

Evaluation of the heritability in emamectin benzoate resistance of *Orius laevigatus* (Fieber) (Hemiptera: Anthocoridae)

Evaluación de la heredabilidad en la resistencia a emamectina benzoato de *Orius laevigatus* (Fieber) (Hemiptera: Anthocoridae)

V. Balanza^{1*}, J.E. Mendoza¹, P. Bielza¹

¹ Departamento de Producción Vegetal, ETSIA. Universidad Politécnica de Cartagena-UPCT, Paseo Alfonso XIII, 48, 30203. Cartagena, España.

*virgibalanza@hotmail.com

Abstract

Orius laevigatus is a natural enemy used as biological control agent. One of the problems in integrated pest management (IPM) is the compatibility between natural enemies and some phytosanitary treatments such as the emamectin benzoate. In this way, it would be interesting to create a population of *O. laevigatus* resistant to emamectin, so that both could be compatible in an IPM program. In this study the heritability of the emamectin resistance of *O. laevigatus* was evaluated. After 8 generations, the LC₅₀ value increased from 5.43 (1.98-9.92) mg L⁻¹ to 42.98 (15.55-73.77) mg L⁻¹. There were significant differences between generations. On the other hand, the heritability values were 0.16 and 0.07 for (G₀-G₆) and (G₆-G₈), respectively.

Keywords: IPM; resistance; phytosanitary.

Resumen

Orius laevigatus es un enemigo natural usado en control biológico de plagas. Uno de los principales problemas de la gestión integrada de plagas (GIP) es la compatibilidad entre enemigos naturales y algunos tratamientos fitosanitarios como la emamectina benzoato. De esta manera, sería interesante crear una población de *O. laevigatus* resistente a emamectina, para que ambos pudieran ser compatibles en un GIP. El presente estudio se llevó a cabo para evaluar la heredabilidad de la resistencia a emamectina de *O. laevigatus*. Después de 8 generaciones el valor de la CL₅₀ aumentó de 5,43 (1,98-9,92) mg L⁻¹ a 42,98 (15,55-73,77) mg L⁻¹, existiendo diferencias significativas entre ambas. Por otro lado, los valores de la heredabilidad fueron de 0,16 y de 0,07 para (G₀-G₆) y (G₆-G₈), respectivamente.

Palabras clave: GIP; resistencia; fitosanitario.

1. INTRODUCCIÓN

Orius laevigatus (Fieber) (Hemiptera: Anthocoridae) es un agente de control biológico que puede aparecer de manera natural en algunos cultivos y que se encuentra también en distintas plantas silvestres del área mediterránea. Destaca por ser un efectivo depredador del trips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) en invernaderos y cultivos al aire libre [1].

Debido a la dificultad de no poder controlar a algunas plagas solamente con productos químicos, se desarrolló un programa de gestión integrada de plagas (GIP). El principio clave de la GIP es conseguir que los insecticidas utilizados no afecten a los agentes de control biológico, lo que requiere un buen conocimiento de cómo utilizar los productos químicos [2]. Un insecticida que se utiliza junto con los enemigos naturales en programas de GIP es emamectina benzoato (emamectina), el cual es tóxico para *O. laevigatus* como se muestra en algunos estudios [3], por lo que sería interesante crear una población de este insecto resistente a emamectina, de manera que ambos pudieran ser compatibles en un GIP.

El éxito de las técnicas de manejo de la resistencia a insecticidas depende de muchos factores, tales como entender la herencia y los mecanismos de resistencia [4]. Los niveles de reconocimiento y manejo de la resistencia pueden ser mejorados mediante la información apropiada sobre el modo de heredar la resistencia a un determinado insecticida [5]. El presente estudio se llevó a cabo para evaluar la heredabilidad de la resistencia a emamectina en *O. laevigatus*.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Insectos.

Se utilizó una población comercial de *Orius laevigatus* (Syngenta®) para la realización de los ensayos. Para la cría se utilizaron botes de plástico de 1L, donde se dispusieron los individuos. Cada bote contenía: un vial con agua para proporcionar hidratación, una judía para la puesta de huevos, refugio y huevos de *Ephestia kuehniella* como alimento. Cada 48-72 horas se añadió alimento y extrajeron las judías con huevos de los botes. Estas judías se añadieron a un nuevo bote y así se realizó una nueva generación de cría.

2.2 Realización de los bioensayos.

La población comercial fue seleccionada desde la generación inicial (G_0) a la octava generación (G_8) con emamectina benzoato. Se aplicaron dosis de insecticida ascendentes según el avance de la selección de 15-200 mg L⁻¹, a las que se añadieron secciones de judía de 3 cm, que una vez secas se expusieron a los individuos en botes de 1L con alimento y refugio. Se realizaron bioensayos de resistencia para la G_0 , G_6 y G_8 , para ello, se prepararon dosis de 1-300 mg L⁻¹ de emamectina a las que se añadieron igual que para las selecciones, secciones de judía de 3 cm, que se expusieron a los individuos en salseras que contenían alimento y refugio. Se realizaron 3 repeticiones por dosis y un control de 3 repeticiones con judía sin tratar. El tiempo de duración de las selecciones y los bioensayos fue de 7 días y transcurrido este periodo, se procedió a estimar la mortalidad.

2.3 Tratamiento de los datos.

En el caso de los bioensayos los datos obtenidos se analizaron con el programa POLO PLUS® usando un análisis Probit. Se calcularon las concentraciones letales (CL_{50}), los límites fiduciales (LF) al 95% de confianza y la pendiente.

Para la estimación de la heredabilidad se utilizó el método de Tabashnik [6] $h^2=R/S$, donde R es la respuesta a la selección y S es la selección diferencial. De esta manera, $R = [\log (CL_{50} \text{ final}) - \log (CL_{50} \text{ inicial})]/n$, donde CL_{50} final es la CL_{50} de la descendencia, CL_{50} inicial corresponde a la CL_{50} de la generación parental y n es el número de generaciones seleccionadas. La selección diferencial (S) se calculó como $S = i \cdot \sigma_p$, donde i es la intensidad de selección calculada como $i = 1,583 - 0,0193336p + 0,0000428p^2 + 3,65194/p$, dentro de la cual, p es el promedio de la tasa de supervivencia en la selección. La desviación estándar fenotípica se calculó como $\sigma_p = [1/2 (\text{pendiente inicial} + \text{pendiente final})]^{-1}$ es decir, la pendiente de la línea de regresión del probit de los parentales más la pendiente de la descendencia después de n generaciones de selección.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El valor de la CL_{50} en los bioensayos de resistencia sufrió un incremento de 5,43 (1,98-9,92) $mg L^{-1}$ en la G_0 a 21,00 (13,98-28,82) $mg L^{-1}$ en la G_6 , existiendo diferencias significativas entre ambas. El valor en la G_8 de la CL_{50} fue de 42,98 (15,55-73,77) $mg L^{-1}$, existiendo diferencias significativas con la G_0 y no así con la G_6 . Los valores de la pendiente fueron de 1,05, 2,75 y 1,64, para la G_0 , G_6 y G_8 respectivamente (Tabla 1). Los resultados obtenidos podemos compararlos con un ensayo de emamectina realizado con *Chrysoperla carnea* [7]. En este ensayo, la CL_{50} sufrió un incremento de 58,33 $mg L^{-1}$ a 1469,37 $mg L^{-1}$ después de 5 generaciones de selección. También se han hecho ensayos con emamectina para estudiar la resistencia de plagas como *Spodoptera exigua* [8], en el que la CL_{50} aumentó de 0,22 $mg L^{-1}$ a 0,526 $mg L^{-1}$ y *Phenacoccus solenopsis* [9] con un aumento de la CL_{50} de 3,75 $mg L^{-1}$ a 597,16 $mg L^{-1}$, ambos ensayos durante 6 generaciones. Observando estos resultados, podemos decir que todos estos insectos ofrecieron una mayor resistencia a emamectina conforme aumentaron las generaciones de selección, al igual que ocurre con *O. laevigatus*.

El valor de la heredabilidad (h^2) entre la generación parental y la generación 6 (G_0 - G_6) fue de 0,16 y de 0,07 entre la generación 6 y la generación 8 (G_6 - G_8) (Tabla 2). La variación fenotípica está compuesta por la variación genética (V_G) y la variación medioambiental (V_E). Bajo condiciones de laboratorio, una alta variación fenotípica puede venir de la presión de selección y mutación genética [10]. Según Falconer [11], h^2 es la proporción de la varianza fenotípica debida a la variación genética aditiva. Los valores de h^2 están comprendidos entre 0-1. Por lo tanto, bajos valores de h^2 reflejan alta variación ambiental y baja variación genética aditiva. Si comparamos la evolución de h^2 entre G_0 - G_6 y G_6 - G_8 observamos que h^2 disminuye de 0,16 a 0,07, respectivamente. Esto es debido a que la respuesta a la selección no continúa indefinidamente, tarde o temprano se espera que todos los alelos favorables que se segregaban originalmente sean conducidos a la fijación y conforme se aproximen a ella, la varianza genética deberá declinar y la tasa de respuesta debe disminuir, hasta que la respuesta cese cuando la fijación sea total. La baja h^2 (0,07) para *O. laevigatus* después de 8 generaciones de selección con emamectina demuestra que puede tener una menor probabilidad de desarrollo de resistencia a este insecticida. En el caso de *Chrysoperla carnea* [7], el valor de h^2 para la resistencia a emamectina fue de 0,34, lo cual nos da a entender que existen mayores posibilidades del desarrollo de la resistencia.

4. CONCLUSIONES

Como conclusión se puede decir que aunque se observó un incremento en la resistencia a emamectina para *O. laevigatus* después de 8 generaciones de selección, los valores de la heredabilidad que se obtuvieron fueron bajos comparado con otros insectos. Estos resultados nos dan a entender que existen menos posibilidades para poder desarrollar una resistencia, ya que la respuesta a la selección es baja.

5. AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos a mi compañera E. Martínez-Díaz por su ayuda técnica.

6. REFERENCIAS

- [1] Angeli G., Baldessari M., Maines R., Duso C. 2005. Side-effects of pesticides on predatory bug *Orius laevigatus* (Heteroptera: Anthocoridae) in the laboratory. *Biocontrol Sci. Technol.* 15:745-754.
- [2] Delbeke F., Verduyck P., Tirry L., De Clerco P., Degheele D. 1997. Toxicity of diflubenzuron, pyriproxyfen, imidacloprid and diafenthiuron to the predatory bug *Orius laevigatus* (Heteroptera: Anthocoridae). *Entomophaga*. 42(3): 349-358.

- [3] Van de Veire M., Tirry L. 2003. Side effects of pesticides on four species of beneficials used in IPM in glasshouse vegetable crops: “worst case” laboratory tests. *Pesticides and Beneficial Organisms IOBC/wprs*. 26(5): 41-50.
- [4] Roush R. T., Croft B. 1986. Experimental population genetics and ecological studies of pesticides resistance in insects and mites, in: *Pesticide Resistance: Strategies and Tactics for Management*, National Academy Press. Washington DC. Pp 257-270.
- [5] Bielza P., Quinto V., Fernández E., Grávalos C., Abellán J., Cifuentes D. 2008. Inheritance of resistance to acrinathrin in *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Pest Manage. Sci.* 64: 584-588.
- [6] Tabashnik B.E., Mcgaughey W.H. 1994. Resistance risk assessment for single and multiple insecticides: responses of Indian meal moth (Lepidoptera: Pyralidae) to *Bacillus thuringiensis*. *J. Econ.Entomol.* 87:834-841.
- [7] Mansoor M., Abbas Shad A.S., Pathan A.K., Razaq M. 2013. Increased fitness and realized heritability in emamectin benzoate resistant *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Ecotoxicology*. 22:1232-1240.
- [8] Ishtiaq M., Razaq M., Saleem M. A., Anjum F., Ane M.N., Raza A.M., Wright D.J. 2014. Stability, cross-resistance and fitness costs of resistance to emamectin benzoate in a re-selected field population of the beet armyworm *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctunidae). *Crop Protection*. 65:227-231.
- [9] Afzal M.B., Shad S.A. 2016. Characterization of *Phenacoccus solenopsis* (Homoptera: Pseudococcidae) resistance to Emamectin Benzoate: Cross-Resistance Patterns and Fitness Cost Analysis. *Pest Management*. 45:310-319.
- [10] Yang Y.H. 2000. *Basic Genetics*, Higher Education Press, Beijing, China. Pp 264-299.
- [11] Falconer D.S. 1989. *An Introduction to Quantitative Genetics*, Wiley, London, United Kingdom.

Tabla 1. Estimación de la toxicidad de emamectina para diferentes generaciones de *O. laevigatus*.

Población	Generaciones ^a	CL ₅₀ (mg L ⁻¹) ^b	LF (95%) ^c	Pendiente ^d	% Supervivencia ^e
Syngenta	G ₀	5,43	1,98-9,92	1,05	-
	G ₆	21,00	13,98-28,82	2,75	28,47
	G ₈	42,98	15,55-73,77	1,64	15,22

^(a) Generaciones con las que se realizaron bioensayos de resistencia; ^(b) concentración letal 50; ^(c) límites fiduciales (P<0,05); ^(d) pendiente hallada con probit; ^(e) porcentaje de supervivencia en la selección.

Tabla 2. Estimación de la heredabilidad para la resistencia a emamectina en *O. laevigatus*.

Generaciones ^a	R ^b	S ^c	I ^d	σ _p ^e	h ^{2f}
G ₀ -G ₆	0,53	0,10	0,63	1,20	0,16
G ₆ -G ₈	0,46	0,05	0,70	1,54	0,07

^(a) Generaciones entre las que se realizó la heredabilidad; ^(b) respuesta a la selección; ^(c) selección diferencial; ^(d) intensidad de selección; ^(e) desviación fenotípica; ^(f) heredabilidad.