

Selection of a resistance population of *Tuta absoluta* to emamectin benzoate

Selección de una población de *Tuta absoluta* resistente a emamectina benzoato

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

Protección de Cultivos. Departamento de Producción Vegetal. Universidad Politécnica de Cartagena. 30203 Cartagena.

Abstract

Since tomato moth, *Tuta absoluta*, appeared in Spain it became the key pest of tomato crops. Due to insufficient authorized insecticides for its control, development of resistance is nearly inevitable. In this work a population of tuta resistant to emamectin benzoate has been selected through continuous treatments and continuously feeding the larvae with plants treated with a sublethal dose. It was obtained a susceptibility factor close to 47 after 18 rounds of selection. This decrease of the susceptibility is due to selection pressure and in addition by physiological adaptation by insects when exposed to low doses of insecticide.

Keywords: sublethal; insecticide; moth; tomato; susceptibility.

Resumen

Desde que apareció en España la polilla del tomate, *Tuta absoluta*, se ha convertido en la plaga clave del cultivo de tomate. Debido a la insuficiencia de insecticidas autorizados para su control, la creación de resistencias es inevitable. En este trabajo se ha seleccionado una población de tuta a emamectina benzoato mediante tratamientos de selección y alimentando las larvas continuamente con plantas tratadas a una dosis subletal. Tras 18 ciclos de selección se ha obtenido un factor de susceptibilidad cercano a 47. Esta disminución de la susceptibilidad es debida a la presión de selección realizada y además, está causada por la adaptación fisiológica que realizan los insectos cuando están expuestos a bajas dosis de insecticida.

Palabras clave: subletal; insecticida; polilla; tomate; susceptibilidad.

1. INTRODUCCIÓN

Tuta absoluta, comúnmente conocida como la polilla del tomate, se cree que es nativa de Sudamérica y fue descrita originalmente en Perú [1]. En España se detectó por primera vez en invernaderos de tomate en el invierno de 2006 - 2007 en Torreblanca (Castellón). Desde que se detectó, tuta ha causado considerables daños en hojas y frutos del cultivo de tomate, comportándose como una plaga muy voraz y alcanzando niveles poblacionales elevados en el cultivo del tomate [2].

* E-mail: charo_martinez_aguirre@hotmail.com

El insecticida estudiado es emamectina benzoato, es una avermectina de segunda generación con actividad frente a lepidópteros [3]. Actúa como un activador del canal de cloro, tiene acción sobre el sistema nervioso y muscular. Poco después de la exposición a dicho producto las larvas dejan de comer, se paralizan y mueren [4]. Este insecticida se encuentra dentro del grupo 6 de la clasificación del IRAC (Comité de acción contra la resistencia a insecticidas) [5]. Su nombre comercial es Affirm® y pertenece a Syngenta.

Debido a las escasas materias activas autorizadas para esta plaga y la dificultad de su control, es importante estudiar la posible creación de resistencias debido a la repetición en los tratamientos insecticidas con el mismo modo de acción.

El objetivo de este trabajo consiste en crear una población de tuta resistente a emamectina alimentándola con planta tratada y realizando continuas selecciones.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se parte de la población sensible de referencia “Águilas” y el material vegetal utilizado es *Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Bobcat.

2.1 Cría de la población

Desde el inicio del estudio la población se ha alimentado con plantas de tomate tratadas a una dosis subletal de emamectina. Esta dosis corresponde a la DL_{10} (dosis a la cual se muere el 10% de la población). Dicha dosis se va aumentando a lo largo del estudio conforme la población va creando resistencia. El tratamiento de las plantas se realiza mediante pulverización hasta punto de goteo.

2.2 Bioensayo de selección

La selección comenzó en marzo de 2012 de la siguiente manera (selección precedente): una vez establecida la población se introducía planta sin tratar en la jaula a demanda de la necesidad de alimento y se iba tratando toda la jaula (plantas, larvas y adultos) mediante pulverización hasta punto de goteo.

En diciembre de 2013, tras 5 ciclos de selección, se cambió la metodología. La selección se lleva a cabo en larvas de segundo estadio (L2). Para conseguir esto se lleva a cabo la sincronización de la oviposición (puesta). Una vez se tienen las L2 se sumergen todas las hojas con las larvas en su interior, previo conteo del número de larvas, en la concentración preparada. Después las hojas son introducidas en unos envases transparentes con hidratación para la hoja. Transcurridos 3-4 días se lee el bioensayo y las larvas vivas se ponen sobre planta tratada en una jaula nueva y se procede a su cría, pasando así a la siguiente “selección (S)”. La dosis a la cual se selecciona irá en aumento en función de la respuesta de la población frente al insecticida.

2.3 Bioensayo de susceptibilidad

En este tipo de bioensayos también se comienza con la sincronización de la oviposición. Cuando se tienen las L2 se tratan 3 hojas de tomate de planta limpia por concentración y se ponen 10 L2 (extraídas de la puesta) sobre cada hoja, obteniendo un total de 3 repeticiones de 10 larvas por concentración. Pasadas 72 horas se procede a la lectura del bioensayo, distinguiendo entre larvas vivas, muertas y moribundas (se consideran muertas a la hora de trabajar con los datos). Los datos se analizan mediante método probit con ayuda del programa Polo Plus.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se tienen datos del efecto de los tratamientos sobre la población de las primeras selecciones realizadas (Tabla 1). A partir de diciembre de 2013 se cambia la metodología y se

comienza a tener datos de la mortalidad en cada selección (Tabla 3). Se comienza en la S7 tratando a 0,3 ppm hasta la S11 y la mortalidad al principio es bastante alta (90%), disminuyendo en la S8 (41%) y volviendo a subir en la S9 y S10 (62-68%). A partir de la S11 se comienza a seleccionar a 0,4 ppm hasta la S18. La mortalidad en estas 7 selecciones varía entre un 68 y un 86%, teniendo que bajar la concentración de selección en ciertos casos para asegurarse el mantenimiento de la población. Ya en la S18 se aumenta la dosis a 1 ppm presentando un porcentaje de mortalidad del 67,60%. Debido a la disminución de la mortalidad se consideró aumentar la concentración de selección. A 3 ppm la mortalidad fue de un 78,63%. Estos datos son alentadores en el estado de la resistencia de la población. En la actualidad se está seleccionando a 3 ppm en la S19.

En la Tabla 2 se muestran los resultados de los bioensayos de susceptibilidad que se han ido realizando a lo largo de la selección. Estos datos indican que con el paso de las selecciones, la población va creando "resistencia", cada vez es menos susceptible pasando de una DL_{50} de la población inicial de 0,0129 ppm a una DL_{50} de 0,6030 ppm en la S17. Datos similares son observados en *Spodoptera litura* en las poblaciones sensibles, disminuyendo la sensibilidad a media que se va seleccionado [6]. En la S17 la población es casi 47 veces más resistente que al inicio del estudio. Con la ayuda de estos bioensayos se han ido determinando las dosis a las cuales se trata la planta de cría teniendo en cuenta principalmente la DL_{10} (última columna de la Tabla 3).

Además del efecto de la selección, la disminución de la susceptibilidad puede verse favorecida por la alimentación. Esto es así porque cuando los insectos están expuestos a dosis bajas de insecticida, los insectos pueden desarrollar resistencia adaptándose fisiológicamente [7]. Ese efecto se ha estudiado para *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci* biotipo B, donde se han expuesto a la DL_{25} de diferentes insecticidas durante 7 generaciones. Los datos más destacados para *B. tabaci* muestran un ratio de resistencia para nitenpiram, imidacloprid y acetamiprid de 6, 3,1 y 5 respectivamente. En *T. vaporariorum* cabe destacar el efecto del nitenpiram e imidacloprid con ratios del 3,7 y 2,5 respectivamente [7].

4. CONCLUSIONES

La población muestra una disminución de la susceptibilidad a emamectina benzoato. Esto está causado por un efecto conjunto de la presión de selección realizada, junto con la resistencia desarrollada debido a una adaptación funcional que lleva a cabo el insecto, al estar alimentándose continuamente de planta tratada a una dosis subletal.

5. AGRADECIMIENTOS

Agradecer la financiación del Ministerio de Economía y Competitividad (AGL2011-25164) y los fondos europeos FEDER. Y además la financiación parcial por IRAC España.

6. REFERENCIAS

- [1] Desneux, N., Wajnberg, E., AG, WyckhuysKris, Burgio, G., Arpia, S., Narváez-Vasques, 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.
- [2] García-Marí, F., Vercher, R. (2010). Descripción, origen y expansión de *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Phytoma España* 127, 16–20.
- [3] Teran-Vargas, A.P., Garza-Urbina, E., Blanco-Montero, C.A., Perez-Camona, G., Pellegaud-Rabago, J.M. (1997). Efficacy of new insecticides to control beet armyworm in north Eastern Mexico. In: Proceedings of the Beltwide Cotton Conference of the National Cotton Council, New Orleans, Louisiana, 1030-1031.

[4] Crafton-Cardwell, E.E., Godfrey, L.D., Chaney, W.E., Bentley, W.J., (2005). Various novel insecticides are less toxic to humans, more specific to key pests. *Calif. Agric.* 59, 29-34.

[5] www.irac-online.org. Insecticide Resistance Action Committee. Marzo 2016.

[6] Sarfraz, A.S., Sayyed, A.H., Saleem, M.A. (2010). Cross-resistance, mode of inheritance and stability of resistance to emamectin in *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). *Pest Manag. Sci.* 66, 839-846.

[7] Liang, P., Tian, Y., Biondi, A. (2012). Short-term and transgenerational effects of the neonicotinoid nitenpyram on susceptibility to insecticides in two whitefly species. *Ecotoxicology* 21, 1889-1898.

Tabla 1. Primeras selecciones realizadas.

Selección precedente	ppm	Fecha
S0	0,02	mar-12
S1	0,1	abr-12
S2	0,15-0,2	sept-nov 12
S3	0,05-0,1	nov-12
S4	0,05-0,1	feb-mar 12
S5	0,1-0,3	may-13
S6	0,5	jun-ago 13

Tabla 2. Resultados de los bioensayos de susceptibilidad realizados en las distintas selecciones

Fecha	Selección	DL50	DL10	DL90
abr-11	Águilas	0,0129	0,0051	0,0328
sep-12	S6	0,0370	0,0050	0,2850
jun-14	S8	0,1990	0,0420	0,9370
abr-15	S12	0,1780	0,0310	1,0090
feb-16	S17	0,6030	0,1760	2,0060

Tabla 3. Concentración a la que se tratan las plantas de cría, datos de los bioensayos de selección y sus resultados.

Selección	ppm	Larvas totales	Larvas vivas	Larvas muertas	Mortalidad %	Plantas de cría (ppm)
S7	0,30	672	67	606	90,06	0,005
S8	0,30	298	59	239	41,36	0,005
S8	0,30	512	62	450	62,62	0,01
S10	0,30	911	344	567	68,48	0,01
S11	0,40	1.066	143	923	86,15	0,01
S12	0,40	732	282	450	78,84	0,01
S13	0,40	927	299	628	68,50	0,03
S14	0,40	901	294	607	58,75	0,03
S15	0,40	1.073	188	885	84,44	0,03
S16	0,40	1.400	478	922	68,43	0,03
S17	0,40	923	302	621	71,95	0,03
S18	1,3	943	347	596	71,38	0,03