

Impact of production system on development of insecticide resistance in *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae)

J. Abellán^(1,2), V. Quinto⁽¹⁾, C. Grávalos⁽¹⁾, E. Fernández⁽¹⁾, P. Bielza⁽¹⁾

⁽¹⁾Departamento de Producción Vegetal, Universidad Politécnica de Cartagena, Paseo Alfonso XIII 48, 30203 Cartagena. España.

⁽²⁾jaimeabellan@hotmail.com

Resumen

El trips occidental de las flores, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae), se ha convertido en uno de los insectos más difíciles de controlar en la agricultura intensiva del sureste de España. Sin embargo, los problemas de resistencia son ligeramente diferentes en dos áreas colindantes, Murcia y Almería, con distinto sistema de producción, (En Murcia, con un gran abanico de cultivos (protegidos y al aire libre), la eficacia del control químico se mantiene frecuentemente a lo largo del ciclo de cultivo, donde siguen estrategias de gestión de la resistencia a los insecticidas (IRM). Sin embargo, en Almería, con un sistema de producción basado en el cultivo de plantas en invernaderos, los problemas de resistencia son mucho más severos). Se recolectaron 36 poblaciones de campo del trips de plantas de pimiento en dos fechas diferentes en Murcia y Almería en 2005 y 2006. Las poblaciones de trips recolectadas se expusieron a una concentración de diagnóstico de spinosad, metiocarb, acrinatrín y formetanato. Los resultados permitieron identificar mayores niveles de resistencia en Almería en comparación con Murcia a lo largo del ciclo de cultivo. Se discute el impacto de los sistemas de producción y de las prácticas agrícolas de cada área en el desarrollo y estabilidad de la resistencia a insecticidas.

Palabras clave: trips, resistencia a insecticidas, estructura productiva

Abstract

The western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae), has become one of the most difficult insects to control in the intensive agriculture of southeastern Spain. However, resistance problems are quite different in two neighboring areas, Murcia and Almeria, with distinct production systems (In Murcia, with a wide range of crops (protected and outdoor crops), efficacy of chemical control is frequently maintained along the growing season where insecticide resistance management (IRM) strategies are followed. However, in Almeria, with a production system based on vegetables in greenhouses, resistance problems are much more severe.) Thirty-six field populations of western flower thrips from sweet pepper crops were collected in two different dates in Murcia and Almeria in 2005 and 2006. Western flower thrips populations collected were exposed to a diagnostic concentration of spinosad, methiocarb, acrinathrin, and formetanate. The impact of production systems and agricultural practices of each area on the development and stability of insecticide resistance is discussed.

Keywords: Thrips, insecticide resistance, cropping-structure

1. Introducción

El trips occidental de las flores, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae), es un insecto polífago que constituye una de las mayores plagas de hortalizas, frutas y cultivos ornamentales en el mundo. Los trips dañan los cultivos a través de su alimentación directa y transmitiendo virus a las plantas del género tospovirus. En los pasados 10 años *F. occidentalis* se ha convertido en uno de los insectos más difíciles de controlar de la agricultura intensiva del sureste de España, en las provincias de Murcia y Almería, principalmente

debido al desarrollo de resistencia a toda clase de insecticidas usados extensivamente contra ella [1-3].

Sin embargo, los problemas de resistencia son ligeramente diferentes en estas dos áreas, con distintos sistemas de producción. En Murcia, con un gran abanico de cultivos (protegidos y al aire libre), la eficacia del control químico se mantiene frecuentemente a lo largo del ciclo de cultivo, donde siguen estrategias de gestión de la resistencia a los insecticidas (IRM). Sin embargo, en Almería, con un sistema de producción basado en el cultivo de plantas en invernaderos, los

problemas de resistencia son mucho más severos. Las infecciones de trips son difíciles de controlar con los insecticidas registrados, independientemente de la estrategia IRM utilizada y a pesar de un gran número de tratamientos específicos.

En Murcia, las poblaciones de trips empiezan a aparecer en abril, mientras que en Almería, es el fin del ciclo de cultivo. Sin embargo, para septiembre, cuando comienza el ciclo de cultivo en Almería, es el fin en Murcia. Al recolectar al principio del ciclo del cultivo, se evita la influencia de la estrategia de tratamientos a insecticidas en cada agricultor, y permiten la estimación de los niveles de resistencia al comienzo del control de trips.

El objetivo de este trabajo fue el de comparar los niveles de tolerancia de las poblaciones de trips recogidas en Murcia y Almería para estudiar la variación temporal y geográfica de la susceptibilidad de los trips al spinosad, acrinatrín, formetanato y metiocarb, así como, monitorizar la evolución de la resistencia en los últimos años.

2. Materiales y Métodos

2.1 Insectos

Se recogieron 36 poblaciones de campo del trips occidental de las flores, de cultivos de pimiento dulce en Murcia y Almería en 2005 y 2006. Todos los invernaderos estaban bajo control químico. Las muestras recogidas eran de 50-200 trips adultos, en dos fechas diferentes, abril y septiembre. Las muestras recogidas al final del ciclo de cultivo permiten estimar la evolución de la resistencia.

Se usó un método de cría estandarizado para mantener las poblaciones de trips en el laboratorio [4].

2.2 Bioensayos

Se utilizó el spinosad técnico (90,4 %; Dow AgroScience, Indianapolis, IN), acrinatrín técnico (95 %, Cheminova A/S, Lemvig, Dinamarca), formetanato técnico (92 %; Bayer CropScience, Monheim, Alemania) y metiocarb (97 %; Bayer CropScience, Monheim, Alemania), usando bioensayos tópicos. Se prepararon diluciones de los insecticidas en acetona, excepto para el formetanato, que se diluyó en metanol. Se ensayó una concentración de diagnóstico más un control (sin insecticida), para cada población en tres repeticiones de 30 adultos de trips por dosis. Sólo se usaron trips hembras. Se realizaron aplicaciones usando una pipeta Pasteur, permitiendo empapar cada insecto completamente con una gota. Pasados 5

segundos los trips tratados se colocaron sobre otro filtro de papel, aspirados con la ayuda de un aspirador entomológico y depositados en viales de plástico (una repetición de 30 adultos por vial) con hojas de pimiento dulce para su alimentación. Los viales se mantuvieron en posición vertical a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, con un fotoperiodo 16:8 (luz:oscuridad) horas. La mortalidad se evaluó después de 24 horas; los individuos que no se movían se contaron como muertos.

Basándose en los datos de la toxicidad de poblaciones de campo en estudios previos [2,3], se escogió una concentración diagnóstico para cada insecticida que causara el 80 % de mortalidad. Las concentraciones diagnóstico fueron de 800 ppm para el acrinatrín, 8000 ppm para el formetanato, 2000 ppm para el metiocarb y 120 ppm para el spinosad.

2.3 Análisis de datos

La correlación entra la toxicidad al spinosad, acrinatrín, formetanato y metiocarb se determinó calculando coeficientes de correlación para evitar la influencia del origen geográfico, los datos se analizaron separadamente para Almería (19 poblaciones) y Murcia (17 poblaciones).

3. Resultados y Discusión

Los datos de mortalidad para las poblaciones de trips recogidas en Murcia y Almería en 2005 y 2006 y expuestas a spinosad, metiocarb, acrinatrín y formetanato se presentan en las figuras 1-4. Las concentraciones de diagnóstico permitieron la identificación de mayores niveles de resistencia en Almería comparadas con Murcia a lo largo del ciclo de cultivo.

La mortalidad a la concentración de diagnóstico para el spinosad, igual a la dosis máxima de campo (120 ppm), varió del 34-81 % en las poblaciones de trips de Almería y del 73-100 % en las poblaciones de trips de Murcia (Fig. 1). Había grandes diferencias en las susceptibilidades al acrinatrín y formetanato entre las poblaciones obtenidas de Almería y Murcia (Fig. 2 y 3). Las mortalidades a la concentración de diagnóstico del acrinatrín (800 ppm) y del formetanato (8000 ppm) fueron del 17-31 % en Almería y del 77-100 % en Murcia (Fig. 2) y del 14-41 % en Almería y del 48-99 % en Murcia (Fig. 3), respectivamente, lo que indica variaciones geográficas grandes. La toxicidad del metiocarb fue mayor para las poblaciones de trips en ambas áreas (Fig. 4). Sin embargo, la mortalidad a la concentración de diagnóstico del metiocarb (2000 ppm) varió del 56-90 % en Almería y del 94-100 % en Murcia.

En Almería, las toxicidades del acrinatrín y el formetanato, ($r = 0,85$), del acrinatrín y el metiocarb ($r = 0,74$), y del formetanato y el metiocarb ($r = 0,73$), mostraron una fuerte correlación ($P < 0,01$). En contraste, las toxicidades del acrinatrín, formetanato y metiocarb no se correlacionaron con la del spinosad ($r = -0,30, -0,34$ y $-0,03$, respectivamente; $P > 0,05$). En Murcia, solo las toxicidades de acrinatrín y formetanato mostraron una correlación positiva relevante ($r = 0,63, P < 0,01$). La toxicidad del metiocarb no mostró correlación con las del acrinatrín y el formetanato ($r = 0,28$ y $0,38$, respectivamente, $P > 0,05$). Al igual que en Almería, en Murcia la correlación de la toxicidad del spinosad con las del acrinatrín, el formetanato y el metiocarb no fueron relevantes ($r = -0,06, -0,05$ y $0,40$, respectivamente; $P > 0,05$).

En el presente estudio, la mortalidad del spinosad ha sido mayor del 50 % en todas las poblaciones recogidas al principio del ciclo del cultivo (septiembre) en Almería, lo que sugiere una recuperación de la susceptibilidad al spinosad en las poblaciones de trips durante los últimos años. La naturaleza recesiva de la resistencia al spinosad [5] y el uso limitado del spinosad a un máximo de tres aplicaciones por cultivo, junto con la estrategia IRM y las medidas adicionales tomadas en el área de Almería (por ejemplo, la no aplicación de spinosad en algunos invernaderos), han permitido una reducción de la resistencia al spinosad en este área problemática.

Al final del ciclo de cultivo del pimiento (abril) en Almería que es el cultivo más tratado para el control del trips, la susceptibilidad al spinosad decreció (Fig. 1). Así, la estrategia IRM por sí sola, es probable que no sea suficiente para mantener la susceptibilidad al spinosad, como sugieren los fallos en el control de campo de los que se tiene constancia por los agricultores al final del ciclo de cultivo.

En contraste, la resistencia al acrinatrín y formetanato es muy alta en todas las poblaciones de Almería, independientemente de la fecha de recogida (Fig. 2 y 3).

El mecanismo involucrado en la resistencia al acrinatrín y formetanato es metabólico, mediado por las P450 monooxigenasas [6], mientras que el mecanismo de resistencia al spinosad se debe a la insensibilización del punto de acción [3,5]. A pesar de la resistencia al spinosad que es la única seleccionada en los tratamientos, la resistencia metabólica al acrinatrín y al formetanato puede

ser seleccionada para un gran abanico de productos, incluso para aplicaciones inofensivas. Por tanto, la presión de selección para este mecanismo de resistencia es muy alta en área de gran uso de insecticidas como Almería. Además, la resistencia al acrinatrín es dominante a la dosis de campo recomendada, (Dominancia efectiva) [7], lo que favorece la resistencia porque los heterocigotos son más difíciles de matar en condiciones de campo.

La mortalidad a la concentración diagnóstico del metiocarb (2000 ppm, dosis de campo recomendada) fue superior que la del acrinatrín y formetanato tanto en Almería como en Murcia (Fig. 4). Por lo que, la elevada mortalidad a la concentración diagnóstico probablemente refleje una gran efectividad en el campo. Estos resultados están en concordancia con estudios previos [2] que mostraban que el metiocarb era más efectivo en dosis de campo que el acrinatrín y formetanato.

El análisis mostró una fuerte correlación entre la toxicidad del acrinatrín, el formetanato y el metiocarb, pero no con la toxicidad del spinosad, en las poblaciones de trips de Almería. Estos resultados van en concordancia con los de estudios previos [1,3,6], que mostraban una resistencia cruzada entre el acrinatrín, el formetanato y el metiocarb, con un mecanismo de resistencia metabólica común y una carencia de resistencia cruzada con spinosad con alteración del punto de acción.

En Murcia, solo las toxicidades del acrinatrín y el formetanato mostraron una correlación positiva relevante. La falta de una correlación significativa de la toxicidad del metiocarb con las del acrinatrín y el formetanato son explicadas a través de que las mortalidades del metiocarb a la concentración diagnóstico son muy altas en Murcia (94-100 %)(Fig. 4).

4. Conclusiones

Existen grandes diferencias en la susceptibilidad a los insecticidas analizados entre las poblaciones recogidas de Almería y Murcia. Los problemas de resistencia parecen más serios en Almería, reflejando las distintas prácticas agrícolas de esta área: gran frecuencia de aplicaciones de insecticidas; presencia constante de huésped; carencia de refugios para poblaciones susceptibles y, en definitiva, un sistema de producción que permite una gran presión de selección.

5. Referencias bibliográficas

[1] Espinosa, P. J., P. Bielza, J. Contreras, and A. Lacasa. 2002a. Field and laboratory selection of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) for resistance to insecticides. *Pest Manag. Sci.* 58: 920-927.

[2] Espinosa, P. J., P. Bielza, J. Contreras, and A. Lacasa. 2002b. Insecticide resistance in field populations of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) in Murcia (south-east Spain). *Pest Manag. Sci.* 58: 967-971.

[3] Bielza, P., V. Quinto, J. Contreras, M. Torné, A. Martín, and P. J. Espinosa. 2007a. Resistance to spinosad in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande), in greenhouses of southeastern Spain. *Pest Manag. Sci.* 63:682-687.

[4] Espinosa, P. J., J. F. Fuentes, J. Contreras, P. Bielza, and A. Lacasa. 2002c. Método de cría en masa de *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *Boletín de Sanidad Vegetal: Plagas* 28: 385-390.

[5] Bielza, P., V. Quinto, E. Fernández, C. Grávalos, and J. Contreras. 2007b. Genetics of spinosad resistance in *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *J. Econ. Entomol.* 100: 916-920.

[6] Espinosa, P. J., J. Contreras, V. Quinto, C. Grávalos, E. Fernández, and P. Bielza. 2005. Metabolic mechanisms of insecticide resistance in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *Pest Manag. Sci.* 61: 1009-1015.

[7] Bielza, P., V. Quinto, E. Fernández, C. Grávalos, J. Abellán, and D. Cifuentes. 2008b. Inheritance of resistance to acrinathrin in *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Pest Manag. Sci.* 64: 584-588.

Tablas y Figuras

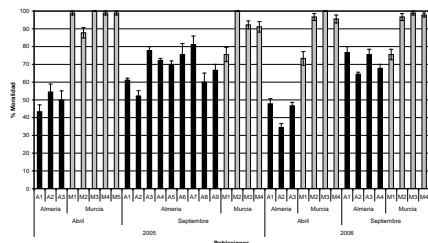


Figura 1. Mortalidad (Media + Error estándar) para las poblaciones de *F.occidentalis* recogidas en Almería y Murcia en 2005 y 2006, expuestas a una concentración de diagnóstico de spinosad (120 ppm).

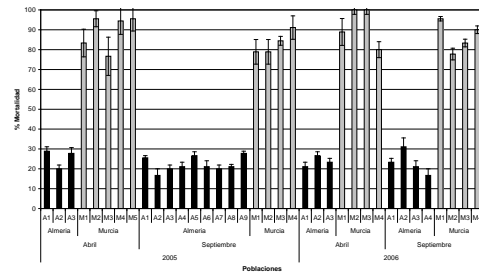


Figura 2. Mortalidad (Media + Error estándar) para las poblaciones de *F.occidentalis* recogidas en Almería y Murcia en 2005 y 2006, expuestas a una concentración de diagnóstico de acrinatrín (800 ppm).

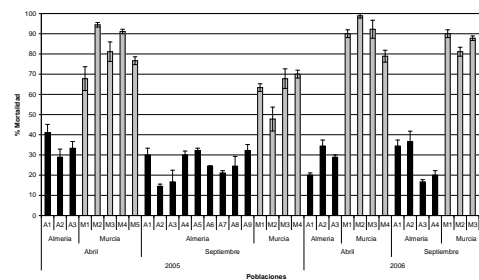


Figura 3. Mortalidad (Media + Error estándar) para las poblaciones de *F.occidentalis* recogidas en Almería y Murcia en 2005 y 2006, expuestas a una concentración de diagnóstico de formetanato (8000 ppm).

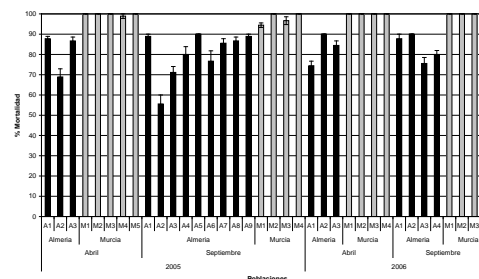


Figura 4. Mortalidad (Media + Error estándar) para las poblaciones de *F.occidentalis* recogidas en Almería y Murcia en 2005 y 2006, expuestas a una concentración de diagnóstico de metiocarb (2000 ppm).