

POLILLA DORSO DE DIAMANTE, UNA PLAGA CLAVE DE LA HORTICULTURA MUNDIAL Y NACIONAL

El método de control más utilizado para la reducción poblacional de la polilla dorso de diamante a nivel mundial, es el químico. Con relación a este método se citan hasta 16 aplicaciones por ciclo de cultivo para su control. El uso abusivo de insecticidas sintéticos por parte de los agricultores, el alto nivel de selección y la alta fecundidad de *P. xylostella* han ocasionado que esta especie registre resistencia a 97 ingredientes activos. En el presente artículo se exponen los aspectos más relevantes de esta importante plaga para generar estrategias integradas y anti-resistencia llevadas a cabo en el Centro Regional INIA Intihuasi.

✍️ CLAUDIO SALAS, INGENIERO AGRÓNOMO, DOCTOR. CLAUDIO.SALAS@INIA.CL.
MANUEL PORTILLA, TÉCNICO AGRÍCOLA. INIA INTIHUASI.
ALEJANDRO LAYANA, INGENIERO AGRÓNOMO. AGRO CIRCULAR.



Figura 1. Diferentes estadios de desarrollo de *Plutella xylostella*. A) adulto, B) huevo, C) larva y D) pupa

Las brásicas son de gran importancia para la alimentación humana al contribuir con vitaminas A y C, hierro, calcio, ácido fólico y fibras. Numerosos estudios indican que también contienen una serie de compuestos que protegen de diferentes tipos de cáncer, por lo que se consideran como alimentos funcionales. A nivel nacional la superficie cultivada con brásicas alcanza a 5.941 hectáreas, de las cuales 2.217 corresponden a repollo, 1.892 a brócoli y 1.832 a coliflor. Un 67% de la superficie nacional cultivada con brásicas se encuentra en las regiones de Coquimbo (25%) y Metropolitana (41%) (ODEPA, 2018).

Muchas plagas se encuentran asociadas a las brásicas a nivel mundial, causando cuantiosas pérdidas en la producción, la mayoría corresponden a insectos especialistas que tienen a las brásicas como hospedantes preferidos, resultando del complejo proceso de coevolución hospedante-fitófago y que, al contrario de los generalistas, requiere estímulos químicos más específicos para alimentación y oviposición. Aun así, la importancia de cada especie plaga varía dependiendo de la ubicación geográfica.

A nivel mundial se citan 26 especies de insectos asociadas a brásicas cultivadas, entre estas destacan lepidópteros y áfidos. Sin embargo, existe consenso de que la polilla dorso de diamante, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae), es la plaga más importante en el mundo, considerando los costos asociados por pérdidas directas y control equivalentes a US\$ 4-5 mil millones por año (Zaluchi et al. 2012). En Chile se citan al menos 20 especies destacando *P. xylostella* y *Bagrada hilaris* entre las más importantes.

El método de control más utilizado para la reducción poblacional de la polilla dorso de diamante a nivel mundial, es el químico. Con relación a este método se citan hasta 16 aplicaciones por ciclo de cultivo para su control. El uso abusivo de insecticidas sintéticos por parte de los agricultores, el alto nivel de selección y la alta fecundidad de *P. xylostella* han ocasionado que esta especie registre resistencia a 97 ingredientes activos.

En el presente artículo se exponen los aspectos más relevantes de esta importante plaga para generar estrategias integradas y anti-resistencia llevadas a cabo en el Centro Regional INIA Intihuasi.

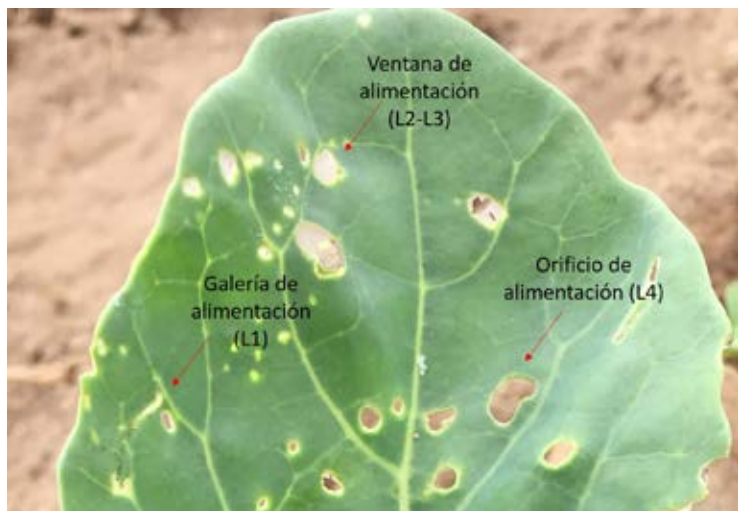
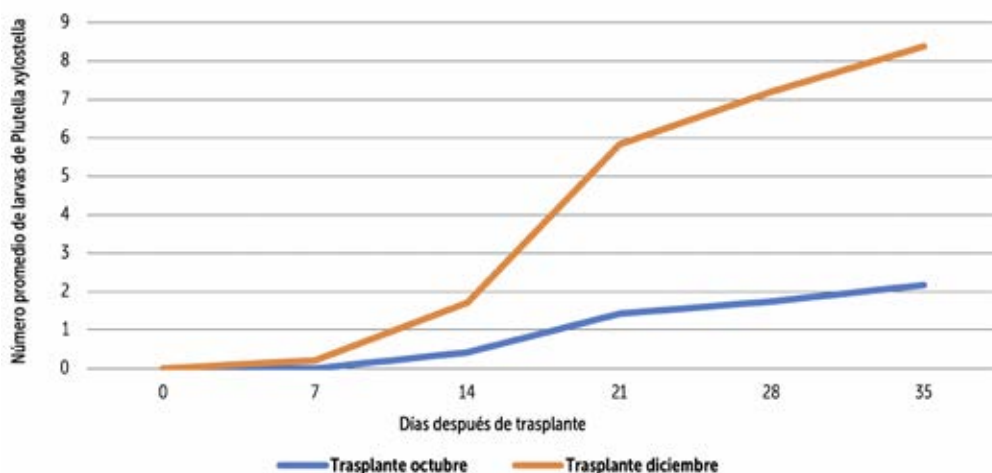


Figura 2. Tipo de daño en hojas de acuerdo con estadios de desarrollo de *Plutella xylostella*.

Figura 3. Momento de trasplante de repollo y su incidencia en el nivel de infestación por larvas de *Plutella xylostella*. Pan de Azúcar, región de Coquimbo 2019/2020.



ASPECTOS BIOLÓGICOS DE PLUTELLA XYLOSTELLA

La polilla dorso de diamante, *P. xylostella*, es considerada un fitófago especialista, ya que para su alimentación y oviposición requiere de estímulos específicos procedentes, por ejemplo, de glucosinolatos o isotiocianatos presentes solamente en básicas, con las cuales ha co-evolucionado. Es una pequeña polilla de coloración parda (Figura 1A) que realiza sus posturas en la parte abaxial de las hojas de sus hospedantes, de preferencia junto a las nervaduras, de forma aislada o agrupada. Una

hembra puede llegar a oviponer 150 huevos durante su ciclo de vida. Los huevos son amarillos, pequeños, elípticos, aplanados de 0,44 x 0,26 mm. Son depositados aislados o en grupos de dos o tres y el periodo de incubación es de 3 a 4 días (Figura 1B).

Este insecto presenta cuatro estadios larvales. Durante el primer instar las larvas recién eclosionadas comienzan a alimentarse del parénquima foliar, formando galerías por 2 o 3 días (Figura 2). Este hábito minador se presenta solamente en el primer instar larvario y podría ser resultado de procesos evolu-

tivos como estrategia para escapar del alcance de parasitoides o depredadores. Una vez alcanzado el segundo estadio larval (L2) abandonan las galerías y el hábito minador, alimentándose hasta el tercer instar (L3) del tejido foliar con excepción de la epidermis superior, formando ventanas en las hojas cubiertas por una película transparente, mientras que las larvas de cuarto instar se alimentan de ambos lados de las hojas (Figura 2). Las larvas son inicialmente blanquecinas, pero adquieren poco después una coloración verde clara con cabeza parda y sobre su cuerpo se ob-

serva la presencia de “pelos” oscuros y esparcidos (Figura 1C).

Transcurridos 10 días desde la eclosión, las larvas alcanzan su máximo tamaño (8-10 mm de largo). Después de completado el cuarto instar larvario, el insecto forma un capullo en el cual permanece 4 a 15 días, dependiendo de la temperatura, antes de emerger como adulto. La pupa es fácilmente reconocida por el capullo de seda que les ayuda a fijarse a las hojas de las plantas hospedantes (Figura 1D). Cerca de 4 días después emerge el adulto.

Plutella xylostella es un insecto de ci-

Excelente calidad de frutos y muy buenos resultados productivos

Síguenos: bioamerica.cl

BOOAMERICA
la nueva agricultura



Figura 4. Repollo con daños provocados por *Plutella xylostella*. A) hojas horadadas, B) planta acéfala. Pan de Azúcar, región de Coquimbo, 2020.

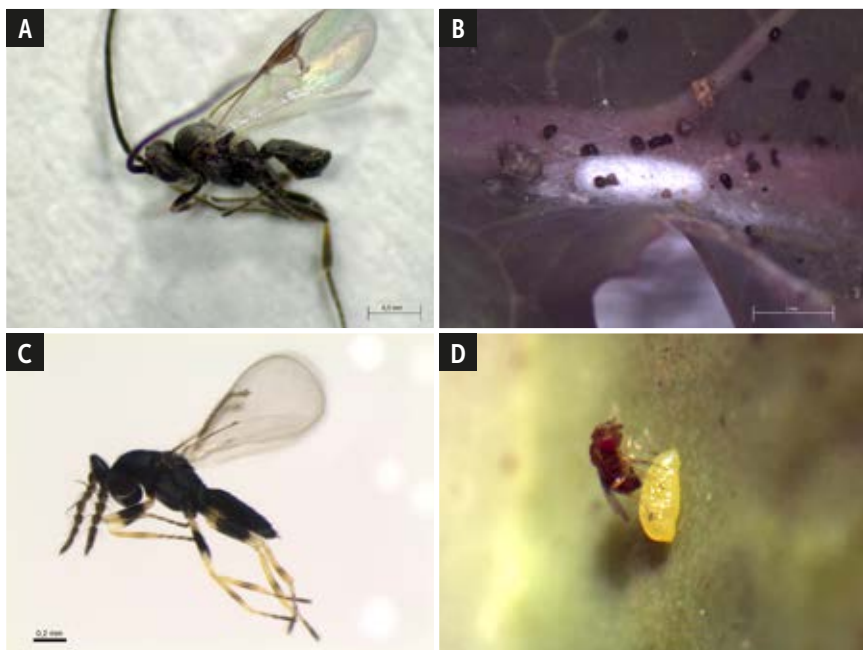


Figura 5. Diferentes parasitoides de *Plutella xylostella*. A) *Apanteles piceotrichosus*, B) pupario de *Apanteles piceotrichosus*, C) *Oomyzus sokolowski*, y D) *Trichogramma pretiosum*.



Figura 6. Cultivo de brócoli con mulch plástico. Pan de Azúcar, región de Coquimbo.

clo corto, fuertemente influenciado por las temperaturas. Así, por ejemplo, en condiciones calurosas, el ciclo puede ser de tan solo 12 días. Esto es muy importante de considerar al momento de planificar los trasplantes, ya que influye directamente en el nivel de infestación (Figura 3).

El número de generaciones varía de 5 a 10 por año, dependiendo de las condiciones climáticas y de la disponibilidad de alimento.

EL DAÑO ES PROVOCADO POR LAS LARVAS

Los daños son variables y provocados exclusivamente por las larvas. Ataques severos, principalmente durante periodos calurosos, deprecian los productos e incluso ocasionan pérdidas totales de producción al horadar las hojas (Foto 4A) y afectar los puntos de crecimiento, generando plantas acéfalas (Figura 4B).

Para el caso de brócoli y coliflor, se considera que el daño es indirecto ya que no daña las cabezuelas florales, sino que solamente las flores. Sin embargo, en ataques severos en brócoli se han registrado gran cantidad de pupas en las cabezuelas, generando daño cosmético al cultivo.

PLAGA DE DIFÍCIL CONTROL

En las zonas de producción de brásicas el control de *P. xylostella* es complejo, debido principalmente a la sobreposición de generaciones y a la gran cantidad de restos de cultivos posterior a cosecha que los agricultores dejan en campo, incluso por varias semanas. Lo anterior ha llevado a que las poblaciones de la polilla se incrementen y sea necesario recurrir a aplicaciones calendarizadas de insecticidas químicos-sintéticos.

CONTROL BIOLÓGICO

Una amplia gama de enemigos naturales, incluyendo virus, hongos entomopatógenos, bacterias, artrópodos depredadores y parasitoides se asocian a los diferentes estadios de desarrollo de *P. xylostella*. En el mundo hay relatos de 130 especies de parasitoides asociados a diferentes estadios de desarrollo de *P. xylostella*, sin embargo, no todos son eficaces en la reducción poblacional de la plaga. Los principales agentes de control natural corresponden a parasitoides de los géneros: *Diadegma*, *Dia-dromus* (Hym.: Ichneumonidae); *Cotesia*, *Microplitis* (Hym.: Braconidae); *Oomyzus* (Hym.: Eulophidae) y *Trichogramma* (Hym.: Trichogrammatidae). En Chile, y específicamente en la región de Coquimbo, los principales enemigos naturales asociados a *P. xylostella* co-

rresponden a los parasitoides de larvas *Apanteles piceotrichosus* (Figura 5A-B), *Oomyzus sokolowski* (Figura 5C), y el parasitoides de huevos *Trichogramma pretiosum* (Figura 5D). Lamentablemente, debido a aplicaciones calendarizadas de insecticidas no selectivos, sus poblaciones se ven negativamente afectadas.

El primero de estos parasitoides (*Apanteles piceotrichosus*) evidenció tasas de parasitismo en campo cercanas al 40%, sin embargo, su llegada es demasiado tardía, cuando el cultivo ya posee un daño económico irreversible. De los enemigos naturales antes citados, solo *T. pretiosum* puede ser adquirido desde empresas de control biológico locales, con miras a la realización de control biológico de tipo inundativo.

CULTIVOS DE PREFERENCIA Y SU POTENCIAL USO COMO CULTIVOS TRAMPA

Plutella xylostella ha demostrado tener preferencia por distintas especies e incluso ciertos cultivares de *Brassica oleraceae*. Los mecanismos asociados a esto son de tipo químicos, ya que se ha demostrado que la presencia de determinados metabolitos secundarios puede influir en la selección de oviposición de las hembras de esta plaga. En estudios llevados a cabo en condiciones de semicampo, hembras de *P. xylostella* a las que se les ofreció al mismo tiempo plantas de repollo, brócoli, rúcula y col forrajera, demostraron preferencia de oviposición por la rúcula (Cuadro 1), si bien los mecanismos asociados no han sido estudiados aún, es posible pensar que metabolitos secundarios específicos podrían estar influyendo en la interacción insecto-planta.

Esto puede ser utilizado en programas de manejo integrado para establecer especies o cultivares más susceptibles a la plaga como cultivos trampa. De esta forma se dirige la oviposición hacia cultivos distribuidos estratégicamente dentro del campo, en los cuales posteriormente se realizará aplicaciones de insecticidas, reduciendo el daño en el cultivo y a su vez bajando la carga de plaguicidas en el cultivo.

Cuadro 1. Preferencia de oviposición de *P. xylostella*. Laboratorio de Entomología INIA Intihuasi.

Tratamiento	Huevos/planta	Emergencia (%)
Brócoli	3 ± 0,43 b	60 ± 0,10 ab
Col forrajera	1 ± 0,28 b	20 ± 0,08 b
Repollo	0 ± 0,00 b	0 ± 0,0 b
Rúcula	151 ± 1,48 a	86 ± 0,02 a

Medias seguidas de la misma letra en la columna no difieren entre sí por la prueba de Tukey ($P < 0,05$). Datos transformados por $(x + 0,5)^{1/2}$.

Figura 7. Nivel de infestación de *Plutella xylostella* en plantas de brócoli con y sin mulch plástico.

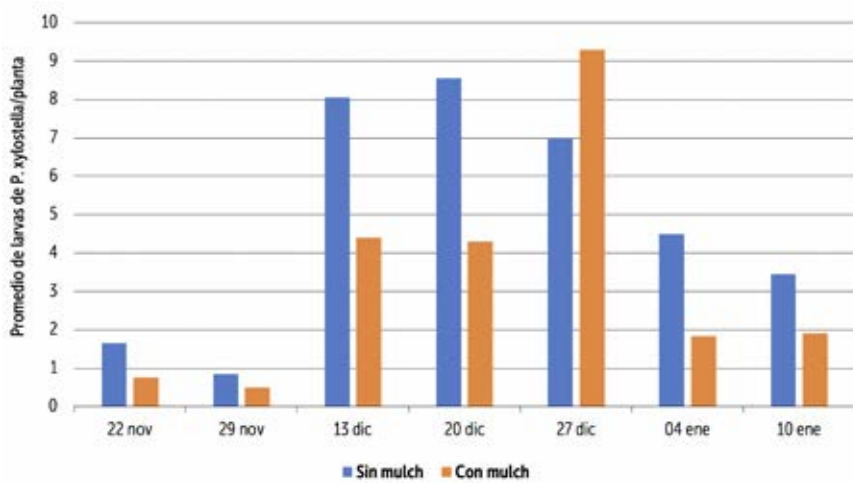
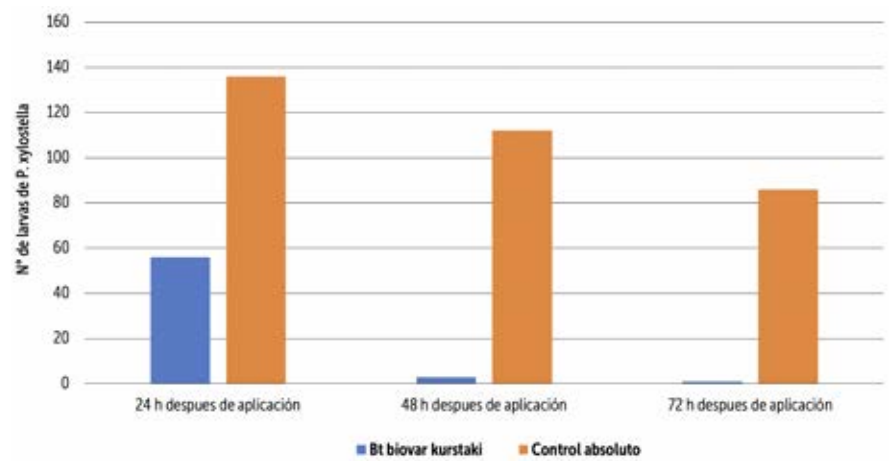


Figura 8. Eficacia de control de Btk sobre larvas de *P. xylostella*. Laboratorio de Entomología INIA Intihuasi.



CONTROL MECÁNICO/FÍSICO

En evaluaciones llevadas a cabo en un cultivo de brócoli en la región de Coquimbo, se contrastó tratamientos con y sin mulch plástico (Figura 6). Destacó en la experiencia que en el tratamiento con mulch la cantidad de larvas por plantas fue, en cada una de las fechas de monitoreo, inferior a la registrada en el tratamiento sin mulch (Figura 7).

Es posible que la reflectancia producida por el mulch plástico, tenga incidencia en las larvas de *P. xylostella* que preferentemente se disponen en el envés de las hojas. Es importante señalar que, si la reflectancia influye,

se debe preferir mulch blanco y no de color negro.

CONTROL QUÍMICO Y BIOLÓGICO

Existen numerosos ingredientes activos autorizados para el control de *P. xylostella* en Chile. Respecto de su eficacia destacan los ingredientes activos: *Bacillus thuringiensis*, Benzoato de emamectina, Indoxacarb, Spinosinas, Clorantniliprole y Metomil.

Bacillus thuringiensis biovar kurstaki (Btk) representa una buena alternativa, ya que posee buena eficacia y también bajo impacto ambiental por tratarse de un producto biológico. La alta especificidad y selectividad de esta bacteria favorece su utilización en programas de manejo integrado de plagas, MIP.

Una vez que las larvas de *P. xylostella* consumen las hojas tratadas con algún producto comercial en base a Btk, dejan de alimentarse, sufren parálisis de su cuerpo y finalmente la ruptura de su intestino por causa de los cristales proteicos del Btk, provocando la muerte de la larva.

La acción de control del Btk es bastante rápida, registrándose 97% de mortalidad de las larvas transcurridas 48 horas desde la aplicación (Figura 8). En Chile no se han realizado estudios para determinar los umbrales de acción de *P. xylostella*. La información existente es extranjera por tanto debe ser utilizada con precaución, ya que ésta requiere ser validada en el país antes de ser utilizada, sin embargo, dada la agresividad de esta plaga, todos los umbrales existentes a nivel mundial consideran valores de 0,3 a 1 individuo por planta. Para el caso de brócoli y coliflor existe mayor tolerancia ya que el órgano consumido son las hojas y no la inflorescencia.

En Chile no se han realizado estudios para determinar los umbrales de acción de *P. xylostella*. La información existente es extranjera por tanto debe ser utilizada con precaución, ya que ésta requiere ser validada en el país antes de ser utilizada, sin embargo, dada la agresividad de esta plaga, todos los umbrales existentes a nivel mundial consideran valores de 0,3 a 1 individuo por planta. Para el caso de brócoli y coliflor existe mayor tolerancia ya que el órgano consumido son las hojas y no la inflorescencia.

Resistencia a 97 ingredientes activos. Uno de los grandes problemas asociados...

RESISTENCIA A 97 INGREDIENTES ACTIVOS

Uno de los grandes problemas asoci-

Prevenga a tiempo enfermedades fungosas

HARZTOP®

Cuidado de flores, frutos y brotes.

Sin residuos

Fungicida Biológico en base a *Trichoderma harzianum*.

- Control de *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Phytophthora* y *Botrytis*.
- HARZTOP genera metabolitos que inducen a las plantas a activar la RSA.
- Protege semillas, follaje, flores, frutos y la rizósfera.
- Promueve desarrollo de pelos radicales y la liberación de nutrientes del suelo.

Producto con Certificación Orgánica. Registro SAG, ECOCERT, BCS.

HARZTOP es marca registrada de BIOGRAM S.A.

Distribuidores Autorizados | CALS · AGROFUTURO · TATTERSALL · NUTRIEN AG · COOPRINSEM · LOBERT · GMT · FEROSOR · BIOSUR

www.biogram.cl
 Lea atentamente etiquetas y recomendaciones.
 Consultas técnicas: +9 7759 7685 / +9 8239 2953

BIOGRAM®

Cuadro 2. Ejemplo de programa fitosanitario de control de *P. xylostella* sin considerar rotación de modos de acción IRAC.

Aplicación	Objetivo	Ingrediente Activo	MoA (IRAC)	Fecha aplicación	GDA* (T. umbral 7.3°C)	Generación teórica
1	B	Tiametoxam	4A	24-01-2020		1
2	B	Dimetoato	1B	25-01-2020	12.6	1
3	P	Profenófós/ <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>Kurstaki</i>	1B/11A	29-01-2020	62.8	1
4	P	Clorpirifós	1B	02-02-2020	108.5	1
5	B/P	Clorantropilprol/ Tiametoxam	28/4A	06-02-2020	152.1	1
6	P	Profenófós/ <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>Kurstaki</i>	1B/11A	10-02-2020	193.5	1
7	B	Gamma-cihalotrina	3A	14-02-2020	237.7	1
8	B/P	Imidacloprid/Benzoato de Emamectina/ Lambda-cihalotrina	4A/6/3A	18-02-2020	280.4	1
9	B/P	Metomilo	1A	22-02-2020	50.6	2
10	B/P	Beta-ciflutrina/Acetamiprid	3A/4A	26-02-2020	89.4	2
11	B/P	Metomilo	1A	01-03-2020	130.1	2
12	P	Indoxacarb/Flubendiamida	22B/28	05-03-2020	169.1	2
13	B/P	Tiametoxam/Lambda-cihalotrina	4A/3A	09-03-2020	210	2
14	B/P	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>Kurstaki</i> / Gamma-cihalotrina	11A/3A	13-03-2020	240	2
15	B/P	Lambda-cihalotrina	3A	17-03-2020	250.3	2
16	P	Lambda-cihalotrina	3A	21-03-2020	260.3	2

B= *Brevycorine brassicae* P= *Plutella xylostella* *Grados días acumulados

dos al control químico de *P. xylostella*, es la resistencia. El Comité de Acción para la Resistencia a los Insecticidas (IRAC) afirma que la resistencia de *P. xylostella* es posible gracias a mecanismos de detoxificación metabólica y sensibilidad a la acetilcolinesterasa entre otros. De acuerdo con la *Arthropod Pesticide Resistance Database*, actualmente esta plaga posee resistencia a 97 ingredientes activos, siendo el primer insecto en desarrollar resistencia a las toxinas Bt en 1990.

En Chile, el número de aplicaciones es variable dependiendo de la región geográfica. Así, en la región Metropolitana, principal zona productora de bráscas a nivel nacional, se realizan cinco aplicaciones por ciclo de cultivo para su control. Por su parte en la región

de Coquimbo, segunda región en importancia por superficie con bráscas, los programas fitosanitarios dirigidos a esta plaga cada vez se hacen más intensos, realizando en promedio 16 aplicaciones por ciclo de cultivo, en muchas de las cuales se combinan más de un ingrediente activo. De estas aplicaciones aproximadamente 46% se realiza exclusivamente para el control de *P. xylostella*, 25% dirigido a *Brevycorine brassicae* y 29% con insecticidas que tienen como objetivo ambas plagas.

Uno de los principales problemas observados entre los productores de bráscas a nivel nacional, es realizar programas fitosanitarios sin considerar la rápida aparición de resistencia a insecticidas que esta plaga presenta y que la posicionan -hoy en día- como el insecto

con mayor cantidad de registros de resistencia a insecticidas a nivel mundial.

Una importante recomendación para un manejo anti-resistencia para esta plaga, es realizar programas fitosanitarios con rotaciones de los insecticidas de acuerdo con la clasificación de Modos de Acción entregada por el Comité de Acción contra la Resistencia a Insecticidas (IRAC), que considera que todos los compuestos englobados dentro de un grupo químico comparten un mismo modo de acción existiendo por tanto un elevado riesgo de aparición de resistencia cruzada (IRAC, 2018). La clasificación de modos de acción (MoA) de IRAC proporciona una guía para seleccionar los insecticidas a utilizar en una estrategia de manejo de resistencia eficaz y sostenible. Actualmente IRAC pone a disposición la aplicación móvil IRAC MoA de forma gratuita y de utilización off-line la que permite obtener rápidamente información de los modos de acción.

Lamentablemente los programas fitosanitarios para el control de *P. xylostella* realizados a nivel nacional no consideran la aparición de la resistencia, siendo recurrente encontrar campos productivos donde se llevan a cabo aplicaciones continuas de productos comerciales con ingredientes activos distintos, pero con

igual MoA. Lo anterior en el lapso que toma una generación de la plaga (Cuadro 2). Esto ha llevado a que hoy en día en la región de Coquimbo, por ejemplo, *P. xylostella* evidencie resistencia a varios de los ingredientes activos citados en el cuadro 2.

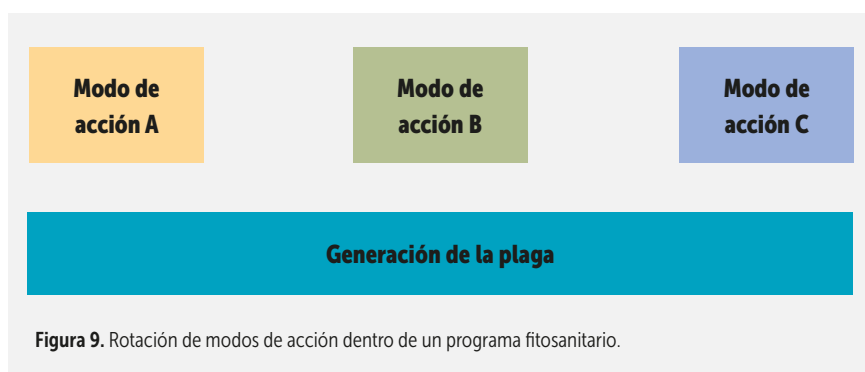
Para la elaboración de programas anti-resistencia, debe considerarse una secuencia como se expone en la Figura 9. De esta forma, se reducirá la aparición de resistencia haciendo por tanto más eficaces los programas fitosanitarios.

Además de considerar los MoA, en las aplicaciones de insecticidas debe considerarse la utilización de adherentes ya que las hojas de las bráscas poseen gran cantidad de ceras. Además, debe lograrse coberturas apropiadas ya que las larvas se encuentran preferentemente en el envés de las hojas.

CONSIDERACIONES FINALES

La polilla dorso de diamante, *Plutella xylostella*, es una plaga de gran relevancia para la producción de bráscas en Chile. Sin embargo, a pesar de la importancia que posee esta plaga para la horticultura nacional, en Chile son escasos los trabajos orientados a generar estrategias integradas de control, considerando además la gran capacidad genética de este insecto para adquirir resistencia a insecticidas. En algunas regiones del país se estima que al menos el 50% de los costos de producción de bráscas están asociados a la aplicación de insecticidas para su control. El uso calendarizado de insecticidas, sin tener las consideraciones de rotación de productos de acuerdo con su modo de acción, está generando poblaciones resistentes, situación que es de gran preocupación y que debería ser abordado en el corto plazo.

Durante la presente temporada y a través del proyecto 'Reducción de plaguicidas', financiado por la Subsecretaría de Agricultura, se continuará buscando alternativas sostenibles para el manejo de esta plaga en las principales regiones productoras de bráscas de nuestro país. **Ra**

**Figura 9.** Rotación de modos de acción dentro de un programa fitosanitario.

LITERATURA CITADA

- ODEPA, 2018. <https://www.odepa.gob.cl/publicaciones/boletines/boletin-de-hortalizas-frescas-febrero-de-2020>.
- IRAC, 2018. <https://irac-online.org/>
- ZALUCKI, M.; SHABBIR, A.; SILVA, R.; ADAMSON, D.; SHU-SHENG, L.; FURLONG, M. Estimating the economic cost of one of the world's major insect pest, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae): just how long is a piece of string? *Journal of Economic Entomology*, Annapolis, v.105, n.4, p. 1115-1129, 2012.