



Evaluación de la susceptibilidad de *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) al azinfosmetil en nocedales de Chile

Luis Sazo, Jaime E. Araya & Pedro Rodríguez

Departamento de Sanidad Vegetal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Casilla 1004, Santiago, Chile.

Resumen: En la temporada 98/99 se estudió en laboratorio la susceptibilidad al azinfosmetil de tres poblaciones de *Cydia pomonella* (L.) provenientes de nocedales comerciales en Chile central, en comparación con una población susceptible no expuesta previamente a insecticidas. Se criaron larvas y pupas colectadas con trampas de agregación, hasta obtener adultos. En ellos se evaluó su susceptibilidad aplicando en forma tópica 4 concentraciones con 4 repeticiones ($n = 20$ c.u.). Se determinaron CL_{50} , regresiones entre mortalidad probit y concentraciones (log) y sus pendientes y el factor de resistencia (FR). Las poblaciones de La Compañía y Rosario, ambas en la VI Región, y Viluco (Región Metropolitana) presentaron FR de 2,22; 2,26 y 1,75, respectivamente. La población de La Compañía presentó una pendiente mayor ($P < 0,05$) que las otras, lo que indica una composición más homogénea en su respuesta a azinfosmetil.

Palabras clave: Lepidoptera, Tortricidae, *Cydia pomonella*, *Ectomyelois ceratoniae*, polilla de la manzana, resistencia, azinfosmetil, Chile.

Verification of the susceptibility of *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) to azinphosmethyl in walnut orchards in Chile

Abstract: The susceptibility to azinphosmethyl in three populations of *Cydia pomonella* (L.) obtained from commercial walnut orchards in central Chile was studied in the laboratory in the 98/99 season, in comparison with a susceptible population unexposed previously to insecticides. Larvae and pupae collected with aggregation traps were reared to obtain adults. Their susceptibility was evaluated applying 4 concentrations topically, using 4 replications ($n = 20$ each). CL_{50} s, regressions between probit mortality and concentrations (log) and their slope, and resistance factors (RF) were obtained. Populations from La Compañía and Rosario, both in the VI Region, and Viluco (Metropolitan Region) had RFs of 2.22, 2.26, and 1.75, respectively. The population of La Compañía had a higher slope ($P < 0.05$) than the others, indicating a more homogeneous composition in its response to azinphosmethyl.

Key words: Lepidoptera, Tortricidae, *Cydia pomonella*, *Ectomyelois ceratoniae*, codling moth, insecticide resistance, azinphosmethyl, Chile.

Introducción

La polilla de la manzana, *Cydia pomonella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Tortricidae), una plaga clave en manzanos, perales, membrilleros y nogales, se introdujo a Chile hacia fines de 1890 (Lavergne, 1902; Schneider, 1902). En nogales, de los que existen 7.500 ha, distribuidas principalmente en la V y VI regiones y Región Metropolitana (RM) (INE, 1997). Este insecto se encuentra en toda la zona productora y en algunas temporadas daña hasta el 50% de la fruta. Con frecuencia, el daño se confunde con el de *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) o polilla del algarrobo, una especie que ha aumentado en importancia en la última década. Las larvas y naturaleza del daño de ambas plagas son semejantes, aunque de *E. ceratoniae* suele hallarse más de una larva en la semilla, mientras que de *C. pomonella* generalmente se detecta sólo una (Sazo y Polanco, 1998).

Hasta antes del endurecimiento de la cáscara de la nuez, la larva de *C. pomonella* penetra por cualquier parte de su superficie. Luego, sólo ingresa en aquellos tipos de nuez que no sellan el área del pedúnculo o su extremo opuesto. Además, bajo condiciones de infestación media o alta, la larva, sin bien no penetra después del endurecimiento, puede causar un daño indirecto al alimentarse del pelón y manchar la cáscara con restos fecales (Fig. 1).

El azinfosmetil ha sido el insecticida más utilizado en Chile para controlar la polilla de la manzana, sin detectarse casos de resistencia, la que sin embargo se ha descrito recientemente en varios países (Blomefield, 1994). Esta resistencia varía desde pérdidas de susceptibilidad (tolerancia) en huertos comerciales de manzanos y perales en California,



Fig. 1. Corte de nuez verde que permite apreciar el orificio de entrada de una larva de *Cydia pomonella* y su excremento y manchas en la cáscara

Nueva York (Riedl *et al.*, 1985) y Sudáfrica (Blomefield, 1994), hasta desarrollo propiamente tal de resistencia en varios estados de los EE.UU. (Croft, 1993; Varela *et al.*, 1993; Welter *et al.*, 1991; Welter, 1992; Knight *et al.*, 1994; Chapman y Barrett, 1997), la URSS (Sukhoruchenko *et al.*, 1996) y Australia (Thwaite y Hatley, 1998).

El objetivo de este trabajo fue determinar el posible desarrollo de resistencia de *C. pomonella* al azinfosmetil en tres huertos comerciales de nogales infestados en la zona central de Chile.

Tabla I. Ubicación y características de los nocedales estudiados, aplicaciones de azinfosmetil y daño en frutos (%) por *Cydia pomonella* en la temporada 1997-1998.

Huertos	Localidad y región	Varietades	Plantación (m) superficie (ha), y edad (años)	Tratamientos por calendario y volumen (L/ha)	Daño por polillas (%)
Hijuela Los Álamos	Viluco	Vina-Hartley	9 x 9	6 x Gusathion	6
	RM		20, 17	35%WP; 1500	
Agrícola Graneros	La Compañía	Serr-Vina	6 x 12	8 x Gusathion	11
	VI		23, 19	35%WP; 2300	
Parcela El Rosario	El Rosario	Californianas	11 x 11	7 Cotnion	20
	VI		15, 22	20%SC; 1400	

Tabla II. $CL_{10-50-90}$ (μ /polilla), factores de resistencia (FR) y pendiente \pm desviación estándar de las regresiones entre el logaritmo de la concentración y la mortalidad probit para cuatro poblaciones de *Cydia pomonella*.

Poblaciones	DL ₁₀	DL ₅₀	DL ₉₀	FR	Pendiente \pm DE
Viluco	0,10 b	0,20 b	0,39 a	1,75	4,34 \pm 0,67 a
La Compañía	0,17 b	0,25 b	0,39 a	2,22	6,94 \pm 0,87 b
El Rosario	0,15 b	0,26 b	0,44 a	2,26	5,59 \pm 0,83 a
Puerto Montt	0,05 a	0,11 a	0,25 a	1,00	3,70 \pm 0,54 a

Promedios en cada columna seguidos por letras iguales no son diferentes significativamente ($P < 0,05$), según pruebas "t" de Student.

Materiales y métodos

Este estudio se efectuó en el Laboratorio de Entomología Frutal Prof. Luciano Campos Street, de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, en La Pintana, Santiago, a partir de diciembre de 1998.

Para contar con especímenes suficientes, se colectaron larvas y pupas de *C. pomonella* con trampas de agregación de cartón corrugado instaladas en torno al tronco de árboles en tres huertos comerciales de nogales infestados en la Zona Central de Chile (Tabla I) durante la primavera de 1998. Este material se reprodujo en laboratorio mediante dieta artificial durante una generación, utilizando el método descrito por Toba y Howell (1991), muy bien ilustrado en Rodríguez (1999). La susceptibilidad de estas muestras se comparó con la de una población testigo sin tratamientos químicos en las temporadas anteriores, colectada en la localidad de Las Quemadas, Puerto Montt (X Región).

Para detectar resistencia se utilizó el método de aplicación tópica sobre adultos de *C. pomonella* de edad homogénea (1 día) (Riedl *et al.*, 1985; Varela *et al.*, 1993; Chapman y Barreto, 1997). Se prepararon 4 concentraciones mediante una dilución en serie de azinfosmetil técnico (99,5%) disuelto en acetona pura para análisis. Los rangos de concentración se determinaron de acuerdo al nivel de susceptibilidad de cada población. En las polillas de las diferentes localidades se aplicaron las dosis siguientes por individuo: 0,20; 0,25; 0,30 y 0,35 μ g para las parcelas de El Rosario y La Compañía; 0,15; 0,20; 0,25 y 0,30 μ g para Viluco, y 0,10; 0,15; 0,20 y 0,25 μ g para Puerto Montt (testigo).

Una vez emergidos, los adultos de *C. pomonella* a tratar (20 por tratamiento, con 4 repeticiones) se mantuvieron en frascos de plástico en grupos de 10 durante 24 h a 21–24°C, >50% HR y fotoperíodo de 17:7 h de luz:oscuridad. Posteriormente, se anestesiaron con CO₂ y sobre el dorso del tórax se aplicó 1 μ L por cada concentración y tratamiento con una microjeringa montada en un dispensador de repetición. A los adultos del testigo se les aplicó sólo acetona. Luego de la aplicación, las polillas se mantuvieron a 18°C, >50% HR y 17:7 de fotoperíodo para la determinación de mortalidad a las 48 h. Se consideraron muertas

aquellas sin motilidad o moribundas (con temblores incontrolados e incapaces de desplazarse).

Los resultados se expresaron en porcentaje y se corrigieron por la fórmula de Abbott (1925) cuando la mortalidad del testigo varió entre 5 y 20%. Esta corrección no es necesaria con mortalidad < 5%. El ensayo se debe repetir con mortalidad superior al 20% (Busvine, 1980). Los valores se sometieron a análisis probit mediante el programa computacional POLO-PC. Este programa entrega el valor de la intersección con el eje de las coordenadas de la regresión entre el logaritmo de la concentración y mortalidad, su pendiente y desviación estándar, CL_{50} , CL_{90} y χ^2 , una medida de la bondad del ajuste de la regresión con los puntos observados. Las diferencias estadísticas entre los parámetros de calcularon mediante la prueba "t" de Student. Finalmente se determinó el factor de resistencia (FR), dividiendo la CL_{50} de cada población en estudio por la CL_{50} de la población susceptible.

Resultados y discusión

Los resultados se presentan en la Tabla II. Los valores de χ^2 obtenidos mediante el programa POLO-PC con aquellos tabulados ($P < 0,05$) demostraron un buen ajuste entre las CL_{50} esperadas y observadas. Ello indica que los resultados fueron homogéneos y además presentaron respuestas con distribución normal.

La población susceptible (Puerto Montt) tuvo una CL_{50} inferior y estadísticamente diferente del resto de las poblaciones estudiadas. Además, presentó una pendiente inferior aunque similar a Viluco y Rosario. Ello indica que presentaba una composición de individuos similar a las anteriores en susceptibilidad al azinfosmetil. Las regresiones entre mortalidad de adultos de *C. pomonella* provenientes de las distintas localidades y la concentración de azinfosmetil se presentan en la Fig. 2.

La población La Compañía presentó niveles de CL_{50} similares a Viluco y Rosario. Sin embargo, la pendiente fue mayor y diferente al resto de las estudiadas. Ello indica una población más homogénea debido a la eliminación de los individuos más débiles.

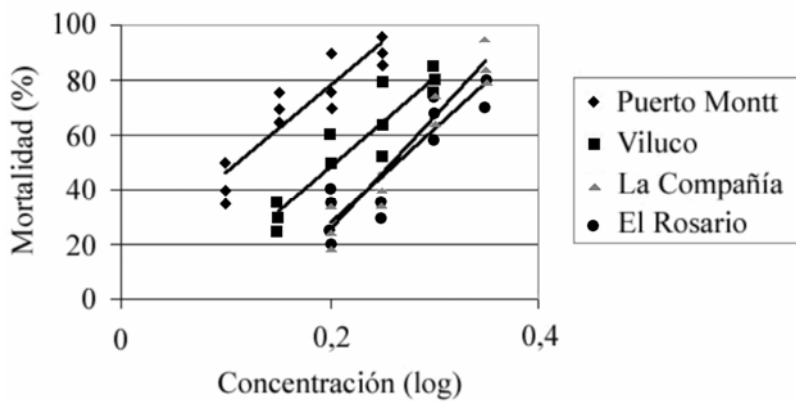


Fig. 2. Regresiones entre concentración (log) de azinfosmetil y mortalidad de adultos de *Cydia pomonella* provenientes de nodedales en cuatro localidades de Chile central.

Ecuaciones de regresión y bondad de ajuste:			
Viluco:	$y = 323,5x - 16,725$	$R^2 = 0,8656$	$\chi^2 = 0,016$
La Compañía:	$y = 410,5x - 56,825$	$R^2 = 0,9045$	$\chi^2 = 3,609$
El Rosario	$y = 341,5x - 40,6$	$R^2 = 0,8655$	$\chi^2 = 2,161$
Puerto Montt:	$y = 317,5x + 14,125$	$R^2 = 0,8231$	$\chi^2 = 3,298$

Los resultados obtenidos se enmarcan en lo definido por Hosking y Gordon (1956) y Riedl *et al.* (1986) como “tolerancia vigorosa”, es decir, un incremento modesto en los valores CL_{50} y un movimiento paralelo suave de la línea de regresión dosis – mortalidad hacia la derecha. Esta “tolerancia vigorosa” sería el primer paso en el desarrollo de resistencia.

Por otra parte, los FR de las poblaciones estudiadas fueron bajos, homogéneos e inferiores a los mencionados en la literatura. Por ejemplo, Varela *et al.* (1993) encontraron en EE.UU. un caso de resistencia con FR = 6,2, en tanto que Thwaite y Hatley (1998) describieron poblaciones de *C. pomonella* con FR entre 3 y 8.

Aunque según Welter (1992), la resistencia de *C. pomonella* al azinfosmetil tiene una heredabilidad de 0,29, se ha observado que si este producto no se utiliza por seis generaciones consecutivas, la polilla pierde la mayoría de su resistencia (Welter, 1992; Knigh *et al.*, 1994). La inestabilidad de la resistencia se explicaría por una reducción en la tasa de postura de huevos de las hembras resistentes en comparación con las susceptibles (Welter, 1997).

Conclusión

Todas las poblaciones de *C. pomonella* estudiadas provenientes de nodedales comerciales presentaron bajo nivel de resistencia al azinfosmetil, lo que se enmarca en lo conocido como “tolerancia vigorosa”. Los altos niveles de daño se explicarían más bien por aplicaciones deficientes.

Referencias

ABBOTT, W. S. 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide, *J. Econ. Entomol.*, **18**, 265-267.

BLOMEFIELD, T. 1994. Codling moth resistance. It is here, and how do we manage it?, *Deciduous Fruit Grower*, **44**, 4, 130-132.

BUSVINE, J. R. 1980. *Recommended methods for measurement of pest resistance to pesticides*, FAO, Rome, 132 pp.

CHAPMAN, K. L. & B. A. BARRETT 1997. Susceptibility of male codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) to azinphosmethyl in Missouri, *J. Agricultural Entomol.*, **14**, 4, 441-447.

CROFT, B. A. 1993. Pesticide resistance management of pest and beneficial arthropods and more biologically-based IPM on apple, *Korean J. Appl. Entomol.*, **32**, 4, 373-381.

GONZALEZ, R. 2003. *Las polillas de la fruta en Chile*, Universidad de Chile, Serie Ciencias Agronómicas N° 9, 188 pp.

HOSKINS, W. & H. GORDON 1956. Arthropod resistance to chemicals, *Ann. Rev. Entomol.*, **1**, 89-122.

INE (Instituto Nacional de Estadísticas) 1997. *VI Censo Nacional Agropecuario, Resultados Preliminares 1997*, Santiago, Chile.

KNIGHT, A., J. BRUNNER & D. ALSTON 1994. Survey of azinphosmethyl resistance in codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in Washington and Utah, *J. Econ. Entomol.*, **87**, 2, 285-292.

LAVERGNE, G. 1902. Notas de patología vegetal, *Bol. Soc. Nac. Agric. (Chile)*, **33**, 27, 671-673.

RIEDL, H., A. SEAMAN & F. HENRIE 1985. Monitoring susceptibility to azinphosmethyl in field populations of the codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) with pheromone traps, *J. Econ. Entomol.*, **78**, 3, 692-699.

RIEDL, H., L. HANSON & A. SEAMAN 1986. Toxicological response of codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) populations from California and New York to azinphosmethyl, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **16**, 189-201.

RODRÍGUEZ, P. 1999. *Detección y evaluación de resistencia de Cydia pomonella (L.) a azinphosmethyl*, Memoria Ing. Agr., Fac. Cs. Agron., Univ de Chile, Santiago, 42 pp.

SAZO, L. & J. POLANCO 1998. La polilla del algarrobo o polilla del nogal, *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), *Rev. Aconex (Chile)*, **61**, 12-14.

SCHNEIDER, T. 1902. El gusano de la manzana, *Carpocapsa pomonella*, *Bol. Soc. Nac. Agric. (Chile)*, **33**, 31, 745-750.

SUKHORUCHENKO, G., G. IVANOVA & K. BURKOVA 1996. *Codling moth control and the challenge of insecticide resistance management in the former Soviet Union*, rev. on May 08, 1998, at: <http://www.msstate.edu/Entomology/vyn2/art19.html>.

THWAITE, G. & A. HATELY 1998. *Codling moth control and the challenge of insecticide resistance*, Australian Apple & Pear Growers Assoc., Inc., Victoria, Australia, 18 pp.

TOBA, H. & J. HOWELL 1991. An improved system of mass rearing codling moths, *J. Entomol. Soc. British Columbia*, **88**, 22-27.

VARELA, L. G., S. C. WELTER, V. P. JONES, J. F. BRUNNER & H. RIEDL 1993. Monitoring and characterization of insecticide resistance in codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in four western states, *J. Econ. Entomol.*, **86**, 1, 1-10.

WELTER, S. 1992. *Pesticide resistance in codling moth: cross resistance, resistance in field populations, and genetic selection*, rev. on May 04, 1998, at: <http://www.calpear.com/research/entomology/ENT1990/welt8/welt8.htm>.

WELTER, S. 1997. *Development of resistance management strategies within mating disruption orchards*, rev. on June 09, 1998, at: <http://www.calpear.com/research/entomology/ent1997/wel197/wel197.htm>.

WELTER, S. C., L. VARELA & R. FREEMAN 1991. Codling moth resistance to azinphosmethyl in California, *Resistant Pest Management*, **3**, 1, 12.