

## Resistencias cruzadas de poblaciones seleccionadas a ciantraniliprol y spiromesifén frente a otros insecticidas en *Bemisia tabaci* Gennadius

C. Grávalos, E. Fernández, I. Moreno, A. Belando, P. Bielza

Departamento de Producción Vegetal, Universidad Politécnica de Cartagena, Paseo Alfonso XIII 48, 30203 Cartagena (Murcia), España. carolina.gravalos@upct.es

### RESUMEN

La mosca blanca *Bemisia tabaci* Gennadius es una plaga grave en muchos cultivos de campo y de invernadero en todo el mundo, y ha desarrollado resistencia a la mayoría de grupos químicos insecticidas. La facilidad con que esta plaga desarrolla resistencia hace imprescindible incorporar nuevos compuestos con diferentes modos de acción y sin resistencia cruzada con los utilizados anteriormente en las estrategias de manejo de la resistencia a insecticidas (MRI). Se ha probado el ciantraniliprol, que es una nueva materia activa aún sin registrar en España y el spiromesifén, un insecticida registrado hace pocos años. Nuestro trabajo se centra en el estudio de las resistencias cruzadas entre poblaciones de biotipo Q seleccionadas para la resistencia a estos nuevos insecticidas, con los materias activas más comúnmente utilizadas para el control de *B. tabaci* en el sureste español. Hasta el momento, los datos obtenidos de las poblaciones de *B. tabaci* resistentes a ciantraniliprol y spiromesifén no indicaron ninguna resistencia cruzada entre ellos y el resto de insecticidas bioensayados, presentando valores de CL50 similares al resto de poblaciones.

**Palabras clave:** Cyazypyr; Oberón; mosca blanca; biotipo Q; diamidas.

### 1. Introducción

La mosca blanca *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae) es una plaga muy importante a nivel mundial, que afecta tanto a cultivos al aire libre como en invernadero. Provoca graves daños por su acción directa (picaduras, excreción de melaza,...), pero sin duda los más relevantes son los indirectos, ya que actúa como vector de multitud de virus como el TYLCV (*Tomato Yellow Leaf Curl Begomovirus*) o de la hoja en cuchara del tomate, y el ToLCNDV (*Tomato Leaf Curl New Delhi Virus*) o virus del rizado del tomate Nueva Delhi [1], que afecta a cucurbitáceas y solanáceas, con una muy fuerte incidencia desde el verano de 2013 en el sureste español.

El uso de insecticidas ha sido la principal estrategia para el control de *B. tabaci*, sobre todo en cultivos sensibles a virus, donde se aplica una gran cantidad de tratamientos específicos contra la mosca blanca. Debido a esta alta presión insecticida, esta plaga ha desarrollado de moderada a muy alta resistencia a la mayoría de los grupos insecticidas, incluidos los hidrocarburos clorados, organofosforados,

carbamatos, piretroides, reguladores del crecimiento y neonicotinoides [3-6].

La facilidad con que esta plaga desarrolla resistencias hace necesario el desarrollo de nuevos compuestos con diferentes modos de acción y sin resistencias cruzadas con los utilizados anteriormente para ser incorporados en las estrategias de manejo de la resistencia a insecticidas (MRI) con el fin de mantener bajo control las poblaciones de mosca blanca. Para ello, 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 y después estudiar las resistencias cruzadas entre cada uno de ellos.

Las poblaciones de *B. tabaci* del sureste español (Almería y Murcia) se han descrito en varias ocasiones como resistentes a diferentes insecticidas [7], y entre ellas se encuentran algunas de las poblaciones más resistentes jamás descritas [4]. Por ello esta zona, al ser el peor caso posible, es un lugar ideal para estudiar las resistencias cruzadas. Por otra parte, debido a marcadas diferencias en la susceptibilidad de insecticidas entre biotipos de mosca blanca, y el

hecho de que el biotipo Q ha sido citado como el más resistente, es importante probar la toxicidad de estas materias activas con poblaciones de campo de este biotipo.

El conocimiento de la susceptibilidad basal y la existencia de resistencias cruzadas entre insecticidas, es esencial para el desarrollo racional de las estrategias de manejo anti-resistencia.

El objetivo de este trabajo es estudiar las resistencias cruzadas que presentan dos poblaciones de *B. tabaci* seleccionadas en laboratorio para la resistencia a ciantraniliprol y spiromesifén, cuando se bioensayan con los insecticidas más comúnmente utilizados para el control de mosca blanca en el sureste español.

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1 Poblaciones

Para llevar a cabo los objetivos de este trabajo se han utilizado dos poblaciones de laboratorio, R-CYA y R-SPI, seleccionadas para la resistencia a ciantraniliprol y spiromesifén respectivamente y la población sensible de referencia S-LAB

### 2.2 Insecticidas

Para obtener las poblaciones resistentes se han utilizado ciantraniliprol (Cyazypyr 20 SC; Verimark™, DuPont Crop Protection, Newark, DE) y spiromesifén (Oberón 24 SC, Bayer CropScience) y en los bioensayos para determinar las resistencias cruzadas: alfacipermetrín (Fastac 10 EC, BASF), azadiractín (Aling 3,2 EC, Sipcarn Iberia), imidacloprid (Confidor 20 LS, Bayer CropScience), pimetozina (Plenum 50 WG, Syngenta Agro), piridabén (Sanmite 20WP, BASF), y piriproxifén (Juvinal 10 EC, Kenogard). En todos los casos, en el momento de hacer el bioensayo se preparan diluciones de los insecticidas en agua destilada a la que se le añade el mojante Tween 20.

### 2.3 Bioensayo de huevos

El piriproxifén es un insecticida ovicida, así que siempre que se utiliza hay que realizar un bioensayo de huevos. Para ello se utilizan plántulas de algodón de unos 20 o 25 cm de altura, con unas 4 hojas verdaderas. A una de ellas se le fija una caja-pinza, con unas 40 hembras adultas en su interior durante 24 horas para la oviposición, Fig. 1a. Transcurrido este periodo de tiempo, se quitan los adultos de la hoja, y se marcan 30 huevos en cada una de ellas Fig. 1b.

Se preparan 5 dosis y el control, todas ellas con agua destilada y mojante (Tween 20) en proporción 1:1000, y se procede al tratamiento. Éste se lleva a cabo introduciendo la hoja con los huevos durante 10 segundos en la dosis correspondiente, Fig. 1c, y dejándola secar al aire.

Transcurridos 14 días del comienzo del ensayo se procede al conteo de la mortalidad, considerando individuos vivos aquellos que se encuentran en estado N2, Fig. 1d y muertos tanto los huevos muertos como aquellos que a pesar de tener buen aspecto aún no han eclosionado Fig. 1e, debido a que ha pasado el tiempo suficiente para su desarrollo.

### 2.4 Bioensayo de ninfas

Los ensayos de ninfas son similares a los de huevos, sólo se diferencian en los periodos de tiempo. También se utilizan plántulas de algodón en las que se fijan cajas-pinza, con unas 40 hembras adultas cada una y en este caso, la oviposición dura 48 horas.

Terminado el periodo de oviposición en las plántulas, se eliminan los adultos de cada hoja y se mantienen en condiciones de laboratorio durante 12 días para que se desarrollen los huevos.

Una vez alcanzado el estadio N2, se marcan 30 ninfas y se procede al tratamiento, que al igual que en el bioensayo de huevos, se lleva a cabo introduciendo por completo la hoja con las ninfas durante 10 segundos en la dosis correspondiente y dejándola secar al aire.

Pasados 15 días desde el tratamiento (tiempo necesario para que en nuestras condiciones de laboratorio todos los huevos lleguen al menos a estado de pupa) llega el momento del conteo de la mortalidad, donde se consideran como individuos vivos aquellos que se han desarrollado hasta llegar a estado de pupa, Fig. 1g, y también los exuvios (el adulto ya ha emergido). Por otro lado, se consideran muertos los huevos no eclosionados, y tanto las ninfas muertas (Fig. 1f) como aquellas ninfas que a pesar de tener buen aspecto aún no han llegado a estado de pupa.

### 2.5 Análisis estadístico

Siempre que fue necesario, las mortalidades obtenidas en los bioensayos se corrigieron teniendo en cuenta la mortalidad del control [8]. Los datos se analizan mediante un análisis Probit, utilizando el programa PoloPlus [9].

Para determinar las diferencias significativas entre poblaciones, se calcula la concentración que causa una mortalidad del 50%, a la que se

denomina concentración letal 50 (CL50) y los límites de confianza al 95% (LC 95%) para cada una de ellas.

También se ha calculado el FR (factor de resistencia a nivel de CL50), que es la relación entre la CL50 de cada una de las poblaciones y la CL50 de la población sensible de referencia.

### 3. Resultados y Discusión

En la Tabla 1 se exponen los valores de CL50 obtenidos para las poblaciones R-CYA y R-SPI cuando se bioensayaron con el insecticida para el que habían sido seleccionadas y con el contrario, para determinar el nivel de resistencia adquirido y la existencia o no de resistencia cruzada entre ellas, respectivamente, y los factores de resistencia obtenidos. Como puede verse, en ambos casos se ha alcanzado un nivel suficiente de resistencia. En el caso de R-SPI con una CL50 de 17,13 mg/L, que comparado con 1,08 mg/L que es el resultado obtenido para la población sensible de referencia (S-LAB), supone un FR de 16, o lo que es lo mismo, es 16 veces más resistente al insecticida que la población sensible. Si observamos lo que sucede al bioensayarla con ciantraniliprol, podemos ver que no muestra diferencias significativas respecto de S-LAB, lo que puede traducirse como ausencia de resistencia cruzada entre ambos insecticidas. Lo mismo ocurre para la población R-CYA, la CL50 obtenida para ciantraniliprol es 0,799 mg/L, unas 20 veces mayor que el valor obtenido por la población sensible (0,039 mg/L).

Las Tablas 3 muestra los valores de CL50 y FR obtenidos al bioensayar las poblaciones seleccionadas con los insecticidas comúnmente utilizados para el control de *B. tabaci* en el sureste español. Ambas tablas se encuentran incompletas puesto que los ensayos están en curso o aún por comenzar. Los resultados obtenidos hasta el momento muestran como en la mayoría de los casos no aparecen diferencias significativas respecto de S-LAB. Sólo al ensayar R-SPI con piridabén aparecen diferencias significativas respecto de la sensible, aunque los valores son tan próximos que no parece un dato muy destacable. Sin embargo, sí que parece muy interesante lo que ocurre al ensayar esta misma población con piriproxifén, puesto que resulta significativamente más sensible que la población S-LAB. Estamos a la espera de terminar el resto de bioensayos para hacer más pruebas y confirmar esta resistencia cruzada negativa, que significaría que al aumentar la

resistencia a spiromesifén disminuye la resistencia a piriproxifén.

Ambas poblaciones se comportan igual que la población sensible frente a imidacloprid.

### 4. Conclusiones

Basándonos en los resultados obtenidos para las poblaciones seleccionadas, otros previos que muestran una ligera variación en la tolerancia a spiromesifén [4] y otros aún en proceso de publicación que muestran que poblaciones de campo resistentes a diferentes grupos insecticidas fueron tan susceptibles a ciantraniliprol como la población sensible de referencia [10], consideramos que ciantraniliprol y spiromesifén pueden desempeñar un papel importante en las estrategias de manejo de resistencia a insecticidas en *B. tabaci* debido a su alta eficacia y a la ausencia de resistencias cruzadas con otros insecticidas.

Aun así, teniendo en cuenta la facilidad de *B. tabaci* a desarrollar resistencia a diferentes materias activas, se recomienda supervisar el uso de estos nuevos productos para mantener su eficacia durante el mayor tiempo posible.

### 5. Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (AGL2011-25164), fondos FEDER y DuPont.

### 6. Referencias bibliográficas

- [1] BORM 2014. Orden Consejería de Agricultura y Agua 1779/2014, de 7 de febrero, por la que se declara la existencia de la plaga virus del rizado del tomate Nueva Delhi (*Tomato Leaf Curl New Delhi Virus. ToLCNDV*) y se dictan medidas fitosanitarias obligatorias para combatir al virus y a sus insectos vectores. BORM 36 (7 febrero 2014): 5841-5843.
- [2] Horowitz A.R., Kontsedalov S., Khasdan V., Ishaaya I. 2005. Biotypes B and Q of *Bemisia tabaci* and their relevance to neonicotinoid and pyriproxyfen resistance. Arch Insect Biochem Physiol 58: 216-225.
- [3] Palumbo J.C., Horowitz A.R., Prabhaker N. 2001. Insecticidal control and resistance management for *Bemisia tabaci*. Crop Prot 20: 739-765.
- [4] Fernández E., Grávalos C., Haro P.J., Cifuentes D., Bielza P. 2009. Insecticide resistance status of *Bemisia tabaci* Q-biotype in

south-eastern Spain. *Pest Manag Sci* 65: 885-891.

[5] Nauen R., Denholm I. 2005. Resistance of insect pests to neonicotinoid insecticides: current status and future prospects. *Arch Insect Biochem Physiol* 58 : 200-215.

[6] Nauen R., Bielza P., Denholm I., Gorman K. 2008. Age-specific expression of resistance to neonicotinoid insecticides in the whitefly, *Bemisia tabaci*. *Pest Manag Sci* 64: 1106-1110.

[7] Elbert A., Nauen R. 2000. Resistance of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) to insecticides in southern Spain with special reference to neonicotinoids. *Pest Manag Sci* 56: 60-64.

[8] Abbott W.S. 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. *J Econ Entomol* 18: 265-267.

[9] 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.

[10] Grávalos C., Fernández E., Belando A., Moreno I., Bielza P. 2014. Cross-resistance and baseline susceptibility of Mediterranean Straits of *Bemisia tabaci* to cyantraniliprole. Pendiente de publicación.

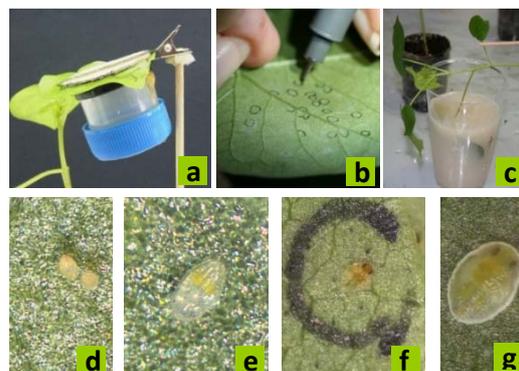


Figura 1. Bioensayo de *Bemisia tabaci*

## Tablas y Figuras

**Tabla 1.** Susceptibilidad y factores de resistencia a ciantraniliprol y spiromesifén de ninfas de *B. tabaci*. Expresado como CL50 (mg/L) (LC 95%)

	S-LAB	R-SPI	FR	R-CYA	FR
CYA	0,039 (0,034-0,057)	0,030 (0,008-0,043)	1	0,80 * (0,47-1,82)	* 20
SPI	1,08 (0,60-1,81)	17,13 * (7,76-26,8)	* 16	0,54 (0,31-0,80)	0,5

**Tabla 2.** Susceptibilidad y factores de resistencia a los insecticidas usados habitualmente para el control de *B. tabaci*. Expresado como CL50 (mg/L) (LC 95%)

	S-LAB	R-SPI	FR	R-CYA	FR
ALFA	141,19 (40,29-255,59)				
AZA	2,65 (0,53-6,55)				
IMI	15,19 (1,29-81,08)	15,07 (7,78-25,69)	1	6,50 (2,90-10,84)	0,4
PIM	29,17 (3,17-107,38)				
PIB	0,34 (0,21-0,51)	1,98 * (0,96-4,64)	* 6		
PIX	20,86 (13,77-30,37)	3,98 * (1,12-6,87)	* 0,2		