

## ***Evolution of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) resistance to diamide insecticides over the last 5 years***

L. García-Vidal, M.R. Martínez-Aguirre, P. Bielza

Departamento de Producción Vegetal. Universidad Politécnica de Cartagena, Paseo Alfonso XIII, 48. 30203 Cartagena. lidiaGV\_ct@hotmail.com

### **Resumen**

La polilla del tomate, *Tuta absoluta*, es una de las plagas más importantes en el cultivo del tomate. Actualmente, el control químico sigue siendo esencial para controlar a esta plaga. Las diamidas son un grupo nuevo de insecticidas que apareció hace unos años como alternativa química de control de varias plagas agrícolas, entre ellas *T. absoluta*. En este trabajo se ha comparado la evolución de la resistencia de poblaciones de *T. absoluta* a las diamidas: clorantraniliprol, flubendiamida y ciantraniliprol. En los resultados se observa que una población de Sicilia (Italia) ha desarrollado resistencia a las tres diamidas, con porcentajes de resistencia muy altos para clorantraniliprol (x1000) y flubendiamida (x1250), y menor para ciantraniliprol (x151). Por tanto, existe una posible resistencia cruzada entre clorantraniliprol y flubendiamida, y en menor medida para ciantraniliprol.

**Palabras clave:** Clorantraniliprol; flubendiamida; ciantraniliprol; rynaxypyr; cyazypyr.

### **Abstract**

The tomato borer, *Tuta absoluta*, is one of the most important pests in tomato crops. Currently, chemical control is still essential to control this pest. Diamides are a new group of insecticides that appeared as an alternative to chemical control of several agricultural pests a few years ago, including *T. absoluta*. This study compared the evolution of resistance of *T. absoluta* populations to the diamides: chlorantraniliprole, flubendiamide and cyantraniliprole. The results show that a population from Sicily (Italy) has developed resistance to all three diamides, with very high resistance rates for chlorantraniliprole (1000-fold) and flubendiamide (1250-fold), and lower for cyantraniliprole (151-fold). Therefore, possible cross-resistance exists between chlorantraniliprole and flubendiamide, and to a lesser extent to cyantraniliprole.

**Keywords:** Chlorantraniliprole; flubendiamide; cyantraniliprole; rynaxypyr; cyazypyr.

### **1. Introducción**

La polilla del tomate o gusano minador del tomate, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), es nativa de Sudamérica y fue detectada por primera vez en España en el año 2006, concretamente en Castellón [1], desde donde se extendió a todas las áreas de cultivo de tomate en España, y posteriormente a otros países de Europa. En la actualidad, *T. absoluta* es considerada una de las plagas más devastadoras del cultivo del tomate [2]. Las larvas de *T. absoluta* penetran en las hojas de tomate alimentándose del mesófilo y creando galerías, afectando así a la fotosíntesis de la planta (Fig.1). Las larvas también penetran en los tallos y frutos de la planta de tomate [3]. 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, y así poder desarrollar estrategias anti-resistencia y conocer los mecanismos de resistencia implicados. Las diamidas son un nuevo grupo de insecticidas que han sido clasificados como moduladores del receptor de la rianodina [4]. Hasta la fecha, el grupo de las diamidas lo

componen los siguientes insecticidas: flubendiamida, una diamida del ácido ftálico, y clorantraniliprol y ciantraniliprol, diamidas del ácido antranílico. Si se realiza un uso continuado y conjunto de las diamidas, puede aparecer rápidamente resistencia, lo que limitaría su uso para controlar diferentes plagas, entre ellas *T. absoluta*.

El objetivo de este trabajo es comparar la evolución de la susceptibilidad de poblaciones de *T. absoluta* a clorantraniliprol, ciantraniliprol y flubendiamida, desde el inicio del uso en campo de las diamidas.

### **2. Materiales y Métodos**

#### 2.1 Poblaciones de *T. absoluta*

Las poblaciones de *T. absoluta* empleadas en este estudio fueron recolectadas de diferentes países Mediterráneos (Tabla 1). En el laboratorio, las poblaciones se mantienen en jaulas de cría con planta de tomate (*Lycopersicon sculentum* cv. Bobcat) para su alimentación, en condiciones controladas de temperatura (25±2°C), humedad relativa (60±5%) y fotoperiodo (16/8 h luz/oscuridad).

## 2.2 Insecticidas

Las formulaciones comerciales de los insecticidas utilizados en los bioensayos fueron: Altacor 35WG (clorantniliprol (rynaxypyr) 35% p/p, DuPont), Benevia (ciantraniliprol (cyazypyr) 10% p/v, DuPont) y Fenos (flubendiamida 24% p/p, Bayer CropScience).

## 2.3 Bioensayos de susceptibilidad

Estos bioensayos se llevaron a cabo con larvas de segundo estadio (L2). El método de inmersión de hojas de tomate fue empleado para la realización de los bioensayos [5]. Brevemente, se cortaron las hojas de tomate y se sumergieron en las distintas concentraciones de insecticida, más un control, y posteriormente se pusieron a secar. Cada hoja se colocó en una caja transparente (dimensiones 12x10x5 cm) con algodón saturado de agua en el peciolo de las hojas para evitar su deshidratación, y las larvas L2 se colocaron encima de las hojas. Los bioensayos se realizaron con 3 repeticiones por dosis y 10 larvas por repetición, con un total de 30 larvas por dosis de insecticida. La mortalidad se evaluó tras 72 horas.

## 2.4 Análisis de los datos

La mortalidad de las larvas fue analizada usando el programa estadístico POLO-Plus. Los parámetros calculados para este estudio fueron: la concentración letal 50 (CL50) y sus límites fiduciales al 95% para cada población e insecticida, y los factores de resistencia (FR) de cada población, comparándola con la población más susceptible.

## 3. Resultados y Discusión

En la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos de los bioensayos realizados con el insecticida clorantniliprol a lo largo de estos últimos 5 años. Como se puede observar en la tabla, la variabilidad entre poblaciones no ha sido significativa, salvo en el caso de las poblaciones de Sicilia (Italia) y Calnegre (Murcia). En la población de Sicilia se observa una resistencia muy alta, con una CL50 de 47,65 ppm y un FR superior a 1000. Mientras, la población de Calnegre presenta cambios en la susceptibilidad a clorantniliprol, con una CL50 de 1,45 ppm, la cual está aún muy por debajo de la dosis de campo de este insecticida (DC: 35 ppm).

La Tabla 3 presenta los resultados obtenidos de los bioensayos realizados con flubendiamida. Se observa que no hay cambios en la susceptibilidad a este insecticida en las diferentes poblaciones bioensayadas, con excepción de Sicilia, cuya CL50 se estima que es superior a 100 ppm, la cual está por encima de la dosis de campo de flubendiamida (DC: 60 ppm).

Los valores de CL50 a los insecticidas clorantniliprol y flubendiamida para la población de Sicilia concuerdan con los resultados de una reciente publicación donde se presentan los primeros casos de resistencia a diamidas en poblaciones italianas de *T. absoluta* [6].

Por último, en la Tabla 4 se muestran los resultados de los bioensayos con ciantraniliprol. Se observa que la variabilidad entre poblaciones no ha sido significativa, menos para la población de Sicilia, donde se ha observado un cierto grado de resistencia, con una CL50 de 6,94 ppm. Aún así, este valor está muy por debajo de la dosis de campo de ciantraniliprol (DC: 100 ppm).

Con respecto a la población de Sicilia, podemos determinar que hay un desarrollado de resistencia a las tres diamidas estudiadas. Además, se observa una posible resistencia cruzada para los insecticidas clorantniliprol y flubendiamida, pero en el caso de ciantraniliprol, la evidencia de una resistencia cruzada con las otras diamidas es menor.

## 4. Conclusiones

En vista de los resultados obtenidos, se puede decir que en la actualidad se ha desarrollado resistencia en poblaciones de *T. absoluta* a diamidas en Italia, estando esta resistencia multiplicada por 1000 en el caso de clorantniliprol, y por más de 1250 para flubendiamida. Asimismo, se observa una posible resistencia cruzada ente clorantniliprol y flubendiamida, pero con respecto a ciantraniliprol, la resistencia cruzada con las otras dos diamidas no es tan evidente.

## 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 bibliográficas

- [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] Desneux N., Wajnberg E., Wyckhuys K.A.G., Burgio G., Arpaia S., Narváez-Vasquez C.A., González-Cabrera J., Catalán Ruescas D., Tabone E., Frandon J., Pizzol J., Poncet C., Cabello T., Urbaneja A. 2010. Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. J. Pest Sci. 83: 197-215.

[4] IRAC MoA Classification Scheme (Version 7.3.1): <http://www.irac-online.org>.

[5] 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. Ed: TAIDA-UPCT. Cartagena, España. Pág: 101.

[6] Roditakis E., Vasakis E., Grispou M., Stavarakaki M., Nauen R., Gravouil M., Bassi A. 2015. First report of *Tuta absoluta* resistance to diamide insecticides. J. Pest Sci. 88: 9-16.

## Tablas y Figuras

**Tabla 1.** Poblaciones de *T. absoluta* bioensayadas.

Población	Origen	Fecha de recogida	Cultivo
Abarán	Murcia (España)	Marzo 2010	Tomate
Almería	Almería (España)	Mayo 2010	Tomate
Canarias	Las Palmas de Gran Canarias (España)	Mayo 2010	Tomate
Níjar	Almería (España)	Mayo 2010	Tomate
Cañada de Gallego	Murcia (España)	Mayo 2010	Tomate
Biancavilla	Sicilia (Italia)	Julio 2010	Tomate
Tudela	Navarra (España)	Septiembre 2010	Tomate
Boavista	Oporto (Portugal)	Septiembre 2010	Tomate
Charneca	Lisboa (Portugal)	Septiembre 2010	Tomate
Águilas	Murcia (España)	Enero 2011	Tomate
Foggia	Foggia (Italia)	Marzo 2011	Tomate
Mazarrón	Murcia (España)	Julio 2012	Tomate
Cañada de Gallego 2	Murcia (España)	Septiembre 2014	Tomate
Villaverde	Mérida (España)	Octubre 2014	Tomate
Calnegre	Murcia (España)	Noviembre 2014	Tomate
Sicilia	Sicilia (Italia)	Diciembre 2014	Tomate

**Tabla 2.** Evolución de la resistencia de *T. absoluta* a clorantraniliprol (DC: 35)

Año	Población	CL50	LF95%	FR
2010	Abarán	0,21	0,1-0,41	5,1
2010	Almería	0,15	0,08-0,28	3,6
2010	Canarias	0,10	0,07-0,13	2,3
2010	Níjar	0,14	0,05-0,26	3,3
2010	C. de Gallego	0,04	0,02-0,06	1
2010	Biancavilla	0,21	0,08-0,31	5
2010	Tudela	0,07	0,06-0,09	1,7
2010	Boavista	0,09	0,04-0,17	2,1
2010	Charneca	0,23	0,19-0,27	5,5
2011	Águilas	0,18	0,14-0,23	4,5
2011	Foggia	0,06	0,04-0,09	1,4
2012	Mazarrón	0,14	0,09-0,26	3,3
2014	C. de Gallego 2	0,15	0,12-0,2	3,8
2014	Villaverde	0,13	0,07-0,18	3
2014	Calnegre	1,45	1,08-2,06	35,3
2014	Sicilia	47,65	24,5-183,1	1162

\* DC: Dosis de campo en ppm. CL50: Concentración Letal 50 en ppm. LF (95%): Límites fiduciales calculados al 95%. FR: Factor de resistencia con respecto a la población más susceptible.

**Tabla 3.** Evolución de la resistencia de *T. absoluta* a flubendiamida (DC: 60)

Año	Población	CL50	LF95%	FR
2010	Abarán	0,08	0,02-0,14	1
2010	Almería	0,14	0,1-0,2	1,8
2010	Canarias	0,09	0,04-0,18	1,1
2010	Níjar	0,19	0,12-0,27	2,4
2010	C. de Gallego	0,11	0,05-0,23	1,4
2010	Biancavilla	0,09	0,05-0,16	1,2
2010	Tudela	0,17	0,11-0,24	2,1
2010	Boavista	0,17	0,06-0,31	2,1
2010	Charneca	0,13	0,06-0,19	1,6
2011	Águilas	0,10	0,06-0,14	1,3
2011	Foggia	0,20	0,11-0,29	2,5
2014	Sicilia	> 100	-	> 1250

\* DC: dosis de campo en ppm. CL50: Concentración Letal 50 en ppm. LF (95%): Límites fiduciales calculados al 95%. FR: Factor de resistencia con respecto a la población más susceptible.

**Tabla 4.** Evolución de la resistencia de *T. absoluta* a ciantraniliprol (DC: 100)

<b>Año</b>	<b>Población</b>	<b>CL50</b>	<b>LF95%</b>	<b>FR</b>
2010	Abarán	0,09	0,07-0,11	2,0
2010	Almería	0,15	0,07-0,21	3,2
2010	Canarias	0,07	0,06-0,10	1,6
2010	Nijar	0,09	0,05-0,17	2,0
2010	C. de Gallego	0,09	0,04-0,15	1,9
2010	Biancavilla	0,09	0,05-0,14	1,9
2010	Tudela	0,05	0,03-0,07	1
2010	Boavista	0,12	0,07-0,22	2,7
2010	Charneca	0,13	0,08-0,18	2,8
2011	Águilas	0,09	0,07-0,12	2,0
2011	Foggia	0,08	0,05-0,13	1,8
2012	Mazarrón	0,15	0,11-0,19	3,2
2014	C. de Gallego 2	0,13	0,10-0,16	2,8
2014	Villaverde	0,06	0,04-0,08	1,2
2014	Sicilia	6,94	2,34-13,59	151

\* **DC:** Dosis de campo en ppm. **CL50:**

Concentración Letal 50 en ppm. **LF (95%):**

Límites fiduciales calculados al 95%. **FR:** Factor de resistencia con respecto a la población más susceptible.



**Figura 1.** Daño de *T. absoluta* en hoja de tomate.