

Baseline susceptibility of Mediterranean populations of *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) to cyantraniliprole

Susceptibilidad basal de poblaciones mediterráneas de *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) a ciantraniliprol

I. Moreno*, A. Belando, C. Grávalos, P. Bielza

Departamento de Producción Vegetal, Universidad Politécnica de Cartagena, Paseo Alfonso XIII 48, 30203 Cartagena, Spain.

Abstract

Cyantraniliprole is a novel anthranilic diamide insecticide and acts on a large number of pests exclusively activating their ryanodine receptors. It is very effective in the fight against whitefly and is considered to have a favorable ecotoxicological profile. The aim of this work was to study the current state of cyantraniliprole resistance in populations of *Trialeurodes vaporariorum* of the Mediterranean basin. Laboratory tests were done to estimate the lethal dose of cyantraniliprole in these field populations. Our results showed the current situation of high susceptibility to cyantraniliprole ($CL_{50} = 0.063 \text{ mg L}^{-1}$), and they were similar to previous studies of cyantraniliprole against *Bemisia tabaci* values described ($CL_{50} = 0.048 \text{ mg L}^{-1}$). Our data showed information about baseline susceptibility of *T. vaporariorum* to cyantraniliprole and they serve as a reference within the program of resistance management.

Keywords: anthranilic diamide; ryanodine; *Bemisia tabaci*.

Resumen

Ciantraniliprol es un nuevo insecticida del grupo de las diamidas antranílicas, que actúa sobre un gran número de plagas activando exclusivamente sus receptores de rianodina. Es muy efectivo en la lucha contra mosca blanca y se considera que tiene un perfil ecotoxicológico favorable. El objetivo de este trabajo fue estudiar el estado actual de la resistencia a ciantraniliprol en poblaciones de *Trialeurodes vaporariorum* de la cuenca mediterránea. Para ello, se realizaron ensayos en laboratorio, para estimar la dosis letal de ciantraniliprol en dichas poblaciones. Nuestros resultados revelaron la situación actual de alta susceptibilidad a ciantraniliprol ($CL_{50} = 0.063 \text{ mg L}^{-1}$), siendo los valores descritos similares a otros estudios previos de ciantraniliprol frente a *Bemisia tabaci* ($CL_{50} = 0.048 \text{ mg L}^{-1}$). Los datos presentados mostraron información sobre la línea base de susceptibilidad de *T. vaporariorum* a ciantraniliprol, y sirven como base dentro del programa de manejo de la resistencia.

Palabras clave: diamidas antranílicas; rianodina; *Bemisia tabaci*.

* E-mail: inma.moreno@upct.es

1. INTRODUCCIÓN

La mosca blanca de los invernaderos, *Trialeurodes vaporariorum* Westwood, es una plaga polífaga, que habita especialmente en zonas templadas del mundo, causando graves daños tanto en frutales, como cultivos hortícolas y ornamentales [1]. Aunque el control biológico de *T. vaporariorum* ha sido un éxito, particularmente en Europa, el control químico sigue siendo una herramienta útil en la gestión integrada de plagas (GIP) [2].

Con el fin de mantener bajo control las poblaciones de mosca blanca y dada la facilidad con que esta plaga desarrolla resistencias, se hace necesario el desarrollo de nuevos compuestos con diferentes modos de acción para ser incorporados en las estrategias de gestión de la resistencia a insecticidas (GRI). Para llevarlo a cabo de modo racional, antes de incorporar un nuevo insecticida hay que llevar a cabo multitud de ensayos, en primer lugar para conocer los niveles de resistencia de las poblaciones de partida, lo que se conoce como susceptibilidad basal, que debe ser tenida en cuenta como referencia para controlar la evolución potencial de la resistencia.

Ciantraniliprol es un nuevo insecticida del grupo de las diamidas antranílicas, con un nuevo modo de acción, que pertenece al grupo 28 de la clasificación que propone el Comité de Acción contra la Resistencia a Insecticidas (IRAC). Este grupo de insecticidas funciona como selector de los canales iónicos que modulan la liberación de calcio. Las moléculas de ciantraniliprol se unen a los receptores de rianodina, causando una liberación incontrolada de calcio y evitando una mayor contracción muscular [3,4]. Ensayos llevados a cabo tanto en campo como en laboratorio [5,6] han mostrado su alta eficacia frente a *Bemisia tabaci* y otras plagas. Según estudios realizados por Cameron et al. [7] este insecticida también actúa reduciendo la alimentación, lo que produce una disminución en la transmisión de virosis.

El objetivo de este trabajo es obtener la susceptibilidad basal en ninfas de poblaciones de campo de *T. vaporariorum* de la cuenca mediterránea, para establecer las bases de un programa de gestión anti-resistencias antes del registro y uso comercial del insecticida.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Poblaciones de campo

Se utilizaron catorce poblaciones de campo de *T. vaporariorum* de la cuenca mediterránea, seis poblaciones de España (ES), cuatro de Grecia (GRE), tres de Italia (ITA) y una de Francia (FR), recogidas entre los años 2012 y 2015.

2.2 Insecticida

Todos los bioensayos se llevaron a cabo con ciantraniliprol (Cyazypyr 20SC; VerimarkTM, DuPont Crop Protection, Newark, DE).

2.3 Bioensayo sistémico

Para estudiar el estado actual de la resistencia a ciantraniliprol en diferentes poblaciones de *T. vaporariorum* se llevaron a cabo bioensayos sistémicos de ninfas. Para ello se utilizaron plántulas de judía con dos hojas verdaderas. A cada una de las hojas se le fijó una caja-pinza con unos 40 adultos en su interior y se mantuvieron durante 24 horas en una jaula de cristal y en condiciones de laboratorio (25 ° C ± 2, 16:8 (L:O) y 60-65% HR), para su oviposición. Tras este periodo de tiempo, se retiraron las cajas-pinza. A continuación, se enumeraron las hojas y se contaron los huevos a la lupa (aproximadamente 60-80 huevos/hoja). Se procedió al tratamiento, cuatro dosis (0,5-0,1-0,05-0,01 ppm) con cyacypyr sistémico y un control.

Las plántulas se depositaron individualmente en frascos de cristal de 30 ml con las soluciones insecticidas, y se dejaron durante 13 días en condiciones de laboratorio para que el insecticida actuara.

Se mantuvo de nuevo en condiciones de laboratorio hasta el momento de la lectura del bioensayo, día 14 desde que se inició, considerando como individuos vivos las ninfas en estadio 2 e individuos muertos los huevos no eclosionados y las ninfas muertas.

2.4 Análisis de datos

Los datos se analizaron utilizando el programa POLO-PC para el análisis probit [8].

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestran los valores de CL_{50} obtenidos de todos los bioensayos realizados con ciantraniliprol y con poblaciones de campo de la cuenca mediterránea de *T. vaporariorum*. Puesto que no hay una población sensible de laboratorio, se tomó como población de referencia la más susceptible a ciantraniliprol, en este caso, ES1.

En los datos observados en la Tabla 1, puede apreciarse claramente que la susceptibilidad a ciantraniliprol varía entre las poblaciones de distintos lugares de la cuenca mediterránea. Los valores de CL_{50} varían entre 0,017 mg L⁻¹ (ES1) y 0,194 mg L⁻¹ (GRE4), lo que supone una variabilidad de 11,4 veces entre la menos sensible y la más resistente. De entre todas las poblaciones, ES1, fue la población más susceptible en comparación con el resto de poblaciones ensayadas, pero no se diferencia con cuatro poblaciones de campo (los valores de CL_{50} van de 0,019 a 0,037 mg L⁻¹). GRE4, fue significativamente más tolerante que el resto de poblaciones, pero no se diferencia de ES6, con un valor de CL_{50} de 0,157 mg L⁻¹. Estos datos tienen suficiente consistencia como para agruparlos y obtener un valor compuesto de CL_{50} de 0,063 mg L⁻¹ para *T. vaporariorum*, que será el valor de referencia para futuros estudios de seguimiento de resistencias. También se debe usar esta cifra de susceptibilidad basal para calcular los factores de resistencia de las poblaciones de campo. Los resultados obtenidos para *T. vaporariorum* en este trabajo son similares a los resultados publicados para la otra mosca blanca *Bemisia tabaci* (CL_{50} = 0,048 (0,034-0,063) mg L⁻¹ (95% LC)) [9].

Antes del uso comercial de un nuevo producto, es necesario llevar a cabo estudios sobre el manejo de la resistencia para determinar la variación natural de la tolerancia a ese compuesto. Conocer esta variabilidad es muy importante de cara a no confundirla con verdadera resistencia al nuevo producto tras su introducción comercial. Nuestros ensayos de laboratorio, muestran una respuesta consistente, con una ligera variación (11,4 veces) en la susceptibilidad a ciantraniliprol. La respuesta de las moscas blancas a ciantraniliprol podría estar influenciada por el historial de exposición a insecticidas, sin embargo, ninguna de las poblaciones ensayadas estuvo en contacto con ciantraniliprol en condiciones de campo, por lo que las diferencias observadas en las CL_{50} son atribuibles a la variación natural.

4. CONCLUSIONES

Nuestros resultados documentan la situación actual de alta susceptibilidad a ciantraniliprol en poblaciones de campo de *T. vaporariorum* de la cuenca mediterránea. Estos datos de referencia serán útiles para el seguimiento de cualquier cambio futuro en la susceptibilidad a ciantraniliprol que puedan aparecer dentro de un programa de gestión de la resistencia a insecticidas (GRI) en poblaciones mediterráneas de mosca blanca.

En resumen, ciantraniliprol puede jugar un papel importante en la disminución de la resistencia a insecticidas en *T. vaporariorum* debido a su alta eficacia. A pesar de ello se requiere un alto nivel de vigilancia, puesto que siempre está presente la amenaza del desarrollo de resistencias, que en el caso de insecticidas puede ser muy elevada.

5. AGRADECIMIENTOS

Agradecer a la financiación del Ministerio español de Economía y Competitividad (MINECO) (AGL2011-25164), a DuPont y a los fondos europeos FEDER.

6. REFERENCIAS

- [1] Byrne, D. N., Bellows, T. S., Parrella, M. P. (1990). Whiteflies in agricultural systems, in Whiteflies: their Bionomics, Pest Status and Management, ed. by Gerling D. Intercept, Andover, UK, p. 227-261.
- [2] Zou, Y.-Q.; Zheng, B.-Z. (1988). The toxicity of some insecticides to greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum* Westw.) and monitoring of resistance. *Acta Phytophylla Sin* 15, 277-281.
- [3] Cordoba, D., Benner, E. A., Sacher, M. D., Rauh, J. J., Sopa, J.S., Lahm, G. P., Selby, T. P., Stevenson, T. M., Flexner, L., Gutteridge, S., Rhoades, D. F., Wu, L., Smith, R. M., Tao, Y. (2006). Anthranilic diamides: A new class of insecticides with a novel mode of action, ryanodine receptor activation. *Pestic. Biochem. Phys.* 84, 196-214.
- [4] Satelle, D. B., Cordoba, D., Cheek, T. R. (2008). Insect ryanodine receptors: molecular targets for novel pest control chemicals. *Invertebr. Neurosci.* 8, 107-119.
- [5] Li, X., Degain, B. A., Harpold, V. S., Marçon, P. G., Nichols, R. L., Fournier, A. J., Palumbo, J. C., Ellsworth, P. C. (2012). Baseline susceptibilities of B- and Q-biotype *Bemisia tabaci* to anthranilic diamides in Arizona. *Pest Manag. Sci.* 68, 83-91
- [6] Caballero, R., Cyman, S., Schuster, D. J., Portillo, H. E., Slater, R. (2013). Baseline susceptibility of *Bemisia tabaci* (Genn.) biotype B in southern Florida to cyantraniliprole. *Crop Prot.* 44, 104-108.
- [7] Cameron, R., Lang, E. B., Alvarez, J. M. (2014). Use of honeydew production to determine reduction in feeding by *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) adults when exposed to cyantraniliprole and imidacloprid treatments. *J. Econ. Entomol.* 107, 546-550.
- [8] Russell, R. M., Robertson, J. L., Savin, N. E. (1977). POLO – a new computer program for probit analysis. *Bull Entomol. Soc. Am.* 23, 209–213.
- [9] Grávalos, C., Fernández, E., Belando, A., Moreno, I., Ros, C., Bielza, P. (2015). Cross-resistance and baseline susceptibility of Mediterranean strains of *Bemisia tabaci* to cyantraniliprole. *Pest Manag. Sci.* 71, 1030-1036.

Tabla 1. Toxicidad a ciantraniliprol en ninfas de poblaciones de campo de *T. vaporariorum*

Población	CL ₅₀ (mg L ⁻¹) (95% LC)	FR ₅₀
ES1	0,017 (0,009-0,026)	1
ES2	0,019 (0,006-0,036)	1,1
ITA1	0,026 (0,020-0,032)	1,5
ES3	0,031 (0,020-0,045)	1,8
ES4	0,037 (0,019-0,054)	2,2
GRE1	0,045 (0,035-0,060)	2,6
ITA2	0,047 (0,039-0,055)	2,8
GRE2	0,048 (0,028-0,075)	2,8
ES5	0,059 (0,041-0,071)	3,5
GRE3	0,063 (0,037-0,079)	3,7
ITA3	0,070 (0,055-0,086)	4,1
FR1	0,086 (0,065-0,122)	5,1
ES6	0,157 (0,104-0,211)	9,2
GRE4	0,194 (0,143-0,247)	11,4
LÍNEA BASE	0,063 (0,039-0,096)	3,7