

Niveles de resistencia de *Plutella xylostella* (L.) a tres insecticidas en varias localidades de la zona central de Chile (1)

M. J. ROSA, J. E. ARAYA, M. A. GUERRERO y L. LAMBOROT

Se estudió la resistencia de tres poblaciones de la polilla de las crucíferas (*Plutella xylostella* L.), a deltametrina, endosulfán y metamidofos, colectadas en tres localidades de la zona central de Chile (Isla de Maipo, Curacaví, Malloa y La Pintana).

Los ejemplares colectados se criaron sobre plantas y hojas de repollo y luego se sometieron a concentraciones crecientes de los insecticidas. El material tratado se mantuvo a 23 ± 1 °C. y 14:10 (h de luz:oscuridad). La mortalidad se midió a las 48 h y se expresó en unidades probit, para calcular los CL_{50} y las regresiones entre mortalidad probit y logaritmos de la concentración. Las diferencias entre poblaciones e insecticidas se determinaron mediante ANDEVA.

Aunque ninguna de las poblaciones tratadas con metamidofos y endosulfán presentaron resistencia a estos productos, aquellos de Curacaví e Isla de Maipo tratados con deltametrina presentaron resistencia baja a este insecticida.

M. J. ROSA, J. E. ARAYA, M. A. GUERRERO y L. LAMBOROT: Departamento de Sanidad Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile, Casilla 1004, Santiago, Chile.

Palabras clave: Deltametrina, endosulfán, metamidofos, *Plutella xylostella*, polilla de las crucíferas, resistencia a insecticidas.

INTRODUCCIÓN

Plutella xylostella (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), plaga primaria de brassicaceas, es de difícil manejo a nivel mundial, y su control requiere a menudo aplicar insecticidas. En Chile, sus estados de desarrollo se encuentran en casi todos los lugares con estas plantas (GUERRERO *et al.*, 1986).

La importancia de *P. xylostella* se relaciona con su capacidad reproductiva, desarrollo a diversas temperaturas (HARCOURT, 1957; APABLAZA, 1990), la acción insuficiente de parásitos (BENNETT y YASEEN, 1972; YASEEN, 1978), y su susceptibilidad a una amplia gama de insecticidas (CHANG, 1974), y re-

sistencia a numerosos insecticidas convencionales (YASEEN, 1978).

El control de la polilla de las crucíferas se realiza comúnmente con insecticidas de acción de contacto y estomacal, cuya elección depende del efecto residual, costo, período de carencia y cercanías a la cosecha (CASTILLO, 1973; ARRETZ y ARAYA, 1979). Según APABLAZA (1990), se deben usar insecticidas cuando los enemigos naturales no logran reducir la población de *P. xylostella*. Para un buen control se debe medir la densidad de larvas por planta y el porcentaje de plantas infestadas. En repollo, el umbral económico antes de la formación de cabezas es el 50% de plantas infestadas ó 0,5 larvas/planta. En repollos con cabezas formadas, el umbral económico es el 20% de plantas infestadas ó 0,2 larvas/planta. El cuadro 1 resume referencias de literatura

(1) Investigación financiada por proyecto FONDECYT 1940376.

Cuadro 1.-Insecticidas utilizados o estudiados en Chile para el control de *P. xylostella*

Ingredientes activos	Referencias de literatura
Acephato	BRAVO y ALDUNATE, 1986
Azinfosmetil	BRAVO y ALDUNATE, 1986
<i>Bacillus thuringiensis</i>	GARRIDO y ARAYA, 1997
Carbofurano	QUIROZ, 1975; LARRAIN, 1983
Cipermetrina	APABLAZA, 1990
Cyfluthrin	BRAVO y ALDUNATE, 1986
Deltametrina	BRAVO y ALDUNATE, 1986; BUSTOS, 1989; APABLAZA, 1990; MONDACA, 1992; GARRIDO <i>et al</i> , 1997
Diclorvos	BRAVO y ALDUNATE, 1986.
Dimetoato	APABLAZA, 1984
Endosulfán	LARRAIN, 1983; GARRIDO <i>et al</i> , 1997
Fenvalerato	ESCAFF y BRUNA, 1984; BRAVO y ALDUNATE, 1986
Fosfamidon	CASTILLO, 1973; ANÓNIMO, 1976
Metamidofos	CASTILLO, 1973; QUIROZ, 1975; ANÓNIMO, 1981; LARRAIN, 1983; APABLAZA, 1984; ESCAFF y BRUNA, 1984; BRAVO y ALDUNATE, 1986; GARRIDO <i>et al</i> , 1997
Metomilo	APABLAZA, 1990; MONDACA, 1992
Monocrotofos	CASTILLO, 1973; ANÓNIMO, 1976; LARRAIN, 1983; ESCAFF y BRUNA, 1984; BRAVO y ALDUNATE, 1986
Monocrotofos + Fenvalerato	BENITEZ, 1987; BUSTOS, 1989; MONDACA, 1992
Ometoato	ANÓNIMO, 1981
Parathion	VOLOSKY, 1974; APABLAZA, 1984
Permetrina	BRAVO y ALDUNATE, 1986
Pirimicarb + Permetrina	BENITEZ, 1987
Prothiofos	BRAVO y ALDUNATE, 1986

sobre los insecticidas estudiados o recomendados en Chile para controlar a *P. xylostella*.

P. xylostella tiene una notable capacidad para aumentar su tolerancia a diversos plaguicidas (LIU *et al*, 1982; TABASHNIK *et al*, 1987; TABASHNIK, *et al.*, 1988), y ha desarrollado resistencia a un gran número de compuestos utilizados en forma intensiva (SHELTON *et al*, 1993a).

SUN *et al* (1978), LIU *et al* (1982), TABASHNIK *et al* (1987, 1988, 1990), LEIBEE y SAVAGE (1992), GROETERS *et al* (1993),

SHELTON *et al* (1993b), y MCGAUGHEY (1994), entre otros, han encontrado resistencia de *P. xylostella* a casi todos los grupos de insecticidas disponibles, incluyendo *Bacillus thuringiensis* Berliner. Según GEORGHIOU (1991), *P. xylostella* es resistente a 36 insecticidas en 14 países tropicales. Su resistencia cruzada hace que muchos insecticidas convencionales deban usarse en rotaciones, secuencias y combinaciones para disminuir el desarrollo de resistencia (TABASHNIK *et al*, 1987; APABLAZA, 1990; LEIBEE y SAVAGE, 1992).

En algunas investigaciones, los niveles de resistencia son tan altos que los niveles de CL_{50} deben ser extrapolados, pues la mortalidad del 50% de la población tratada no puede ser obtenida con dosis razonables de los insecticidas (LIU *et al*, 1982).

En Chile, la resistencia de plagas agrícolas a plaguicidas es poco conocida, aunque se ha verificado en algunas especies (GARRIDO *et al*, 1997). La resistencia a insecticidas debe ser determinada cuidadosamente, ya que en el campo pueden interactuar factores que alteran la respuesta de la plaga a un plaguicida. Una dosis inadecuada o mal cubrimiento, por ejemplo, pueden hacer concluir la llamada «falsa resistencia», una falta de respuesta de una plaga hacia un tratamiento insecticida (GONZÁLEZ, 1981). La resistencia debe confirmarse en laboratorio, tratando la especie sospechosa con dosis crecientes del plaguicida y comparando las curvas de mortalidad con las de poblaciones susceptibles (BUSVINE, 1980; ARRETZ, 1981; GONZÁLEZ, 1981).

En un estudio en las Regiones V y Metropolitana, APABLAZA (1984) detectó una alta dependencia en el uso de plaguicidas en el control de diversas plagas hortícolas, que en repollo alcanzó al 93,3% de los cultivos estudiados. Se determinó un conocimiento precario de las plagas y mal uso de plaguicidas, con aplicaciones excesivas, inoportunas y mal dosificadas.

Esta investigación evaluó el posible desarrollo de resistencia de algunas poblaciones de *P. xylostella* a deltametrina, metamidofos y endosulfán, insecticidas de uso masivo entre los productores de crucíferas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se efectuó en el Departamento de Sanidad Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile, durante el período de infestaciones de la polilla en el campo en las diversas localidades, en otoño-primavera de 1995.

Se colectaron larvas desde follaje infestado de repollo, coliflor y brócoli, en localidades con antecedentes de aplicación de plaguicidas (Isla de Maipo, Curacaví y Mollo). Este material se mantuvo en cámaras Flanders para incrementar las poblaciones de cada localidad. Se utilizaron larvas de la Pintana, donde no se controla esta plaga con insecticidas, como testigo de mayor susceptibilidad relativa para comparar las curvas de mortalidad.

Las larvas se alimentaron con hojas de repollo sin insecticidas, en bandejas de plástico cubiertas con lámina transparente de propilenglicol para evitar la deshidratación y contaminación con microorganismos, en cámaras a 23 ± 1 °C y 14:10 horas de luz: oscuridad hasta la pupación. Los adultos emergidos se trasladaron a plántas de rabeño en macetas cubiertas con cilindros de plástico transparente con ventilación, para el apareamiento y ovipostura. Las polillas adultas se alimentaron con una solución de azúcar al 20% en frascos con mecha de algodón.

Los insecticidas evaluados (cuadro 2) fueron seleccionados por su amplia utilización por productores de brassicáceas hortícolas en Chile.

Una vez eclosados los huevos, las larvas se trasladaron a bandejas con papel humede-

Cuadro 2.—Insecticidas evaluados para resistencia en cuatro poblaciones de *Plutella xylostella*

Ingrediente activo	Nombre comercial	Rango de dosis de producto comercial	
		l o kg/ha	ml o g/l
Metamidofos	Monitor 600 CS	0,5-1,5	1,66-5,00
Endosulfán	Thiodan 50 WP	1,0-1,5	3,33-5,00
Deltametrina	Decis 2,5 EC	0,2-0,3	0,66-1,00

cido y hojas de repollo. Las bandejas se mantuvieron cubiertas con propilenglicol en cámaras a 23 ± 1 °C, cambiándose el alimento cada 2 días hasta que las larvas alcanzaron el tamaño para la aplicación de las diversas dosis de insecticidas.

En los tratamientos se utilizaron larvas de 0,6-0,7 cm de largo. Se determinó la mortalidad larvaria por acción de contacto de los insecticidas en concentraciones crecientes desde las dosis mínimas recomendadas comercialmente, duplicando cada vez la concentración previa. La unidad experimental fue de 20 larvas por concentración, con cinco concentraciones por insecticida y cuatro repeticiones por tratamiento.

Para homogenizar las aplicaciones, los insecticidas se aplicaron en 0,7 ml de solu-

ción con una torre de aspersión Potter ST-4, a 15 psi. Las larvas se colocaron con pincel fino en placas Petri con papel filtro Advantec n° 2 en el fondo. Se esperó el secado de la solución asperjada para trasladar las larvas tratadas a las placas Petri con alimento fresco sin insecticida. El material tratado se mantuvo a 24 ± 1 °C. Se anotó el porcentaje de larvas muertas a las 48 h de la aspersión de cada tratamiento, en base a la ausencia de respuesta al roce con pincel.

La mortalidad en los testigos sin insecticidas se descontó mediante la fórmula de ABBOTT (1925), cuando la mortalidad del testigo fue entre 5% y 20%. La prueba se repitió con mortalidad >20% (BUSVINE, 1980).

$$\text{Mort. corregida (ABBOTT, 1925)} = \frac{\text{mort. en tratamiento (\%)} - \text{mort. en testigo (\%)}}{100 - \text{mort. en testigo (\%)}} \times 100$$

Para cada subpoblación de *P. xylostella* se calcularon las rectas de regresión entre Probits y el logaritmo de las concentraciones mediante el método de ajuste por mínimos cuadrados, las CL_{50} y CL_{90} (concentraciones para causar mortalidad del 50% y 90% de la población tratada, respectivamente), y las pendientes de las rectas dosis-mortalidad, para evaluar la homogeneidad de la resistencia en cada subpoblación. El ajuste de las regresiones calculadas se comprobó con la prueba de X^2 . La comparación de CL_{50} de cada población con el testigo permitió calcular los factores de resistencia (FR). Las diferencias estadísticas entre poblaciones, insecticidas y concentraciones se calcularon mediante Andevas (RUSTOM *et al.*, 1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis por insecticida se resumen en los cuadros 3-4. Las rectas de regresión se presentan en la figura 1. Las pruebas de X^2 indicaron que los resultados de mortalidad con los que se obtuvieron las

regresiones de concentración-mortalidad se ajustaron a poblaciones de distribución normal de tolerancia.

Susceptibilidad a deltametrina. Las regresiones de las poblaciones de Curacaví e Isla de Maipo están a la derecha de la población susceptible de La Pintana, indicando una menor sensibilidad al insecticida (figura 1a). La recta de Malloa se encuentra levemente a la izquierda de aquella para la población de La Pintana, lo que revela su mayor susceptibilidad relativa a la deltametrina que la población teóricamente más sensible.

Las pendientes de las rectas para Curacaví, Isla de Maipo, Malloa y La Pintana (cuadro 3) fueron similares, infiriéndose por lo tanto, que la composición de las poblaciones fue igualmente heterogénea, con una mezcla de individuos totalmente resistentes, de resistencia intermedia e individuos totalmente susceptibles (BUSVINE, 1980).

En el cuadro 3 se observan diferencias significativas entre las CL_{50} de las poblaciones de Curacaví e Isla de Maipo y la población susceptible, no así entre ésta y Malloa. La población de Curacaví (FR= 2,78) fue

Cuadro 3.—Respuesta de larvas de *P. xylostella* de cuatro localidades a tres insecticidas

Localidades	CL ₅₀ ¹ (ml/l)	IC 95%	FR ²	CL ₉₀ ¹ (ml/l)	m ± DS ¹
Deltametrina					
Curacaví	2,38 a	2,00-2,93	2,78	14,36	1,64±0,17 a
Isla de Maipo	1,65 b	0,46-1,19	1,93	10,93	1,64±0,18 a
Malloa	0,86 c	0,37-2,20	1,00	3,58	1,79±0,28 a
La Pintana	0,86 c	0,26-1,38	1,00	4,16	1,89±0,23 a
Endosulfán					
Curacaví	4,22 a	1,81-9,63	2,68	67,64	1,74±0,21 a
Isla de Maipo	3,95 a	1,77-6,19	2,51	24,76	1,63±0,21 a
Malloa	2,11 b	1,15-2,86	1,34	9,29	2,02±0,33 a
La Pintana	1,57 b	0,59-2,25	1,00	7,15	2,07±0,42 a
Metamidofos					
Isla de Maipo	2,98 a	0,95-5,55	3,42	22,82	1,20±0,15 b
Curacaví	2,84 a	0,88-4,83	3,26	33,85	1,52±0,16 ab
Malloa	1,28 b	0,23-2,42	1,47	18,65	1,12±0,18 b
La Pintana	0,87 b	0,41-1,26	1,00	11,36	1,86±0,32 a

¹ Promedios en cada subcolumna con letras iguales no son diferentes significativamente ($P \leq 0,05$), según pruebas de rango múltiple de DUNCAN (1955).

² Factor de resistencia (FR) = CL₅₀ población/CL₅₀ población susceptible.

menos susceptible a la deltametrina y con ello, la población relativamente más resistente. Las CL₅₀ para Malloa y La Pintana están dentro del rango de dosis recomendado comercialmente. Sin embargo, aquellas para Curacaví e Isla de Maipo exceden la dosis máxima, revelando su condición de poblaciones resistentes a este piretroide.

Los FR fueron en general bajos. En Malloa, el FR fue casi igual al de La Pintana (FR ≈ 1,0), lo que indica que en esta localidad no se han desarrollado poblaciones resistentes a deltametrina. Sin embargo, los FR de Curacaví e Isla de Maipo revelan diferencias significativas de susceptibilidad y, por ende, el desarrollo de una resistencia incipiente a deltametrina.

Susceptibilidad a endosulfán. Hubo diferencias significativas entre las poblaciones de Curacaví e Isla de Maipo con las de Malloa y La Pintana (cuadro 3). Las mayores CL₅₀ se produjeron en Curacaví. Las rectas de regresión correspondientes a las poblaciones de Curacaví e Isla de Maipo en la Fi-

gura 1b son casi iguales, evidenciando una similar respuesta y composición, además de su posición a la derecha de aquella de la población más susceptible de La Pintana. Malloa presenta una recta desplazada también hacia la derecha de aquella calculada para la población de La Pintana. Las pendientes de las rectas para las larvas de las cuatro localidades fueron similares, revelando una respuesta homogénea de dichas poblaciones hacia endosulfán.

Los FR fueron en general bajos en relación a la población más susceptible (La Pintana), lo que indicaría que hasta el momento no existe resistencia a endosulfán en las localidades estudiadas.

Susceptibilidad a metamidofos. La población más susceptible (La Pintana), se diferenció de las localidades de Curacaví e Isla de Maipo, aunque entre éstas últimas no hubo diferencias significativas (cuadro 3). La población de Malloa fue similar a la de La Pintana, aunque sin diferencias significativas entre ellas.

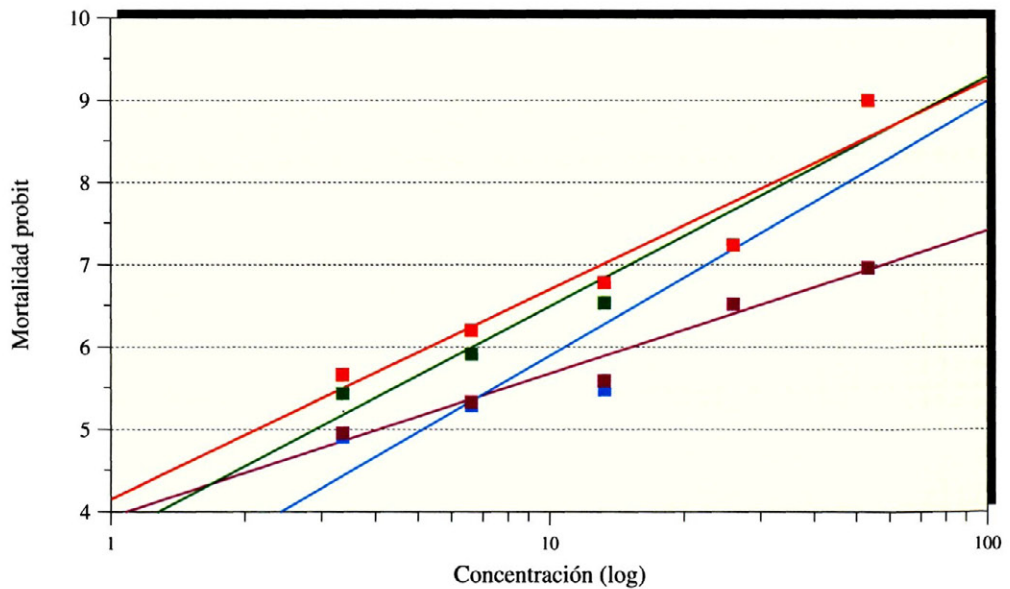
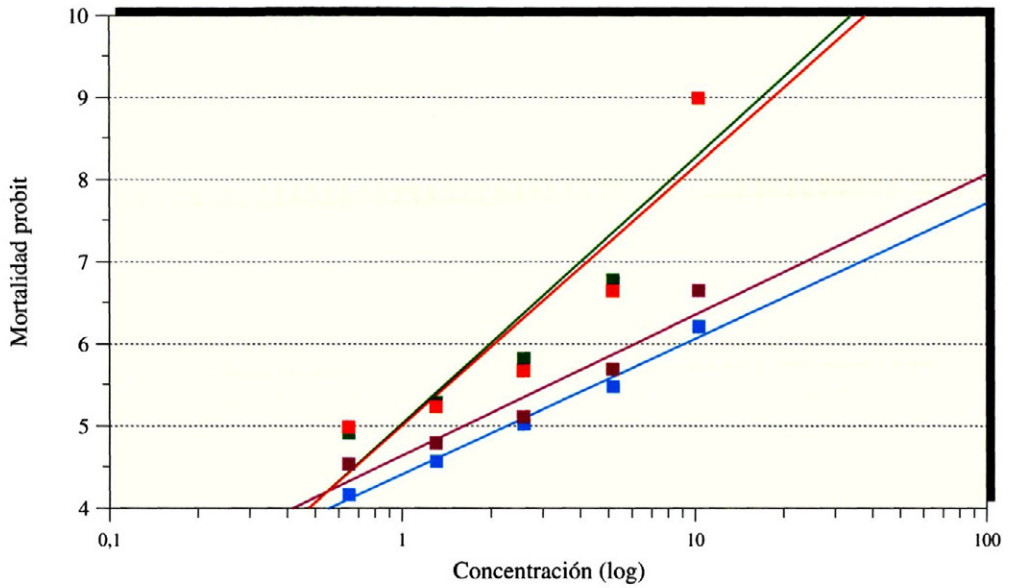


Fig. 1.—Regresiones entre mortalidad probit y concentración (log) para deltametrina, endosulfán y metamidofos aplicados en cuatro poblaciones de *P. xylostella*

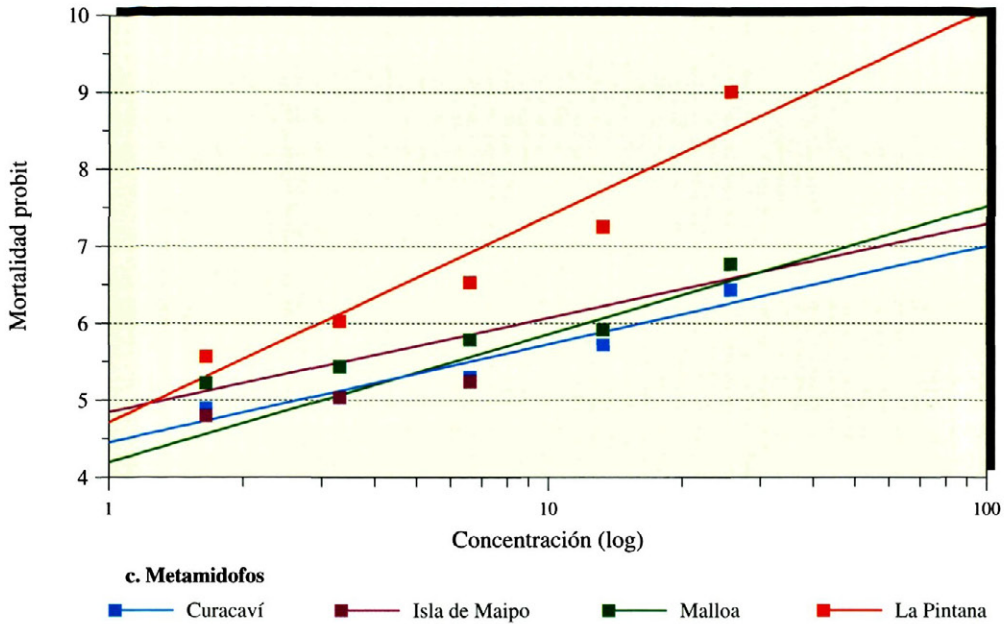


Fig. 1. (Cont.)—Regresiones entre mortalidad probit y concentración (log) para deltametrina, endosulfán y metamidofos aplicados en cuatro poblaciones de *P. xylostella*

Isla de Maipo presentó el mayor FR (3,42), seguida por Curacaví (3,26) y Malloa (1,47). Todas estas poblaciones fueron menos susceptibles a metamidofos que la población testigo de La Pintana. Sin embargo, las CL_{50} obtenidas están en el rango de dosis recomendado, por lo que aún no hay poblaciones resistentes, sino poblaciones con diferente susceptibilidad a metamidofos.

En la figura 1c, las regresiones para Curacaví, Isla de Maipo y Malloa están debajo de La Pintana, denotando su menor susceptibilidad a este insecticida, del que las tres primeras poblaciones requieren mayor concentración para presentar la misma mortalidad.

Aunque las pendientes de las rectas de las poblaciones de Isla de Maipo y Malloa fueron significativamente diferentes de La Pintana, Curacaví fue similar a las otras poblaciones. Las pendientes para Isla de Maipo y Malloa tendieron a separarse de la localidad testigo a medida que las concentraciones

aumentaron, denotando una relativa mayor heterogeneidad de estas poblaciones, con individuos susceptibles, de susceptibilidad intermedia y resistentes. La población de La Pintana tendría una respuesta homogénea a metamidofos.

Toxicidad comparativa de los insecticidas evaluados. Para analizar la efectividad de cada compuesto sobre la población de una localidad determinada y hacer comparables las CL_{50} de los insecticidas evaluados, los resultados de cada tratamiento se estandarizaron en una unidad común (múltiplos de la dosis comercial). La toxicidad relativa de los insecticidas se puede comparar en el cuadro 4.

En Curacaví, las mayores CL_{50} fueron las de metamidofos (4,31) y deltametrina (3,6), aunque sin diferencias significativas entre ambos insecticidas. En esta localidad, los promedios para deltametrina, endosulfán y metamidofos fueron los mayores entre las poblaciones estudiadas. Endosulfán presen-

Cuadro 4.—Toxicidad relativa de los insecticidas aplicados sobre larvas de *P. xylostella* provenientes de Curacaví, Isla de Maipo, Malloa y La Pintana

Insecticidas	CL (%) múltiplos de la dosis comercial en larvas de cuatro localidades			
	Curacaví	Isla de Maipo	Malloa	La Pintana
Metamidofos	4,31 a	1,79 b	0,77 b	0,52 b
Deltametrina	3,60 a	2,50 a	1,29 a	1,29 a
Endosulfán	1,26 b	1,18 c	0,63 b	0,63 b

¹ Promedios en cada subcolumna con letras iguales no son diferentes significativamente ($P \leq 0,05$), según pruebas de rango múltiple de DUNCAN (1955).

tó la menor CL_{50} en La Pintana, y el mayor efecto contra las larvas de Curacaví.

Las CL_{50} de Isla de Maipo fueron estadísticamente diferentes entre insecticidas. La mayor CL_{50} (2,5), diferente estadísticamente de los otros insecticidas, ocurrió con deltametrina. Endosulfán y metamidofos también presentaron CL_{50} diferentes entre sí (1,18 y 1,79, respectivamente). Endosulfán fue el producto más tóxico en esta localidad.

En Malloa, deltametrina presentó la mayor CL_{50} (1,29), diferente estadísticamente de metamidofos (0,77) y endosulfán (0,63), los que no fueron diferentes entre ellos. Estos resultados indican que las dosis de metamidofos y endosulfán recomendadas comercialmente logran controlar a *P. xylostella*.

La Pintana presentó las menores CL_{50} para todos los insecticidas estudiados, promedios que correspondieron prácticamente a las dosis recomendadas por los fabricantes. La mayor CL_{50} en esta localidad fue para deltametrina, nivel significativamente diferente de aquellos obtenidos para metamidofos y endosulfán, este último, el insecticida más tóxico para esta población.

Los productos más tóxicos contra *P. xylostella* fueron metamidofos y endosulfán; el menos efectivo fue deltametrina. En los estudios de PREE (1979) con *Grapholitha molesta* (Busck) y LIU *et al* (1982) con *P. xylostella*, los piretroides fueron en general más tóxicos que los fosforados, exceptuando a prothiofos, fosforado que fue tan tóxico como los piretroides. Las diferencias entre

dichos estudios y el nuestro pueden deberse en parte al método de comparación de resultados. En esos trabajos, las CL_{50} se calcularon sin comparar las resistencias con las concentraciones comerciales. Esta comparación es importante, pues dichas recomendaciones, que aseguran un porcentaje similar de mortalidad, son específicas para cada insecticida.

En Norteamérica, SHELTON *et al* (1993a) detectaron los mayores niveles de resistencia en *P. xylostella* para methomyl y niveles intermedios para permetrina. Metamidofos obtuvo los niveles menores de resistencia, lo que concuerda con nuestros resultados para la mayoría de las localidades estudiadas. En el trabajo citado, las localidades de producción intensiva de crucíferas con fallas de control en el campo tuvieron los mayores niveles de resistencia. Estos resultados son similares a los de este estudio para Isla de Maipo y Curacaví, donde se detectaron problemas en el control.

LIU *et al* (1981) compararon la resistencia de *P. xylostella* a permetrina, cypermetrina, decametrina y fenvalerato, y encontraron niveles de resistencia en general altos, aunque permetrina obtuvo niveles mucho menores que los otros piretroides. En ese estudio, las localidades con cultivos esporádicos de crucíferas sólo durante el invierno presentaron niveles de resistencia muy bajos o casi nulos, con un buen control de la plaga con las dosis recomendadas comercialmente. En cambio, las localidades con cultivos intensivos de crucíferas todo el año, y uso frecuen-

te y extensivo de insecticidas, tuvieron los mayores niveles de resistencia a los piretroides estudiados. Esta situación coincide con la de las localidades de nuestro estudio. En Curacaví e Isla de Maipo se cultivan crucíferas casi todo el año, mientras que estos cultivos son esporádicos en Malloa y La Pintana.

Manejo del desarrollo de resistencia a insecticidas. Un manejo exitoso del desarrollo de resistencia a insecticidas requiere programas basados en el control cultural, enemigos naturales, patógenos y el uso mínimo de compuestos tóxicos (TABASHNIK *et al*, 1987).

Es importante considerar la rotación de insecticidas de estructura molecular y modo de acción diferentes, como una práctica indispensable de manejo para prevenir el desarrollo de resistencia de una plaga y prolongar la vida útil del insecticida (METCALF, 1989).

En algunos casos, la reducción parcial de la resistencia a insecticidas de *P. xylostella* ocurre bajo ausencia de aplicaciones de plaguicidas por períodos prolongados (LEIBEE y SAVAGE, 1992). Esto sucede especialmente en el caso de insecticidas fosforados, los que presentan una resistencia más inestable que los piretroides, cuya resistencia no de-

clina tan rápidamente (SUN *et al*, 1978). La estabilidad de la resistencia a piretroides ha sido demostrada por LEIBEE y SAVAGE (1992), quienes detectaron formas muy estables de resistencia aún después de 27 generaciones sin exposición a insecticidas.

CONCLUSIONES

- Se determinó la existencia de una resistencia relativamente baja a deltametrina en Isla de Maipo y Curacaví, zonas productoras de crucíferas cercanas a la Región Metropolitana.
- En las zonas más alejadas del cordón hortícola de Santiago no hay desarrollo de resistencia de *P. xylostella* a deltametrina, endosulfán o metamidofos.
- Los niveles de resistencia detectados fueron muy inferiores a aquellos desarrollados por *P. xylostella* en los EE.UU. y países tropicales.
- Las concentraciones comerciales recomendadas para cada uno de los insecticidas estudiados fueron en general, suficientes para obtener niveles aceptables de mortalidad.
- Endosulfán y metamidofos fueron los productos comparativamente más efectivos para el control de *P. xylostella*.

ABSTRACT

ROSA, M. J.; ARAYA, J. E.; GUERRERO, M. A. y LAMBOROT, L., 1997: Resistance levels of *Plutella xylostella* to three insecticides in several locations in the central zone of Chile. *Bol. San. Veg. Plagas*, 23(4): 571-581.

Resistance levels of four populations of diamondback moth, *Plutella xylostella* L., collected in cabbage crops in the central zone of Chile (Isla de Maipo, Curacaví, Malloa, and La Pintana), were studied to deltamethrin, endosulfán and metamidophos.

Specimens collected in the field were reared on cabbage leaves and plants, and treated with varying insecticide concentrations. Treated material was kept at 23 ± 1 °C. and 14:10 light:dark photoperiod. Larval mortality was determined 48 h after application, and expressed as probit units, which were used to calculate the LC₅₀ and the regressions of the probit mortality with the logarithm of the insecticide concentration.

Although the populations from Curacaví and Isla de Maipo treated with deltamethrin showed low-level resistance, none of the populations showed resistance to endosulfan and metamidophos.

Key words: Deltamethrin, diamondback moth, endosulfan, insecticide resistance, metamidophos, *Plutella xylostella*.

REFERENCIAS

- ABBOTT, W. S., 1925: A method for computing the effectiveness of an insecticide, *Journal of Economic Entomology*, **18**, 265-267.
- ANÓNIMO, 1976: Tratamientos contra algunas plagas y enfermedades de las hortalizas, *El Campesino*, **107** (12), 42-49.
- ANÓNIMO, 1981: Calendario de tratamientos en repollo y coliflor, *Chile Agrícola* (Departamento Agrotécnico Bayer), **55**, 20-23.
- APABLAZA, J. U., 1984: Incidencia de insectos y moluscos plagas en siete hortalizas cultivadas en las regiones V y Metropolitana, Chile, *Ciencia e Investigación Agraria*, **11**, 27-34.
- APABLAZA, J. U., 1990: Insectos, ácaros y otros, p. 135-150. In: Latorre, B. A. (ed.), *Plagas de las Hortalizas. Manual de Manejo Integrado*, FAO, Santiago, 519 p.
- ARRETZ, P., 1981: Evaluación de insecticidas y acaricidas mediante pruebas de laboratorio y ensayos de campo, p. 65-87. In: *Uso y Manejo de Pesticidas Agrícolas, Universidad de Chile*, Santiago, Chile, 169 p.
- ARRETZ, P. y ARAYA, J., 1979: Plagas de las crucíferas, *Revista del Campo, Diario El Mercurio*, Santiago, Chile, Abril 17.
- BENITEZ, X. A., 1987: Poblaciones de insectos plagas en cuatro crucíferas hortícolas, *Memoria Ingeniero Agrónomo, Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía*, Santiago, Chile, 100 p.
- BENNETT, F. D. y YASEEN, M., 1972: Parasite introductions for the biological control of three insects pests in the Lesser Antilles and British Honduras, *PANS*, **18** (4), 468-474.
- BRAVO, A. y ALDUNATE, P., 1986: El cultivo del brocoli, *El Campesino*, **117**, 24-40.
- BUSTOS, A. B., 1989: Infestaciones y control de insectos plagas en coliflor, repollo de Bruselas y cabezas de alcachofa, *Memoria Ingeniero Agrónomo, Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía*, Santiago, Chile, 141 p.
- BUSVINE, J. R., 1980: *Recommended methods for measurement of pests to pesticides*, FAO, Rome, 132 p.
- CASTILLO, D. I., 1973: La polilla de las crucíferas en raps de primavera en la zona sur y su control, *Investigación y Progreso Agrícola*, INIA Carillanca (Chile), **5**, 88-89.
- CHANG, L. C., 1974: Studies on the toxicity of insecticides to a parasite (*Apanteles plutellae*) of the diamondback moth, *Journal of Taiwan Agriculture Research*, **23**, 143-148.
- DUNCAN, D. B., 1955: Multiple F and multiple range tests, *Biometrics*, **11**, 1-40.
- ESCAFF, M. y BRUNA, A., 1984: Brocoli, *Investigación y Progreso Agrícola*, INIA La Platina (Chile), **26**, 9-14.
- GARRIDO, C. y ARAYA, J. E., 1997: Efectividad de *Bacillus thuringiensis* (Berliner) var. *kurstaki* en el control de la polilla de las crucíferas, *Investigación Agrícola (Chile)*, en prensa.
- GARRIDO, C.; ARAYA, J. E.; GUERRERO, M. A.; LAMBOROT, L. y CURKOVIC, T., 1997: Estudios de susceptibilidad/resistencia de poblaciones de *Plutella xylostella* a deltametrina, metamidofos y endosulfán, *Investigación Agrícola (Chile)*, en prensa.
- GEORGIHOU, G. P. y LAGUNES-TEJEDA, A., 1991: *The occurrence of resistance to pesticides in arthropods. An index of cases reported through 1989*, FAO, Rome, 318 p.
- GONZÁLEZ, R. H., 1981: El desarrollo de resistencia de las plagas agrícolas a los pesticidas, p. 146-158. In: *Uso y Manejo de Pesticidas Agrícolas, Universidad de Chile*, Santiago, Chile, 169 p.
- GROETERS, F. R.; TABASHNIK, B. E.; FINSON, N. y JOHNSON, M. W., 1993: Resistance to *Bacillus thuringiensis* affects mating success of the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae), *Journal of Economic Entomology*, **86**, 1035-1039.
- GUERRERO, M. A.; LAMBOROT, L. y ARRETZ, P., 1986: Acción parasitaria de tres especies de himenópteros sobre larvas y pupas de *Plutella xylostella* en un cultivo de repollos, *Revista Chilena de Entomología*, **13**, 17-20.
- HARCOURT, D. G., 1957: Biology of the diamondback moth, *Plutella maculipennis* (Curt) (Lepidoptera Plutellidae), in Eastern Ontario. II. Life history, behavior, and host relationships, *Canadian Entomologist*, **89**, 554-564.
- LARRAIN, P., 1983: Plagas del repollo, *Investigación y Progreso Agrícola*, INIA La Platina (Chile), **18**, 25-27.
- LEIBEE, G. y SAVAGE, K., 1992: Toxicity of selected insecticides to two laboratory strains of insecticide-resistant diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) from Central Florida, *Journal of Economic Entomology*, **85**, 2073-2076.
- LIU, M.; TZENG, Y. y SUN, C., 1981: Diamondback moth resistance to several synthetic pyrethroids, *Journal of Economic Entomology*, **74**, 393-396.
- LIU, M.; TZENG, Y. y SUN, C., 1982: Insecticide resistance in the diamondback moth, *Journal of Economic Entomology*, **75**, 153-155.
- MCGAUGHEY, W. H., 1994: Problems of insect resistance to *Bacillus thuringiensis*, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **49**, 95-102.
- METCALF, R. L., 1989: Insect resistance to insecticide, *Pesticide Science*, **26**, 333-358.
- MONDACA, P. S., 1992: Infestaciones de insectos plagas y evaluación preliminar de criterios de control químico en dos crucíferas hortícolas, *Memoria Ingeniero Agrónomo, Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía*, Santiago, Chile, 67 p.
- PREE, D. J., 1979: Toxicity of phosmet, azinphosmethyl, and permethrin to the Oriental fruit moth and its parasite, *Macrocentrus ancylivorus*, *Environmental Entomology*, **8**, 969-972.
- QUIROZ, C., 1975: Plagas de invierno en algunas hortalizas, *Investigación y Progreso Agrícola*, INIA La Platina (Chile), **7**, 29-30.
- RUSTOM, A.; LATORRE, B. y LOLAS, M., 1989: Método para una correcta comparación de la efectividad de nuevos fungicidas, p. 149-164. In: Latorre, B. A. (ed.), *Fungicidas y Nematicidas. Avances y Aplicabilidad*, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile, 216 p.

- SHELTON, A.; WYMAN, N.; CUSHING, K.; APFELBECK, T.; DENNEHY, S.; MAHR, S. y EIGENBRODE, S., 1993a: Insecticide resistance of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) in North America, *Journal of Economic Entomology*, **86**, 11-19.
- SHELTON, A. M.; ROBERTSON, J. L.; TANG, J.; PÉREZ, C.; EIGENBRODE, S. D.; PREISLER, H. K.; WILSEY, W.; COOLEY, R. J., 1993b: Resistance of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) to *Bacillus thuringiensis* subspecies in the field, *Journal of Economic Entomology*, **86**, 697-705.
- SUN, C. N.; CHI, H. y FENG, H. T., 1978: Diamondback moth resistance to diazinon and methomyl in Taiwan, *Journal of Economic Entomology*, **71**, 551-554.
- TABASHNIK, B. E.; CUSHING, N. L. y JOHNSON, M. W., 1987: Diamondback moth resistance to insecticides in Hawaii: Intra-island variation and cross-resistance, *Journal of Economic Entomology*, **80**, 1092-1099.
- TABASHNIK, B. E.; CUSHING, N. L.; FINSON, N. y JOHNSON, M. W., 1990: Field development of resistance to *Bacillus thuringiensis* in diamondback moth, *Journal of Economic Entomology*, **83**, 1671-1676.
- TABASHNIK, B. E.; RETHWISCH, M. y JOHNSON, M. W., 1988: Variation in adult mortality and knockdown caused by insecticides among populations of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae), *Journal of Economic Entomology*, **81**, 437-441.
- VOLOSKY, E., 1974: *Hortalizas, Cultivo y Producción en Chile*, Editorial Universitaria, Santiago, Chile, 355 p.
- YASEEN, M., 1978: The establishment of two parasites of the diamondback moth *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera Plutellidae) in Trinidad, W. I., *Entomophaga*, **23** (2), 111-114.

(Aceptado para su publicación: 4 septiembre 1994).