y agregar todo el producto.

8) Si se desea tirar menor cantidad de agua por hectárea, calibrar nuevamente el equipo, disminuir la presión (30-40 lbs) y aumentar la velocidad del tractor.

Recomendaciones generales

1) La presión con la que se va a realizar la aplicación, la altura de las boquillas respecto al cultivo y la velocidad del tractor deben ser

las mismas que se usaron durante la calibración del equipo.

2) Si se utilizan insecticidas de formulación líquida se recomienda vaciar el producto al tanque de la aspersora cuando esté a la mitad de la cantidad de agua a utilizar y enseguida agregar el agua restante. Si la presentación del producto es polvo humectable, se recomienda hacer una pre-mezcla en una cubeta con un poco de agua, se agrega el polvo, se mezcla perfectamente y se vacía al tanque que contiene el total del agua para la aspersión.

3) Purgar la bomba antes de trabajar para evitar su funcionamiento en seco.

4) Al terminar la aplicación extraer el líquido sobrante por el tapón inferior del tanque.

5) Para lavar la aspersora poner agua limpia y encenderla.

6) Para proteger la bomba de moho y corrosión desconectarla

de la aspersora montada al tractor y llenarla con aceite fino.

7) Verificar de que no quede líquido en las mangueras, en los filtros o en el aguilón. Desarmar las boquillas, limpiarlas y guardarlas.

8) Una vez limpio el equipo guardarlo en un lugar techado para protegerlo del sol, de la brisa y de las lluvias.

Control cultural

En el cultivo de brócoli algunas prácticas culturales complementarias a las tácticas de manejo de plagas se realizan con el propósito de disminuir las poblaciones de dorso de diamante o hacer menos propicio su desarrollo.

Una de las prácticas más importantes para reducir la emigración de adultos a nuevas plantaciones es la eliminación de residuos de la cosecha anterior inmediatamente después del último corte. Esta práctica puede realizarse mediante un paso de rastra y en caso necesario dar un segundo paso en forma cruzada, o bien, realizar un barbecho para su incorporación total al terreno. De no realizar esta práctica con oportunidad, la soca remanente constituye una fuente segura de adultos de la plaga para los cultivos recientemente trasplantados.

Otra de las prácticas complementarias es la rotación de cultivos con plantas no hospederas, sobre todo en el cultivo

de relevo. La secuencia de cultivos crucífera después de crucífera en el mismo lote provee las condiciones adecuadas para el incremento de las poblaciones de este insecto-plaga.

La siembra de plántulas de crucíferas "limpias" de huevecillos y larvas neonatas de dorso de diamante es particularmente importante para evitar la introducción y el establecimiento de este insecto plaga en forma temprana en el cultivo. A pesar de que existe en la región una adecuada tecnología de producción de plántulas en invernadero, se deben hacer esfuerzos extra para evitar el uso de plántulas con presencia de incipientes poblaciones de dorso de diamante. Una población del 0.1% representa un poco más de 60 especímenes/ha que se distribuyen uniformemente durante el trasplante y son suficientes para la primera generación de la plaga.

Control legal

En la región se han establecido convencionalmente épocas de veda para la siembra o trasplante de brócoli con el propósito de reducir las poblaciones de plagas para la siguiente estación del cultivo y de esta manera dejar algunas generaciones principalmente de dorso de diamante, por el uso de los insecticidas.

Las épocas de veda se han implementado en forma voluntaria desde principios de la década de los noventa, y actualmente tienen

su fundamento en la Norma Oficial Mexicana NOM -081-FITO-2001 que se refiere al “manejo y eliminación de focos de infestación de plagas mediante el establecimiento y reordenamiento de fechas de siembra, cosecha y destrucción de residuos”, publicada en el Diario Oficial de la Federación el miércoles 18 de septiembre de 2002 (DOF, 2002).

Las épocas de veda son las siguientes:

a) En la región de El Bajío, que comprende algunos municipios del sur del estado de Guanajuato y los municipios al este del estado de Querétaro (Corregidora, Huimilpan y sur del municipio de Querétaro), la época de veda es del 1º de mayo al 14 de junio.

Manejo integrado de la palomilla dorso de diamante y sus componentes básicos

El concepto de manejo integrado de plagas (MIP), desarrollado a principios de la década de los sesenta, es el capítulo más reciente en la historia del manejo y control de plagas. Este concepto se originó en el área de la entomología agrícola debido principalmente a la aparición de problemas intolerables de resistencia a insecticidas y resurgimiento de otras, además del incremento poblacional de plagas secundarias a consecuencia del uso intensivo de productos químicos.

El MIP no sólo es un concepto, es toda una filosofía, que además utiliza los principios ecológicos

para manejar económicamente a las plagas que son clave en el agroecosistema de un cultivo determinado.

En esta estrategia se considera que el control de plagas debe cambiar de enfoque si se quiere mantener una relación beneficio/costo razonable, sin afectar la calidad de los productos agrícolas y el ambiente. Por lo tanto, la integración de todas las tácticas de manejo, incluyendo el control biológico y el químico, es la única alternativa práctica para alcanzar los objetivos del productor en el mercado y al mismo tiempo proteger al ecosistema.

Para alcanzar estos objetivos se requiere un programa de MIP y la implementación de varias acciones, entre las que se incluyen el monitoreo de plagas, de enemigos naturales, del cultivo, y considerar además factores climáticos, modelos fenológicos tanto de las plagas como del cultivo, los sistemas de información y de asesoría técnica. Las cuatro primeras acciones se agrupan en dos conceptos: Monitoreo Biológico y Monitoreo Ambiental. Éstos, a través de los métodos de muestreo y recolección de datos, proporcionan la información necesaria para alimentar los modelos fenológicos y de predicción sobre el estado que guardan las plagas y los organismos benéficos en relación con el cultivo y el clima. Los resultados que se obtienen al correr los modelos de simulación permiten decidir las acciones de manejo requeridas.

En el caso de la temperatura y el cálculo de las UC del calendario fisiológico a nivel de unidad de producción, el monitoreo se lleva a cabo con ayuda de sensores de temperatura o con termómetro de máximas y mínimas. A nivel regional se puede utilizar la red de estaciones agroclimáticas de la Fundación Guanajuato Produce. Sin embargo, la información proveniente de esta red es de importancia relativa ya que cada cultivo tiene su propio micro-clima, por lo que la información climática de una estación situada a varios kilómetros del predio sólo

Monitoreo Ambiental. Se refiere al registro continuo de los factores climáticos que caracterizan a determinado agroecosistema. El monitoreo ambiental es un componente básico del MIP en virtud de que los insectos y sus hospederas son organismos cuya biología y fenología están estrechamente ligadas al ambiente que los rodea. La importancia de la información climática histórica y actual radica en que por medio de ésta es posible predecir la dinámica de población de plagas y enfermedades que ocurren en el agroecosistema de la producción de crucíferas. Los factores climáticos clave en la distribución y abundancia de las especies insectiles son: temperatura, precipitación, humedad, luz, viento (velocidad y dirección) y presión barométrica.

proporciona una aproximación de las condiciones del microclima del mismo.

Monitoreo Biológico. Se refiere al muestreo continuo del estado que guardan las plagas en relación con cada una de las etapas biológicas, sus enemigos naturales, la fenología del cultivo y su relación con el calendario fisiológico.

A través del monitoreo biológico se le da seguimiento al efecto de las acciones de control llevadas a cabo, se actualizan y se retro-alimentan los modelos feno-

lógicos y se validan las predicciones realizadas a través de los modelos.

El monitoreo biológico se puede realizar a nivel regional o de unidad de producción, y tiene dos objetivos fundamentales:

1) identificar las plagas presentes y el estado biológico en que se encuentran. El cuidadoso registro de la información biológica es importante en el proceso de toma de decisiones acerca de cuál tipo de táctica de MIP poner en práctica y cuándo utilizarla.

2) Determinar si la densidad de población de las plagas amerita el uso del control químico.

El ahorro que se logra al realizar sólo la cantidad necesaria de aspersiones de productos biológicos y la liberación oportuna de fauna benéfica representa el principal incentivo económico para realizar el monitoreo biológico.

Tomar la decisión de aplicar los plaguicidas con base en los resultados del monitoreo biológico, respetando los umbrales económicos establecidos en los cultivos de crucíferas, representa una reducción del 50% de las aspersiones con respecto a la costosa programación de aspersiones semanales. Además de reducir los costos de producción, se promueve el efecto de la fauna benéfica natural o inducida sobre las poblaciones del insecto-plaga.

"En cumplimiento a las disposiciones de la Ley para la Protección de las Abejas y el Desarrollo Apícola para el estado de Guanajuato y su Reglamento, es obligatorio que cuando se vayan a realizar aplicaciones de plaguicidas en los terrenos de cultivo a campo abierto o agricultura protegida, los productores agrícolas den aviso en un término no menor de setenta y dos horas previas a la aplicación de dichos productos, al Comité de Fomento y Protección Pecuaria del estado de Guanajuato al teléfono (461) 61 5 70 46 o a la SDAyR al teléfono (800) 22 67 648 ext. 8221".



LITERATURA CITADA

CLFP. 2013. CLFP Pesticide Program. The California League of Food Processors. Disponible en: <http://clfp.com/>

COFEPRIS. 2013. Búsqueda de registros de plaguicidas y nutrientes vegetales. Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, México (en línea). Disponible en: <http://189.254.115.250/Resoluciones/Consultas/ConWebRegPlaguicida.asp>

DOF. 2010. Diario Oficial de la Federación de México (2010, 13 de abril) NORMA Oficial Mexicana NOM-232-SSA1-2009, Plaguicidas: que establece los requisitos del envase, embalaje y etiquetado de productos grado técnico y para uso agrícola, forestal, pecuario, jardinería, urbano, industrial y doméstico. Secretaría de Salud (en línea). Disponible en: <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4020/salud/salud.htm>

DOF. 2002. Manejo y eliminación de focos de infestación de plagas, mediante el establecimiento o reordenamiento de fechas de siembra, cosecha y destrucción de residuos. Norma Oficial Mexicana NOM-081-FITO-2001. Diario Oficial de la Federación. 18 de septiembre de 2002. México D. F.

EPA. 2013. TITLE 40--Protection of environment. chapter i-environmental protection agency. subchapter e--pesticide programs. part. 180. --tolerances and exemptions for pesticide chemicals residues in food. Disponible en: <http://www.ecfr.gov/cgi-bin/ECFR?page=browse>

IRAC (Insecticide Resistance Action Committee). 2012. IRAC MoA Classification Scheme. IRAC International MoA Working Group. IRAC Executive. Version 7.2 (Issued, April 2012). 23 p.

Martínez, A. M., J. L. Leyva, J. Cibrian-Tovar, and R. BujanosMuñoz. 2002. Parasitoid diversity and impact in populations of the diamondback moth *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), in brassica crops at two sites in Central México. Biological Control. 47: 23-31.

SENASICA. 2013. NORMA Oficial Mexicana NOM-045- SSA1-1993, Plaguicidas, productos para uso agrícola, forestal, pecuario, de jardinería, urbano e industrial. Etiquetado. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (en línea). Disponible en: <http://www.senasica.gob.mx/?doc=1838>

SIAP. 2013. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Sistema de información agroalimentaria y de consulta 2013 (SIACON). Disponible en: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=10&Itemid=15



**Secretaría de Desarrollo Agroalimentario y Rural.
Subsecretaría para el Desarrollo y
Competitividad Agroalimentaria.
Dirección General Agrícola.
Dirección de Sanidad Vegetal.**

Teléfono: (800) 5096769
(800) 22 676 48
Extensiones: 8169 y 8170

Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato.

Av. Siglo XXI, No. 1156 Predio Los Sauces,
Irapuato, Gto. C.P. 36547
Tel (462) 626 9686.
Lada sin costo: 800 410 3000

cesaveg@cesaveg.org.mx

www.cesaveg.org.mx