

## Susceptibilidad de la cuncunilla verde del fréjol, *Rachiplusia nu* (Lepidoptera: Noctuidae), a insecticidas de uso común en Chile

J. E. ARAYA, C. OLAVE, M. A. GUERRERO

La susceptibilidad a tres insecticidas de uso habitual contra larvas de *Rachiplusia nu* (Guenée) provenientes de cultivos de leguminosas en cuatro localidades de la zona central de Chile (Quillota, Colina, Curacaví y La Pintana) se comparó en laboratorio. Los insecticidas (deltametrina, endosulfán y metamidofós) se aplicaron en una torre Potter ST4 sobre larvas en placas Petri; la mortalidad por contacto se determinó a las 48 h y se usó para calcular regresiones entre mortalidad probit y el logaritmo de las concentraciones, junto con las CL<sub>50</sub>, CL<sub>90</sub> y factores de resistencia (FR). Los FR se calcularon en relación a la mortalidad de la subpoblación de Quillota, la más susceptible a los insecticidas estudiados.

Los FR a deltametrina fueron bajos y las CL<sub>90</sub> muy inferiores a las dosis comerciales. Asimismo, las pendientes de las regresiones fueron similares y no se diferenciaron estadísticamente, lo que indica una susceptibilidad similar a deltametrina de todas las subpoblaciones evaluadas.

La subpoblación de Colina fue menos susceptible a endosulfán, con una CL<sub>50</sub> diferente de las otras subpoblaciones. Los FR fueron bajos, aunque el de las larvas de Colina triplicó el de las de Quillota, la localidad con larvas más susceptibles. La CL<sub>90</sub> de la subpoblación de Colina fue superior a la concentración mínima del rango comercial, lo que indica la necesidad de utilizar las dosis mayores de este rango para controlar a *R. nu* en esta localidad, y revela un posible desarrollo inicial de resistencia a endosulfán. De mantenerse su uso y con ello la presión de selección, la susceptibilidad a este insecticida en esta localidad podría disminuir en el futuro.

Las larvas de Quillota fueron significativamente más susceptibles a metamidofós que las otras subpoblaciones. Las CL<sub>90</sub> de las larvas de Quillota, La Pintana y Colina fueron inferiores a la concentración mínima recomendada comercialmente. Aunque la menor pendiente (resistencia heterogénea) indicaría que las subpoblaciones varían en susceptibilidad, con un relativamente menor efecto en las larvas de Curacaví, las CL<sub>90</sub> fueron menores que la mayor dosis comercial, lo que sugiere que las subpoblaciones estudiadas aún no han desarrollado resistencia a metamidofós.

Considerando que la subpoblación usada como control de comparación debe ser una población base no expuesta a insecticidas y criada en laboratorio durante muchas generaciones, y que la subpoblación más susceptible a los insecticidas evaluados fue la de Quillota, localidad con uso periódico de insecticidas, los niveles de resistencia reales en el campo deberían ser aún mayores que los detectados en este estudio.

J. E. ARAYA, C. OLAVE y M. A. GUERRERO: Departamento de Sanidad Vegetal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Casilla 1004, Santiago, Chile.

**Palabras clave:** Deltametrina, endosulfán, metamidofós, *Rachiplusia nu*, resistencia insecticida.

## INTRODUCCIÓN

Los cultivos de fréjol en Chile pueden ser afectados por la cuncunilla verde *Rachiplusia nu* (Guenée) (ARRETZ *et al.*, 1985). El nivel de daño es variable; plantas defoliadas severamente pueden disminuir el rendimiento hasta en 100% (ARTIGAS, 1972). El control tradicional consiste en aplicar insecticidas, cuyo uso continuado, además de afectar a los enemigos naturales y dejar residuos tóxicos peligrosos, podría derivar en problemas de resistencia (PACHECO y ARRETZ, 1977).

Aunque no existen estudios sobre resistencia a insecticidas en *R. nu*, se debe verificar si los resultados deficientes de algunas aplicaciones en el campo se pueden deber a resistencia o disminución de susceptibilidad, condición que se ha detectado en otros nócuidos en diversos países (ELLEN *et al.*, 1990; REED, 1990; ROSE *et al.*, 1990; MINK y BOETHHEL, 1993; TAYLOR *et al.*, 1993).

En esta investigación se evaluó la susceptibilidad en laboratorio de larvas de *R. nu* a deltametrina, endosulfán y metamidofós, mediante comparaciones de curvas de mortalidad de subpoblaciones colectadas en Quillota (V Región de Chile; Figura 1) y tres localidades de la Región Metropolitana, Colina, Curacaví, y La Pintana (esta última una localidad sin uso de insecticidas en leguminosas).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Entre octubre y diciembre de 1995 se obtuvieron huevos y larvas de *Rachiplusia nu* en las localidades del estudio. Los huevos se colectaron manualmente desde los folíolos, y las larvas mediante red entomológica. Este material se crió, eliminando las larvas parasitadas, hasta obtener adultos sobre plantas de fréjol en baterías Flanders (cámaras entomológicas estándar) y posteriormente huevos. Las larvas neonatas obtenidas de estos huevos se criaron alimentándolas con folíolos de fréjol, en bandejas plásticas



Figura 1. Ubicación geográfica de las localidades de colecta de las subpoblaciones de *Rachiplusia nu* en Chile central.

cubiertas con una película de polipropileno. Las pruebas de laboratorio se efectuaron entre diciembre de 1995 y mayo de 1996, cuando se contó con individuos suficientes para las pruebas y para asegurar el mantenimiento de las subpoblaciones en el laboratorio. Para completar el estudio se desarrollaron, en laboratorio, cuatro generaciones a partir de material colectado en Quillota y seis del obtenido en Colina. Los tratamientos de las subpoblaciones de Curacaví y La Pintana se hicieron sobre larvas de tercera y quinta generación de laboratorio, respectivamente, mezclándolas con larvas colectadas directamente desde la localidad correspondiente (OLAVE *et al.*, 1999).

Las formulaciones insecticidas comerciales (Cuadro 1) se eligieron por su uso habitual en leguminosas cultivadas en la zona central de Chile. Las larvas se colocaron en placas Petri con papel filtro en la base, para ser tratadas en una torre de aspersión Potter ST4. En cada repetición se aplicó 1 mL de solución insecticida durante 3 segundos con la torre Potter, a una presión de 15 psi. Las larvas tratadas se mantuvieron a  $24 \pm 1^\circ\text{C}$  y 16:8 horas de luz:oscuridad; la mortalidad por contacto se determinó a las

Cuadro 1. Insecticidas, formulaciones y dosis recomendadas comercialmente

Insecticidas	Formulaciones®	Dosis recomendadas <sup>1</sup>
Deltametrina	Decis 2,5 EC	200–300 mL/ha ó 70–100 mL/HL
Endosulfán	Thiodan 50 WP	1000–2000 g/ha ó 333–666 g/HL
Metamidofós	Tamaron 600 SL	500–1000 mL/ha ó 170–330 mL/HL

<sup>1</sup> Todos estos productos se deben aplicar en al menos 300 L de agua/ha.

48 horas de la aplicación, considerando muertas aquellas larvas sin motilidad al ser rozadas con un pincel. La mortalidad observada en los controles (tratados sólo con agua) se descontó mediante la fórmula de ABBOTT (1925). Esta corrección se efectuó con mortalidad del control entre 5 y 20%; una mortalidad >20% significó no aceptar la prueba y repetirla (BUSVINE, 1980).

Se aplicaron cinco dosis por producto insecticida, con cuatro repeticiones por dosis, cada una con 20 larvas de 1,5-2,0 cm de longitud contenidas en una placa Petri. Se utilizó primero la concentración mínima recomendada por el fabricante como referencia, y luego, concentraciones crecientes o decrecientes dependiendo de la mortalidad larvaria causada por el primer tratamiento. De esta manera se obtuvieron mortalidades extremas de 10 y 90%, rango aconsejable para calcular regresiones entre mortalidad probit y el logaritmo de las concentraciones. Estas regresiones y sus pendientes (para evaluar la homogeneidad de cada subpoblación en la respuesta a cada insecticida; BUSVINE, 1980) se calcularon mediante el programa informático POLO (RUSSELL *et al.*, 1977), junto con las  $CL_{50}$  y  $CL_{90}$  (concentraciones requeridas para obtener mortalidad larvaria de 50 y 90%, respectivamente).

Para determinar diferencias estadísticas entre subpoblaciones, insecticidas y rectas de regresión probit/logaritmo de las concentraciones, se efectuaron análisis de varianza con los resultados de las cuatro repeticiones de cada tratamiento (RUSTOM *et al.*, 1989). Para comparar la respuesta a los tres insecticidas en cada subpoblación, se establecieron las relaciones numéricas

entre las  $CL_{50}$  obtenidas mediante el análisis de regresión y las dosis máximas recomendadas por los fabricantes. Promedios bajos indican un tratamiento eficiente, logrando mortalidades del 50% de la muestra con bajas concentraciones.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aunque inicialmente se estimó que al provenir de una localidad no tratada, los individuos colectados en La Pintana servirían para establecer la subpoblación de comparación, los resultados indicaron que esa muestra no fue la de mayor susceptibilidad, por lo que se descartó como control. En cambio, los niveles de mortalidad para calcular los factores de resistencia se comparan con los de la subpoblación de Quillota, la cual presentó la mayor susceptibilidad a los insecticidas estudiados.

Los resultados de los análisis de las cuatro subpoblaciones (Colina, Curacaví, La Pintana y Quillota) por insecticida se resumen en el Cuadro 2, en el que se incluyen las  $CL_{50}$  con intervalos de confianza ( $\alpha=0,05$ ), las pendientes ( $m$ )  $\pm$  desviación estándar (DE) de las rectas, los factores de resistencia (FR) en relación a la localidad con mayor susceptibilidad, y las  $CL_{90}$ . Las rectas de regresión concentración-mortalidad probit para cada insecticida y subpoblación se presentan en la Figura 2. Pruebas de  $\chi^2$  indicaron que los resultados de todas las regresiones se ajustaron a poblaciones con susceptibilidad de distribución normal a los insecticidas evaluados.

### Susceptibilidad de *Rachiplusia nu* a deltametrina

En La Pintana, localidad donde no se aplican insecticidas en cultivos de leguminosas, la CL<sub>50</sub> y la pendiente de la regresión (Figura 2a) fueron similares a las de Colina y Curacaví. En estas dos localidades, el control de *R. nu* se efectúa con fenvalerato (Belmark®), metamidofós (Tamaron 600 SL®) y deltametrina (Decis 2,5 EC®). Los resultados indican que en estas localidades no ha habido desarrollo de resistencia a deltametrina.

En el Cuadro 2 no existen diferencias significativas en la susceptibilidad de las subpoblaciones de *R. nu* de las cuatro localidades. Aunque en la Figura 2a, las regresiones de Curacaví, La Pintana y Colina se encuentran claramente a la derecha de la de Quillota, no hubo diferencias significativas entre las CL<sub>50</sub> de las cuatro subpoblaciones. Los factores de resistencia fueron bajos y las CL<sub>90</sub> muy inferiores a las dosis recomenda-

das comercialmente. Asimismo, las pendientes de las regresiones concentración-mortalidad probit fueron similares y no se diferenciaron estadísticamente, lo que indica una susceptibilidad similar de todas las subpoblaciones a deltametrina. Sin embargo, la subpoblación de Curacaví tendió a presentar una menor susceptibilidad, lo que indica la necesidad de continuar evaluando periódicamente en el futuro la población de esta localidad en su respuesta a deltametrina y otros insecticidas, de manera de prevenir la aparición de resistencia a plaguicidas de uso común.

### Susceptibilidad de *Rachiplusia nu* a endosulfán

La subpoblación de Colina presentó la menor susceptibilidad a endosulfán, con una CL<sub>50</sub> estadísticamente diferente de las de las

Cuadro 2. Respuesta de cuatro subpoblaciones de *Rachiplusia nu* a tres insecticidas<sup>1</sup>

Localidades	CL <sub>50</sub>	IC 95%	<i>m</i> ± DE	FR	CL <sub>90</sub>
<u>Deltametrina</u>					
Curacaví	0,65 a	0,67 – 1,40	3,20 ± 0,33 a	2,10	2,77
La Pintana	0,59 a	0,30 – 0,80	3,17 ± 0,34 a	1,90	1,49
Colina	0,51 a	0,40 – 0,60	2,63 ± 0,33 a	1,60	1,56
Quillota	0,32 a	0,10 – 0,50	2,41 ± 0,37 a	<u>1,00</u>	1,10
<u>Endosulfán</u>					
Curacaví	187,50 a	138 – 293	4,04 ± 0,36 ab	3,24	389,01
La Pintana	122,93 b	89 – 183	5,09 ± 0,37 a	2,06	219,38
Colina	102,29 b	57 – 174	3,37 ± 0,28 bc	1,76	245,67
Quillota	58,71 c	24 – 106	1,68 ± 0,16 c	<u>1,00</u>	336,72
<u>Metamidofós</u>					
Curacaví	84,64 a	60,90 – 147,00	2,97 ± 0,28 a	6,50	237,01
La Pintana	60,30 a	38,70 – 84,60	3,64 ± 0,29 a	4,50	135,55
Colina	27,77 b	19,90 – 35,60	1,67 ± 0,16 b	2,10	163,05
Quillota	13,51 c	1,20 – 24,90	1,84 ± 0,25 b	<u>1,00</u>	67,16

<sup>1</sup> Para cada insecticida, los promedios en una columna con letras iguales indican diferencias no significativas ( $P \leq 0,05$ ), según pruebas de rango múltiple de DUNCAN (1955); CL<sub>50</sub> y CL<sub>90</sub> expresadas en mL/HL; FR: factor de resistencia = CL<sub>50</sub> población tratada/CL<sub>50</sub> población susceptible.

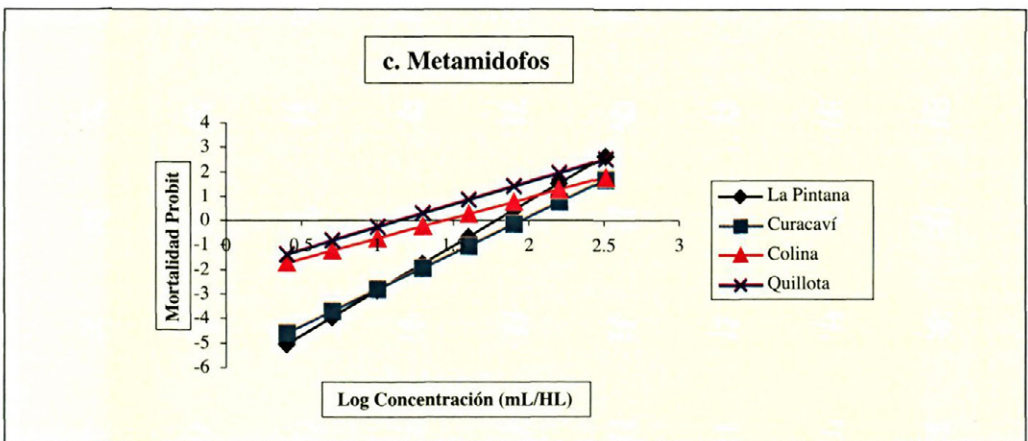
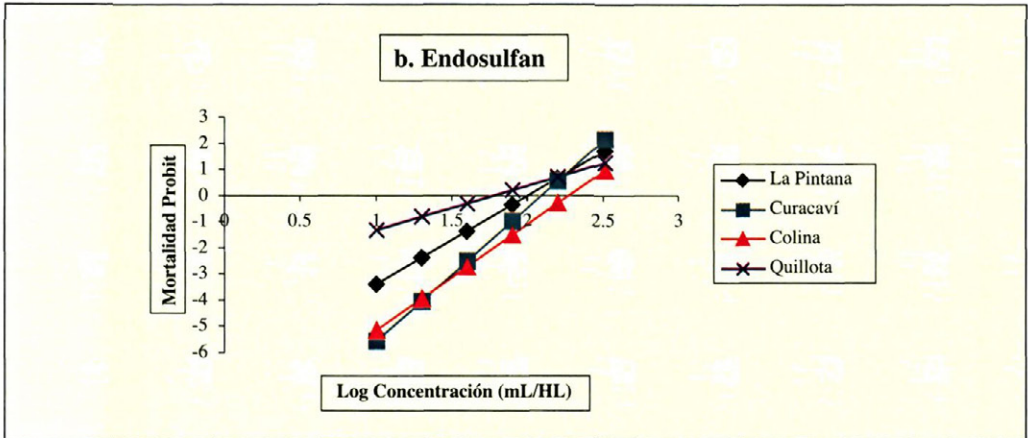
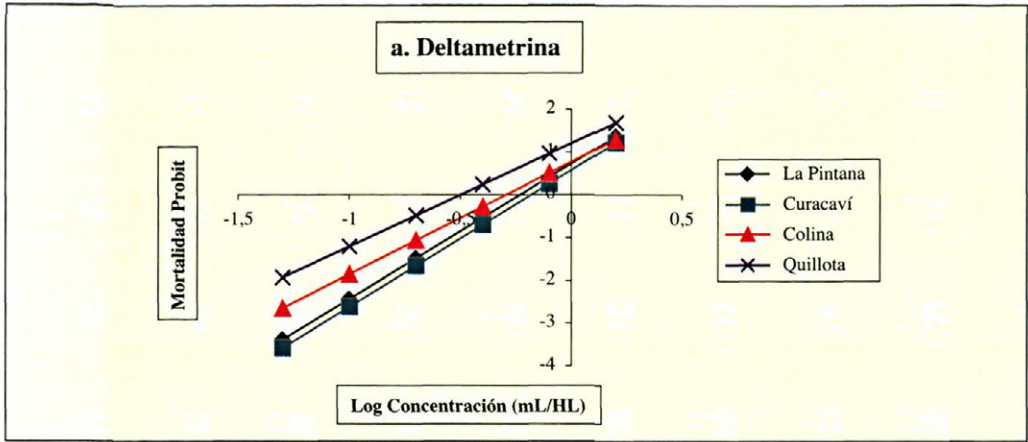


Figura 2. Regresiones entre la concentración (log) y la mortalidad probit de larvas de cuatro subpoblaciones de *Rachiplusia nu* tratadas con tres insecticidas.



otras subpoblaciones; las de Curacaví y La Pintana tuvieron  $CL_{50}$  similares (Cuadro 2). Los factores de resistencia fueron bajos, aunque el de la subpoblación de Colina triplicó el de las larvas de Quillota, la localidad más susceptible a endosulfán. Las  $CL_{50}$  y las regresiones de concentración-mortalidad (Figura 2b) indican una mayor susceptibilidad a endosulfán de la subpoblación de Quillota. La menor pendiente para estas larvas indica una respuesta relativamente más heterogénea, con una mayor mezcla de individuos de susceptibilidad variable a los tratamientos que los de las otras subpoblaciones, de acuerdo a los estudios de FAO (1970).

La  $CL_{90}$  de la subpoblación de Colina fue superior a la concentración mínima recomendada comercialmente, lo que indica la necesidad de utilizar dosis mayores dentro del rango de dosis comerciales para controlar a *R. nu* en esta localidad, y revela una posible situación inicial de desarrollo de resistencia a endosulfán. En caso de mantenerse su uso y con ello la presión de selección, este insecticida se deberá continuar evaluando en el futuro en esta localidad.

Las poblaciones de Colina y Curacaví presentaron un comportamiento similar. Sus mayores pendientes revelan subpoblaciones con una mayor proporción relativa de individuos de respuesta similar a un rango menor de concentraciones del insecticida. Por consiguiente, las subpoblaciones de La Pintana y Quillota presentaron una composición más heterogénea de individuos en su susceptibilidad a endosulfán, de acuerdo a las observaciones de FAO (1970).

Aunque las diferencias significativas de susceptibilidad entre las subpoblaciones evaluadas permitirían concluir que éstas se encuentran en una etapa incipiente de desarrollo de resistencia, las  $CL_{90}$  (con excepción de la  $CL_{90}$  de la subpoblación de Colina) descartan niveles significativos de resistencia a endosulfán.

### Susceptibilidad de *Rachiplusia nu* a metamidofós

Al comparar las  $CL_{50}$  se evidencian diversas diferencias significativas entre las subpoblaciones larvarias (Cuadro 2). La de Quillota se diferenció significativamente de todas las otras subpoblaciones, presentando la mayor susceptibilidad a metamidofós. Contrariamente a la suposición inicial de una mayor susceptibilidad base, las larvas de La Pintana presentaron una  $CL_{50}$  significativamente mayor que las de Colina y Quillota.

Las  $CL_{90}$  de las larvas de Quillota, La Pintana y Colina fueron inferiores a la concentración mínima recomendada comercialmente. La subpoblación de Curacaví, sin embargo, presentó una  $CL_{90}$  mayor a este mínimo, aunque menor que la dosis máxima del rango recomendado comercialmente.

La  $CL_{90}$  de la subpoblación de Colina fue superior a la concentración mínima recomendada comercialmente, lo que indica la necesidad de utilizar dosis mayores dentro del rango de dosis comerciales para controlar a *R. nu* en esta localidad, y revela una posible situación inicial de desarrollo de resistencia a endosulfán. En caso de mantenerse su uso y con ello la presión de selección, este insecticida se deberá continuar evaluando en el futuro en esta localidad.

Las poblaciones de Colina y Curacaví presentaron un comportamiento similar. Sus mayores pendientes revelan subpoblaciones con una mayor proporción relativa de individuos de respuesta similar a un rango menor de concentraciones del insecticida. Por consiguiente, las subpoblaciones de La Pintana y Quillota presentaron una composición más heterogénea de individuos en su susceptibilidad a endosulfán, según las pautas de FAO (1970).

Aunque las diferencias significativas de susceptibilidad entre las subpoblaciones evaluadas permitirían concluir que éstas se encuentran en una etapa incipiente de desarrollo de resistencia, las  $CL_{90}$  (con excepción de la  $CL_{90}$  de la subpoblación de Colina)

Cuadro 3. Toxicidad comparativa de los insecticidas evaluados en las cuatro subpoblaciones

Insecticidas	CC máx <sup>1</sup> (g ó mL de producto comercial/HL)	CL <sub>50</sub>	CL <sub>90</sub>	CL <sub>50</sub> /CC máx	Índice relativo <sup>2</sup>
<u>Colina</u>					
Deltametrina	100	0,5	1,6	0,005	<u>1,0</u>
Endosulfán	666	187,5	389,0	0,280	56,0
Metamidofós	300	27,7	163,1	0,084	16,8
<u>La Pintana</u>					
Deltametrina	100	0,6	1,5	0,006	<u>1,0</u>
Endosulfán	666	102,3	245,7	0,153	25,5
Metamidofós	300	60,3	135,6	0,182	30,3
<u>Curacaví</u>					
Deltametrina	100	0,7	2,8	0,007	<u>1,0</u>
Endosulfán	666	122,9	219,4	0,185	26,4
Metamidofós	300	84,6	237,0	0,256	36,6
<u>Quillota</u>					
Deltametrina	100	0,3	1,1	0,003	<u>1,0</u>
Endosulfán	666	58,7	336,7	0,088	29,3
Metamidofós	300	13,5	67,2	0,041	13,7

<sup>1</sup> CC max = Concentración comercial máxima.

<sup>2</sup> Índice relativo (de toxicidad) = CL<sub>50</sub>/CC máx. producto / CL<sub>50</sub>/CC max. deltametrina.

descartan niveles significativos de resistencia a metamidofós.

En la Figura 2c se observa un desplazamiento hacia la derecha de las subpoblaciones de Curacaví, La Pintana y Colina con respecto a Quillota. Las pendientes de las regresiones de las subpoblaciones de Quillota y Colina no se diferenciaron estadísticamente. Se estima que estas subpoblaciones están compuestas por mezclas de individuos susceptibles, de susceptibilidad intermedia y resistentes. El análisis de las regresiones indicó que las localidades de La Pintana y Curacaví tuvieron resultados similares y presentaron una composición relativamente más homogénea que las otras dos subpoblaciones.

Las subpoblaciones de Curacaví, La Pintana y Colina presentaron factores de resistencia de 6,5; 4,5 y 2,1, respectivamente. Aunque la resistencia heterogénea de los individuos indicaría que las subpoblaciones

tienen variaciones en susceptibilidad a metamidofós, con un relativamente menor efecto en las larvas de Curacaví, las CL<sub>90</sub> fueron menores que la mayor dosis comercial, lo que indica que en las subpoblaciones estudiadas aún no se ha desarrollado resistencia a este insecticida.

### Susceptibilidad comparativa de las cuatro poblaciones de *Rachiplusia nu* a los insecticidas

La toxicidad comparativa de los insecticidas se resume en el Cuadro 3. En la subpoblación de Quillota, la más susceptible en este estudio, deltametrina y endosulfán fueron los insecticidas con mayor y menor toxicidad, respectivamente; el primer compuesto fue 29,3 veces más tóxico que el segundo, un resultado esperable por la mayor acción insecticida intrínseca de los piretroides.

Metamidofós presentó menores índices de toxicidad en la subpoblación de La Pintana, pero no se diferenció estadísticamente, sin embargo, de endosulfán. Deltametrina fue 30,3 veces más tóxico que metamidofós sobre las larvas de esta localidad.

La población de Curacaví fue la más susceptible a deltametrina, significativamente diferente de endosulfán y metamidofós (26,4 y 36,6 veces más tóxica, respectivamente).

Metamidofós fue muy tóxico para las larvas de Colina ( $56,0/16,8 = 3,33$  veces más efectivo que endosulfán). Sin embargo, deltametrina fue aún más tóxico que metamidofós y endosulfán (16,8 y 56,0 veces, respectivamente).

La subpoblación más susceptible a todos los insecticidas evaluados fue la de Quillota, localidad con uso periódico de insecticidas. Por ello, debe compararse con una población base no expuesta a insecticidas y criada en laboratorio durante muchas generaciones para revertir algún nivel incipiente de resistencia, según se recomienda en diversos trabajos (MARTÍNEZ-CARRILLO y REYNOLDS, 1983; FELLAND *et al.*, 1990, ELZEN *et al.*, 1992, 1994). Así, los niveles de resistencia reales en el campo deberían ser aún mayores que los detectados en este estudio. Aunque La Pintana es una localidad más bien urbana, sin uso de insecticidas en cultivos, puede presentar algún grado de inmigración de individuos con cierta tolerancia a estos productos desde áreas cercanas, donde la presión de selección haya sido mayor.

Las diferencias en susceptibilidad de las subpoblaciones se puede deber también a generaciones previas en otras plantas hospederas con historias diferentes de exposición a insecticidas, o a cambios en susceptibilidad entre temporadas, lo que ha sido sugerido por OTTEA *et al.* (1995).

La mortalidad obtenida en nuestro estudio con las concentraciones recomendadas para deltametrina puede haber sido afectada por pruebas con larvas de *R. nu* de distintas generaciones criadas en laboratorio. Según varios autores, los ensayos de evaluación de resistencia a piretroides deben

efectuarse con larvas de la primera generación de la temporada, ya que ésta disminuye rápidamente desde la segunda generación al cesar la presión de selección, como ha sido señalado para *Heliothis virescens* Fabricius por MARTÍNEZ CARRILLO y REYNOLDS (1983) y LEONARD *et al.* (1988), y para *Pectinophora gossypiella* Saunders por OSMAN *et al.* (1991).

En las subpoblaciones de todas las localidades destacó el gran nivel de mortalidad larvaria alcanzado con concentraciones relativamente bajas de deltametrina. Este piretroide, sin embargo, es utilizado frecuentemente contra diversas plagas en Chile, por lo que se deberá continuar evaluándolo en su eficacia contra *R. nu* en la zona central. SALAZAR y ARAYA (1997), por ejemplo, detectaron niveles significativos de resistencia en la polilla del tomate, *Tuta absoluta* (Meyrick).

La toxicidad a deltametrina medida en este estudio es de distinto nivel que aquella encontrada en *H. virescens* por MARTÍNEZ CARRILLO y REYNOLDS (1983). Al igual que en nuestro estudio con *R. nu*, CAMPANHOLA y PLAPP (1989) y ELZEN *et al.* (1992) encontraron también en *H. virescens* niveles mayores de resistencia a piretroides que a insecticidas fosforados.

Los resultados de los estudios de resistencia a insecticidas son variables. YADAV *et al.* (1993) indican que tratamientos con deltametrina fueron más efectivos que los de endosulfán para controlar a *P. gossypiella*. Al evaluar varias subpoblaciones de *Trichoplusia ni* (Hübner), SHELTON y SONDERLUND (1983) encontraron también una mayor susceptibilidad a permetrina que a metomilo.

## CONCLUSIONES

Nuestros resultados revelan diferencias significativas en susceptibilidad a endosulfán y metamidofós entre las subpoblaciones de La Pintana, Colina y Curacaví con la población control (Quillota). Sólo las CL<sub>90</sub> de metamidofós para Curacaví y endosulfán para Colina fueron superiores a las concentra-



ciones máximas recomendadas comercialmente, lo que si bien indicaría algún nivel de selección de resistencia a estos compuestos en los programas de manejo de *R. nu* en dichas localidades, descarta el desarrollo de niveles generalizados de resistencia en esta plaga.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la verificación taxonómica de *Rachiplusia nu* efectuada por el Dr. Andrés Angulo, Departamento de Zoología, Universidad de Concepción, Chile.

## ABSTRACT

ARAYA J. E., C. OLAVE, M. A. GUERRERO. 2003: Susceptibility of the green bean caterpillar, *Rachiplusia nu* (Lepidoptera: Noctuidae), to conventional insecticides in Chile. *Bol. San. Veg., Plagas*, 29: 309-318.

Susceptibility to three commonly used insecticides to larvae of *Rachiplusia nu* (Guenée) from legume crops in four locations of the central zone of Chile (Quillota, Colina, Curacaví and La Pintana) were compared in the laboratory. Insecticides (deltamethrin, endosulfan and metamidophos) were applied in a ST4 Potter tower onto larvae in Petri dishes; contact mortality was measured at 48 h. Results were used to calculate regressions between probit mortality and insecticide concentrations (log), LC<sub>50</sub>, LC<sub>90</sub>, and resistance factors (RF). RFs were calculated with respect to the mortality of the subpopulation from Quillota, the most susceptible to the insecticides studied.

RF<sub>s</sub> for deltamethrin were small, and the LC<sub>90</sub> much smaller than commercial dosages. Also, regression trends were similar and statistically undifferentiated, indicating a similar susceptibility to deltamethrin of all subpopulations studied.

Larvae from Colina were the least susceptible to endosulfan, with a LC<sub>50</sub> different to those of the other subpopulations. RF<sub>s</sub> were small, but that of larvae from Colina tripled the one for larvae from Quillota, the most susceptible ones. The LC<sub>90</sub> for larvae from Colina was greater than the minimal dosage recommended commercially, indicating the need of using the larger dosages of this range to control *R. nu* in this location, and reveals a possible initial development of resistance to endosulfan. If this product continues to be used, and with it its selection pressure, susceptibility to this insecticide could decrease in the future.

Larvae from Quillota were significantly more susceptible to metamidophos than the other subpopulations. LC<sub>90s</sub> for larvae from Quillota, La Pintana and Colina were smaller than the minimal concentration recommended commercially. Although the small slope of the regression (heterogeneous resistance) would indicate that the population varies in susceptibility, with a relatively lesser effect in larvae from Curacaví, LC<sub>90s</sub> were smaller than the greater commercial dosage, which suggests that the subpopulations studied have not developed yet resistance to metamidophos.

Considering that the control for comparisons must be a basal population unexposed to insecticides, reared in the laboratory for many generations, and that the subpopulation most susceptible to the insecticides studied was that from Quillota, location where insecticides are applied periodically, the real levels of resistance in the field should be even greater than those detected in this study.

**Key words:** Deltamethrin, endosulfan, insecticide resistance, metamidophos, *Rachiplusia nu*.

## REFERENCIAS

- ABBOTT, W. S., 1925: A method for computing the effectiveness of an insecticide, *J. Econ. Entomol.*, 18, 265-267.
- ARRETZ, P.; LAMBOROT, L.; GUERRERO, M. A., 1985: Evaluación del parasitismo sobre los estados inmaduros de la cuncunilla verde del fréjol, *Rachiplusia nu* (Guenée), en praderas de alfalfa, *Rev. Chilena Entomol.*, 12, 209-215.
- ARTIGAS, L., 1972: Ritmos poblacionales de los lepidópteros de interés agrícola para Chile, *Bol. Soc. Biol. Concepción*, 45, 5-94.
- BUSVINE, J. R., 1980: *Recommended methods for measurement of pest resistance to pesticides*, FAO, Rome. 132 p.
- CAMPANHOLA, C.; PLAPP, F. W., 1989: Toxicity and synergism of insecticides against susceptible and

- pyrethroid-resistant third instars of the tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae), *J. Econ. Entomol.*, **82**, 6, 1495-1501.
- DUNCAN, D. B., 1955: Multiple range and multiple F tests, *Biometrics*, **11**, 1-42.
- ELLEN, W.; HARRIS, A.; REIS, R., 1990: Determination of pyrethroid resistance in field populations of tobacco budworm, p. 211-213 *In: Proc. Beltwide Cotton Production Research Conference*, Memphis, Tennessee National Cotton Council.
- ELZEN, G.; LEONARD, B.; GRAVES, J.; BURRIS, E.; MICINSKI, S., 1992: Resistance to pyrethroid, carbamate, and organophosphate insecticides in field populations of tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae), *J. Econ. Entomol.*, **85**, 6, 2064-2072.
- ELZEN, G.; MARTIN, S.; LEONARD, B.; GRAVES, J., 1994: Inheritance, stability, and reversion of insecticide resistance in tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae) field populations, *J. Econ. Entomol.*, **87**, 3, 551-558.
- FAO, 1970: *Resistencia de las plagas a los plaguicidas en la agricultura. Importancia, determinación y medidas para combatirla*, FAO, Roma. AGP/CP/26. 37 p.
- FELLAND, C.; PITRE, H.; LUTTRELL, R.; HAMER, J., 1990: Resistance to pyrethroid insecticides in soybean looper (Lepidoptera: Noctuidae) in Mississippi, *J. Econ. Entomol.*, **83**, 1, 35-40.
- LEONARD, B. R.; GRAVES, J. B.; PAVLOFF, A. M., 1988: Variation in resistance of field populations of tobacco budworm and bollworm (Lepidoptera: Noctuidae) to selected insecticides, *J. Econ. Entomol.*, **81**, 1521-1528.
- MARTÍNEZ-CARRILLO, J. L.; REYNOLDS, H. T., 1983: Dosage-mortality studies with pyrethroid insecticides on tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae) from the Imperial Valley, California, *J. Econ. Entomol.*, **76**, 5, 983-986.
- MINK, S.; BOETHEL, J., 1993: Development of a diagnostic technique for monitoring permethrin resistance in soybean looper (Lepidoptera: Noctuidae) larvae on soybean foliage treated with insecticides, *J. Econ. Entomol.*, **86**, 2, 265-274.
- OLAVE, C.; ARAYA, J. E.; LAMBOROT, L.; GUERRERO, M. A., 1999: Crianza de la cuncunilla verde del frejol, *Rachiplusia nu* (Guenée), en laboratorio, *Inv. Agrícola* (Chile), **19**, 1-2, 75-78.
- OSMAN, A.; WATSON, T.; SIVASUPRAMANIAM, S., 1991: Reversion of permethrin resistance in field strains and selection for azinphosmethyl and permethrin resistance in pink bollworm (Lepidoptera: Gelechiidae), *J. Econ. Entomol.*, **84**, 353-357.
- OTTEA, J.; IBRAHIM, S.; YOUNIS, A.; YOUNG, R.; LEONARD, B.; MCCAFFERY, R., 1995: Biochemical and physiological mechanisms of pyrethroid resistance in *Heliothis virescens* (F.), *Pesticide Biochemistry and Physiology*, **51**, 117-128.
- PACHECO, F.; ARRETZ, P., 1977: Control químico y microbiológico de *Rachiplusia nu* (Guenée) en fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) mediante dos criterios de aplicación, *Inv. Agrícola* (Chile), **3**, 3, 85-89.
- REED, W. T., 1990: Pyrethroid resistance management in *Heliothis* sp. in cotton, *Pesticide Research Journal*, **2**, 1, 37-43.
- ROSE, R. L.; LEONARD, B. R.; SPARKS, T. C.; GRAVES, J. B., 1990: Enhanced metabolism and knockdown resistance in a field versus a laboratory strain of the soybean looper (Lepidoptera: Noctuidae), *J. Econ. Entomol.*, **83**, 3, 672-677.
- RUSSELL, R. M.; SAVIN, H. E.; ROBERTSON, J. L., 1977: POLO: a new computer program for probit analysis, *Bull. Entomol. Soc. of America*, **23**, 209-213.
- RUSTOM, A.; LATORRE, B.; LOLAS, M., 1989: Método para una correcta comparación de la efectividad de nuevos fungicidas, p. 149-164 *In: LATORRE, B. A. (ed.), Fungicidas y nematocidas. Avances y aplicabilidad*. Univ. Católica de Chile, Santiago. 216 p.
- SALAZAR, E.; ARAYA, J. E., 1997: Detección de resistencia a insecticidas en la polilla del tomate, *Simiente*, **67**, 1-2, 8-22.
- SHELTON, A. M.; SONDERLUND, D. M., 1983: Varying susceptibility to methomyl and permethrin in widely separated cabbage looper (Lepidoptera: Noctuidae) populations within eastern North America, *J. Econ. Entomol.*, **76**, 5, 980-989.
- TAYLOR, J.; HECKEL, G.; BROWN, M.; KREITMAN, E.; BLACK, B., 1993: Linkage of pyrethroid insecticide resistance to a sodium channel locus in the tobacco budworm, *Insect Biochem. and Molecular Biol.*, **23**, 7, 763-775.
- YADAV, G. S.; KATHPAL, T. S.; SHARMA, P. D.; SINGH, G., 1993: Relative efficacy of synthetic pyrethroids against bollworm pest of cotton and their residues in cotton seed, *J. Insect Science*, **6**, 1, 92-96.

(Recepción: 10 julio 2002)

(Aceptación: 19 diciembre 2002)