

## Selection of a *Tuta absoluta* population (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) resistant to chlorantraniliprole Selección de una población de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) resistente a clorantraniliprol

L. García-Vidal<sup>1\*</sup>, M.R. Martínez-Aguirre<sup>1</sup>, P. Bielza<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Producción Vegetal. Universidad Politécnica de Cartagena, Paseo Alfonso XIII, 48. 30203 Cartagena.  
\*lidiaGV\_ct@hotmail.com

### **Abstract**

The tomato borer, *Tuta absoluta*, is one of the most important pests in tomato crops in the world. Chlorantraniliprole is an insecticide belonging to the diamides group, widely used to manage *T. absoluta*, due to its compatibility with natural enemies and pollinators. Recently, cases of resistance development to this insecticide are appearing in some Italian and Brazilian *T. absoluta* populations. In this study, the results of the selection for chlorantraniliprole of a resistant population of *T. absoluta* are presented, with a LC<sub>50</sub> of 7,453 ppm. In addition, cross-resistance among the diamides chlorantraniliprole, cyantraniliprole and flubendiamide for the chlorantraniliprole resistant population was found.

**Keywords:** Tomato borer; diamides; cross-resistance; rynaxypyr.

### **Resumen**

La polilla del tomate, *Tuta absoluta*, es una de las plagas más importantes en el cultivo del tomate a nivel mundial. Clorantraniliprol es un insecticida perteneciente al grupo de las diamidas, ampliamente utilizado para el control de *T. absoluta*, debido a su compatibilidad con los enemigos naturales y polinizadores. Recientemente, están apareciendo casos de desarrollo de resistencia a este insecticida en poblaciones italianas y brasileñas de *T. absoluta*. En este estudio, se muestran los resultados obtenidos de la selección de una población resistente de *T. absoluta* a clorantraniliprol, con una CL<sub>50</sub> de 7.453 ppm. Además, se han encontrado resistencias cruzadas entre las diamidas clorantraniliprol, ciantraniliprol y flubendiamida para la población resistente a clorantraniliprol.

**Palabras clave:** Polilla del tomate; diamidas; resistencias cruzadas; rynaxypyr.

## **1. INTRODUCCIÓN**

La polilla del tomate o gusano minador del tomate, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), es originaria de Sudamérica y fue detectada por vez primera en España en el año 2006 [1], desde donde se extendió, posteriormente, a otros países de Europa. En la actualidad, *T. absoluta* es considerada una de las plagas más importantes del cultivo del tomate [2]. El control químico es el principal método de control utilizado en *T. absoluta*, por lo que es importante estudiar la evolución de la resistencia de esta plaga a los insecticidas autorizados para su control, para poder desarrollar estrategias anti-resistencia y conocer los mecanismos de resistencia implicados.

El insecticida clorantraniliprol pertenece al grupo de las diamidas, un nuevo grupo de insecticidas clasificados como moduladores del receptor de la rianodina [3]. En la actualidad, clorantraniliprol es ampliamente utilizado para el control de diferentes plagas agrícolas, entre ellas *T. absoluta*. Sin embargo, en los últimos años han aparecido casos de desarrollo de resistencia a este insecticida en algunas especies de lepidópteros, como en *Spodoptera litura* [4] y también en poblaciones de *T. absoluta* tanto italianas [5], como brasileñas [6].

Los objetivos de este trabajo son obtener una población de *T. absoluta* resistente al insecticida clorantraniliprol; y una vez obtenida la población resistente, estudiar las resistencias cruzadas con las otras diamidas empleadas para el control químico de *T. absoluta*.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Población de *T. absoluta*

La población de *T. absoluta* empleada en este estudio se llama Sicilia, y fue recolectada en diciembre de 2014 en la región de Sicilia, Italia, en un invernadero de tomate. En el laboratorio, la población se mantiene en una jaula de cría con planta de tomate (*Solanum lycopersicum* L cv. Bobcat) para su alimentación, en condiciones controladas de temperatura ( $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ), humedad relativa ( $60\pm 5\%$ ) y fotoperiodo (16/8 h luz/oscuridad).

### 2.2 Insecticida

El insecticida empleado en este trabajo fue clorantraniliprol, cuya formulación comercial es: Altacor 35WG (rynaxypyr) 35% p/p, de la empresa DuPont.

### 2.3 Bioensayos de susceptibilidad

Estos bioensayos se realizaron con larvas de segundo estadio (L2) de *T. absoluta*.

El método de inmersión de hojas de tomate fue empleado para la realización de los bioensayos [7]. Se utilizaron distintas concentraciones del insecticida y un control. Se cortaron hojas de tomate, se sumergieron en las distintas concentraciones y se pusieron a secar. Cada hoja se colocó en una caja transparente (dimensiones 12x10x5 cm) y las larvas L2 de *T. absoluta* se colocaron encima de las hojas. Los bioensayos se realizaron con 3 repeticiones por concentración y 10 larvas por repetición, con un total de 30 larvas por concentración de insecticida. La mortalidad se evaluó tras 72 horas.

### 2.4 Bioensayos de selección de resistencias

Para los bioensayos de selección se empleó también el método de inmersión de hojas de tomate. En este caso, se cortaron las hojas con las larvas L2 en su interior y se sumergieron en la concentración de insecticida empleada para la selección. La mortalidad se evaluó tras 96 horas.

### 2.5 Análisis de los datos

Se obtuvieron las curvas de dosis - mortalidad usando el programa estadístico POLO-Plus.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos de la selección a clorantraniliprol de la población Sicilia. Se observa un aumento de la concentración del insecticida, hasta alcanzar la selección 7, en la que la mortalidad a 3000 ppm es de 22,9%. En la Tabla 2 se presentan los resultados de los bioensayos de susceptibilidad realizados al inicio de la selección y en la selección 8. Se puede observar un elevado aumento de la resistencia a clorantraniliprol en la selección 8, con una CL50 de 7453 ppm, siendo 156 veces superior a la CL50 de la S0 (47, ppm). Por lo tanto,

se considera que la selección S8 de Sicilia es una población resistente al insecticida clorantanaliprol, llamando a esta población resistente Sicilia S8.

En la Tabla 3 se presentan los resultados de los bioensayos de susceptibilidad de la población resistente a clorantanaliprol, Sicilia S8, a las diamidas ciantraniliprol y flubendiamida. Se observa que la CL50 de Sicilia S8 a ciantraniliprol es de 751,7 ppm, con un factor de resistencia de 109, con respecto a la CL50 (6,9 ppm) de la población Sicilia S0 bioensayada al inicio de la selección para el insecticida ciantraniliprol. También se observa que la CL50 de Sicilia S8 a flubendiamida es de 21216 ppm, con un factor de resistencia de 47,2 con respecto a la CL50 (449,8 ppm) de la población Sicilia S0 bioensayada al inicio de la selección para el insecticida flubendiamida. En base a estos resultados, se puede afirmar que existe resistencia cruzada entre el insecticida clorantanaliprol y ciantraniliprol, y entre clorantanaliprol y flubendiamida, para la población resistente a clorantanaliprol, Sicilia S8, obtenida en el laboratorio. Por otro lado, en un estudio de Roditakis *et al.* [8], se han encontrado dos mutaciones, presentes en una población italiana de *T. absoluta* resistente a clorantanaliprol, que parecen ser las responsables de la resistencia a diamidas en *T. absoluta*, y también de las resistencias cruzadas entre clorantanaliprol, ciantraniliprol y flubendiamida.

#### 4. CONCLUSIONES

En vista de los resultados obtenidos en este trabajo, se puede concluir que se ha obtenido con éxito en el laboratorio una población de *T. absoluta* resistente a clorantanaliprol. Además, se han encontrado resistencias cruzadas entre los insecticidas clorantanaliprol, ciantraniliprol y flubendiamida en la población resistente a clorantanaliprol Sicilia S8.

#### 5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (AGL2011-25164) y los fondos europeos FEDER. También ha sido financiado parcialmente por DuPont e IRAC España. LGV agradece al MECD por la beca FPU (13/01528).

#### 6. REFERENCIAS

- [1] Urbaneja A., González-Cabrera J., Arnó J., Gabarra R. 2012. Prospects for the biological control of *Tuta absoluta* in tomatoes of the Mediterranean basin. *Pest Manag. Sci.* 68: 1215-1222.
- [2] Desneux N., Luna M.G., Guillemaud T., Urbaneja A. 2011. The invasive South American tomato pinworm, *Tuta absoluta*, continues to spread in Afro-Eurasia and beyond: the new threat to tomato world production. *J. Pest Sci.* 84: 403-408.
- [3] IRAC MoA Classification Scheme (Version 8.1) 2016. <http://www.irc-online.org>.
- [4] Su, J., Lai, T., Li, J. 2012. Susceptibility of field populations of *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) in China to chlorantanaliprole and the activities of detoxification enzymes. *Crop. Prot.* 42: 217-222.
- [5] Roditakis, E., Vasakis, E., Grispu, M., Stavrakaki, M., Nauen, R., Gravouil, M., Bassi, A. 2015. First report of *Tuta absoluta* resistance to diamide insecticides. *J. Pest. Sci.* 88: 9-16.
- [6] Silva, J.E., Assis, C.P.O., Ribeiro, L.M.S., Siqueira, H.A.A. 2016. Field-Evolved Resistance and Cross-Resistance of Brazilian *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) Populations to Diamide Insecticides. *J. Econ. Entomol.* 1-6.
- [7] García-Vidal, L., Martínez-Aguirre, M.R., Bielza, P. 2014. Línea base de susceptibilidad y selección de poblaciones resistentes de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). En: *Actas del III Workshop en Investigación Agroalimentaria – WiA14*, eds. (TAIDA-UPCT, Cartagena, España), p.101.
- [8] Roditakis, E., Steinbach, D., Moritz, G., Vasakis, E., Stavrakaki, M., Ilias, A., García-Vidal, L., Martínez-Aguirre, M.R., Bielza, P., Morou, E., Silva, J.E., Silva, W.M., Siqueira, H.A.A., Iqbal, S., Troczka, B.J., Williamson, M.S., Bass, C., Tsagkarakou,

A., Vontas, J., Nauen, R. 2017. Ryanodine receptor point mutations confer diamide insecticide resistance in tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Insect Biochem. Molec.* 80: 11-20.

**Tabla 1.** Selección de resistencia a clorantraniliprol en la población Sicilia.

Selección	ppm	Total larvas	% Mortalidad
S0	100-300	2080	58,7
S1	250-300	962	31,6
S2	300-500	1598	81,1
S3	300	769	72,8
S4	300	1624	63,1
S5	300	1222	48,6
S6	3000	860	56,1
S7	3000	976	22,9

**Tabla 2.** Toxicidad a clorantraniliprol en las selecciones S0 y S8 de la población Sicilia.

Selección	CL50 (ppm)	LF (95%)	FR
S0	47,7	24,5-183,1	1
S8	7453	2705-26004	156

\* **CL50:** Concentración Letal 50 en ppm. **LF (95%):** Límites fiduciales calculados al 95%. **FR:** Factor de resistencia con respecto a la Línea Base de Susceptibilidad

**Tabla 3.** Toxicidad a ciantraniliprol y flubendiamida de la población resistente a clorantraniliprol Sicilia S8.

Insecticida	Población	CL50 (ppm)	LF (95%)	FR
Ciantraniliprol	Sicilia S0	6,9	2,3-13,6	1
	Sicilia S8	751,7	289,2-1347,2	109
Flubendiamida	Sicilia S0	449,8	115,3-875,2	1
	Sicilia S8	21216	6518-32350	47,2

\* **CL50:** Concentración Letal 50 en ppm. **LF (95%):** Límites fiduciales calculados al 95%  
**FR:** Factor de resistencia con respecto a la Línea Base de Susceptibilidad