



Figura 1. Detalles del ensayo sobre ninfas de *P. spumarius* en parcela de alfalfa.

Eficacia de deltametrín y flupiradifurona en el control de *Philaenus spumarius*

Jordi SABATÉ

IRTA, Protección Vegetal Sostenible. Cabrils, Barcelona.

Josep IZQUIERDO

Bayer CropScience. S.L. Paterna, Valencia.

Se evalúa la eficacia de dos formulados a base de deltametrín y flupiradifurona en condiciones de semi-campo sobre ninfas y adultos de *Philaenus spumarius*, principal vector de *Xylella fastidiosa* descrito en Europa. Deltametrín es una materia activa insecticida del grupo de los piretroides con una larga presencia comercial y flupiradifurona es una nueva materia activa de la familia de los butenolides, en proceso de registro. El ensayo sobre ninfas se realizó en alfalfa, como modelo de vegetación herbácea, y el ensayo sobre adultos en olivo, como modelo de cultivo leñoso. Los resultados muestran una elevada eficacia de los dos productos sobre estados inmaduros y adultos de *P. spumarius*. Deltametrín destacó por su gran efecto de choque, y en el caso de flupiradifurona su persistencia. Se discute su interés en la gestión de vectores de *X. fastidiosa*.

Palabras clave: *Xylella fastidiosa*, *Philaenus spumarius*, ninfa, adulto, insecticida, deltametrín, flupiradifurona

El control de vectores mediante insecticidas es una de las herramientas más importantes en la gestión integrada de enfermedades que requieren la participación de insectos para su dispersión. Disponer de productos efectivos, así como definir estrategias para optimizar el control de los insectos vectores y minimi-

zar el impacto ambiental, requiere un esfuerzo de desarrollo notable. Esto es especialmente complejo en un entorno europeo especialmente 'sensible' en las regulaciones.

Hasta la confirmación del afrofórido *Philaenus spumarius* (Linnaeus, 1758) (*Hemiptera/Auchenorrhyn-*

cha) como transmisor de *Xylella fastidiosa* en el sur de Italia (Saponari y col., 2014), esta familia de insectos y otras que se alimentan del xilema no se habían considerado plagas relevantes, por lo que prácticamente no existían productos registrados específicamente para su control en Europa. Son consideradas como poten-



Figura 2. Detalles del ensayo sobre adultos de *P. spumarius* en parcela de olivo.

cialmente transmisoras las especies que se alimentan de xilema pertenecientes principalmente a las familias *Aphrophoridae*, *Cercopidae*, *Cicadellidae* (*Subf Cicadellinae*) y *Cicadidae* (EFSA, 2015). Recientemente, se ha demostrado también la capacidad de transmisión de *P. italosignus* y *Neophilaenus campestris* (Cavaliere y col., 2018). *P. spumarius* es la especie más relevante en la dispersión de *X. fastidiosa* en la zona mediterránea (Cornara y col., 2017) ya sea por abundancia, rango de huéspedes, distribución geográfica, eficiencia de transmisión y ciclo vital. Una vez se detectó la gravedad del problema y la falta de registros sobre *P. spumarius*, se iniciaron trabajos para definir la eficacia de diversos productos insecticidas para el control de *P. spumarius* (Dongiovanni y col., 2018 a, b). Los insecticidas de las familias de los piretroides y neonicotinoides son productos que han mostrado los valores de control más elevados. La prohibición de los neonicotinoides en la UE es una mala noticia para la disponibilidad de herramientas de control sobre *P. spumarius*. Por otro lado, no solo es importante la eficacia de insecticidas en condiciones de laboratorio, hay que definir su comportamiento –eficacia y persistencia– en condiciones de campo. Asimismo, la viabilidad de su registro son puntos críticos para su potencial uso comercial.

Materiales y métodos

Se planearon dos ensayos de semi-campo sobre ninfas y adultos de *P. spumarius*.

Nº trat	código	Producto	Materia activa	% / formul.	mL prod/hL	G ma/hL	G ma/ha*
1	UTC	Agua					
2	STD	Karate Zeon	Lambda cihalotrin	1,5 / CS	83	1,25	9,3
3	DLT1	Decis Expert	Deltametrin	10 / EC	7,5	0,75	5,6
4	DLT2	Decis Expert	Deltametrin	10 / EC	12,5	1,25	9,3
5	FLF1	Sivanto Prime	Flupiradifurona	20 / SL	30	6	45
6	FLF2	Sivanto Prime	Flupiradifurona	20 / SL	50	10	75
7	SPT	Movento Gold	Spirotetramat	10 / SC	75	7,5	56

* en base a 750 L/ha

Tabla 1. Productos utilizados en el ensayo de ninfas de *P. spumarius* / alfalfa.

Nº trat	código	Producto	Materia activa	% / formul.	mL prod/hL	G ma/hL	G ma/ha*
1	UTC	Agua					
2	STD	Karate Zeon	Lambda cihalotrin	1,5 / CS	83	1,25	10,6
3	DLT1	Decis Expert	Deltametrin	10 / EC	7,5	0,75	6,3
4	DLT2	Decis Expert	Deltametrin	10 / EC	12,5	1,25	10,6
5	FLF1	Sivanto Prime	Flupiradifurona	20 / SL	30	6	51
6	FLF2	Sivanto Prime	Flupiradifurona	20 / SL	50	10	85

* en base a 850 L/ha

Tabla 2. Productos utilizados en el ensayo de adultos de *P. spumarius* / olivo.

Para los ensayos se utilizaron poblaciones naturales de *P. spumarius* capturadas en la zona del Maresme (Barcelona), y mantenidas en jaulas sobre alfalfa (tanto ninfas como adultos) en condiciones exteriores hasta la introducción en los ensayos.

Ensayo sobre ninfas de *P. spumarius*

El ensayo se realizó en una parcela de alfalfa en las instalaciones de IRTA Cabrls (Barcelona).

Las tesis experimentales se describen en la Tabla 1. El ensayo se realizó mediante un diseño completamente aleatorio (DCA) con siete tratamientos y tres repeticiones.

Se utilizaron micro parcelas de 1m² donde se segaba la vegetación menos una mata central donde se ins-

talaron diez ninfas (N-3) de *P. spumarius* el día anterior a la aplicación. Una vez se constató que las ninfas se habían implantado correctamente, alimentándose y generando espuma, se realizaron los tratamientos (26 de abril de 2018). La aplicación se realizó con un equipo experimental de aire comprimido y con barra (caldo aplicado: 750 L/ha).

Durante las semanas posteriores se evaluó la mortalidad y el comportamiento de las ninfas en los diferentes tratamientos (6 horas, 24 h1, 2, 4, 6 y 12 días después de la aplicación).

Ensayo sobre adultos de *P. spumarius*

Se evaluaron la eficacia y persistencia de insecticidas sobre adultos

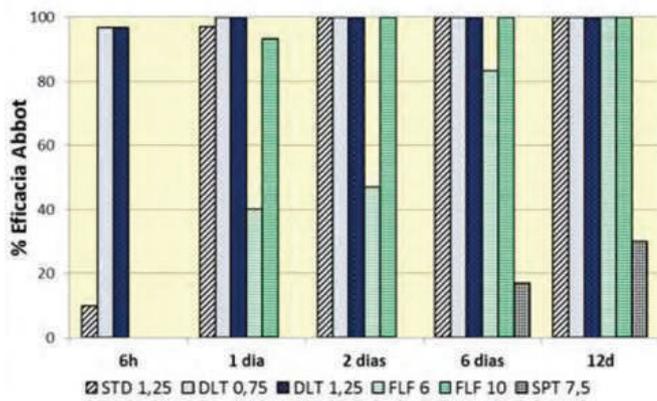


Figura 3. Eficacia (% Abbot) sobre ninfas (N3) *P. spumarius*.

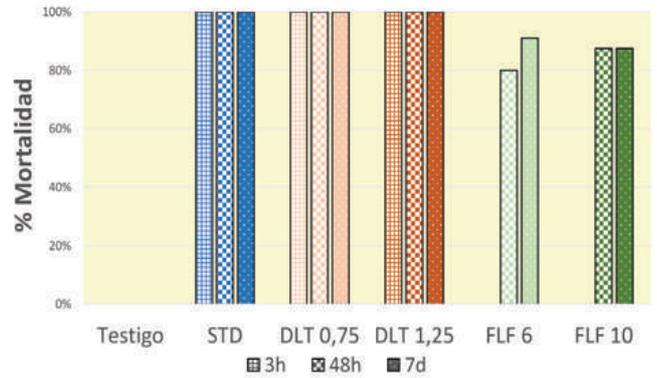


Figura 4. Mortalidad de adultos de *P. spumarius* (introducción después del tratamiento, + 0).

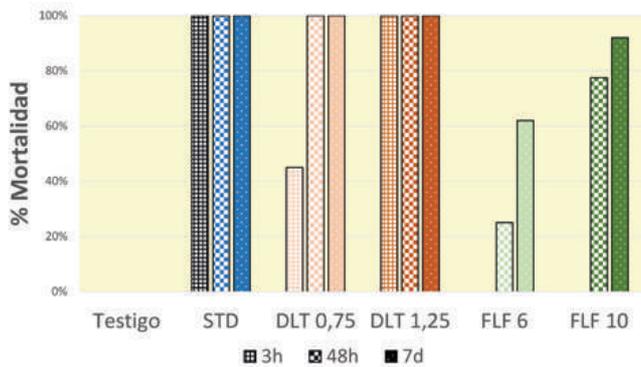


Figura 5. Mortalidad de adultos de *P. spumarius* (introducción 7 días después del tratamiento, +7).

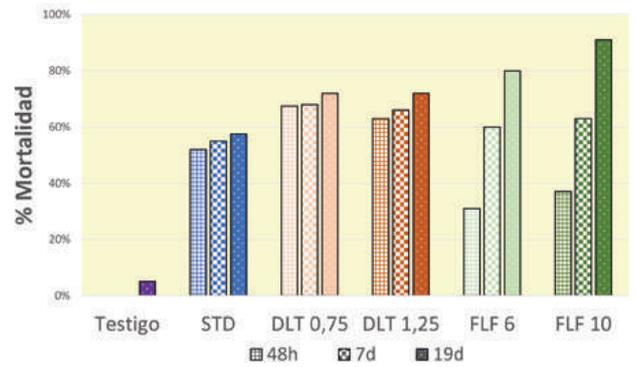


Figura 6. Mortalidad de adultos de *P. spumarius* (introducción 15 días después del tratamiento, +15).

mediante un ensayo en olivo en una parcela comercial en Castellgalí (Barcelona) de la variedad Arbequina en una plantación de alta densidad, formada en palmeta y con riego localizado. Las tesis experimentales se describen en la Tabla 2. El ensayo se planteó con un diseño en bloques al azar con seis tratamientos, cuatro repeticiones y diez insectos por repetición (parcelas de tres árboles).

Los tratamientos se realizaron el 14 de junio (Fenología del cultivo: BBCH 71) mediante mochila motorizada (volumen caldo 850 L/ha). Una vez seca la aplicación, se instalaron bolsas de malla (dos en cada parcela a cada lado de la pared vegetal en el árbol central). Asimismo, se introdujeron cinco adultos de *P. spumarius* en cada bolsa (diez insectos/parcela experimental).

Se evaluó la mortalidad a las 3-4 horas, dos días y siete días después de la introducción de los adultos. Para evaluar la persistencia se realizaron dos nuevas introducciones de adultos de *P. spumarius* a los siete días (21 junio) y quince días (29 junio)

de la aplicación, con el consiguiente seguimiento de mortalidad a las 3-4 horas, dos y siete días (en la última introducción se realizó una última evaluación extra a los 19 días).

Resultados y discusión

Los resultados del ensayo sobre ninfas se muestran en la Figura 3.

Se constató un gran efecto de choque con deltametrín (DLT), sin respuesta a dosis que se tradujo en una mortalidad del 100% transcurrido un día de la aplicación. A las dos horas de la aplicación ya se podía observar mortalidad generalizada y secado de las espumas, indicando que la ninfa había cesado su alimentación. Paralelamente, el piretroide utilizado como estándar mostró un efecto de choque menor, con una mortalidad del 10% a las seis horas, que se incrementó hasta el 95% y 100% a un y dos días respectivamente.

A los dos días la mortalidad se situó en el 100% en las tesis con piretroides y dosis alta de flupiradifurona (FLF) (dosis respuesta en este pro-

ducto). Para la dosis baja de FLF, la mortalidad se fue incrementando paulatinamente hasta llegar a superar el 80% a los seis días y el 100% a los doce días después de la aplicación. Flupiradifurona presenta buena velocidad de acción en dosis alta, aunque no al mismo nivel que los piretroides, y un efecto más lento a dosis bajas. Este efecto más lento pero total a los doce días no representa ningún inconveniente en cuanto al control de *P. spumarius* como vector de *X. fastidiosa*, ya que en la fase de ninfa es muy poco móvil y no dispone de capacidad de transmisión de la enfermedad. Spirotetramat, en las condiciones evaluadas, no muestra un control significativo sobre larvas de *P. spumarius*.

Hay que destacar la baja mortalidad en las parcelas testigo, tratadas con agua, donde hasta transcurridos seis días del inicio del ensayo solo se observó un individuo muerto de los treinta implantados, confirmando una gran robustez a los resultados del ensayo. En el recuento a los doce días de estas parcelas testigo, se ob-

servó una disminución del número de espumas y ninfas (22 presentes / 30 implantadas) atribuible más a la transformación en adultos y migración (observación directa) que a la mortalidad propiamente dicha, constatando el correcto desarrollo de los insectos en el testigo.

La eficacia sobre adultos de *P. spumarius* de estas materias activas mostró una acción parecida a la observada para ninfas, con un gran efecto de choque con los piretroides y un efecto más diferido, pero igualmente significativo para las tesis con flupiradifurona, como se muestra en la Figura 4.

La eficacia en el control de insectos introducidos a +0 (post-tratamiento) fue muy alta para todas las materias activas testadas, con un gran efecto de choque de los piretroides sin diferencias entre DLT y STD ni diferencias de efecto por dosis en DLT. Flupiradifurona necesitó dos días para mostrar una eficacia significativa que no llegó al 100% para las dos dosis a los siete días. Tampoco se mostró efecto respuesta a dosis para flupiradifurona en esta primera introducción.

Para los insectos introducidos a +7 (7 días de la aplicación) se mantiene un gran efecto de choque de los piretroides (100%), sin diferencias entre DLT y STD a las tres horas (Figura 5). Se observa una clara respuesta a dosis en deltametrín en su efecto de choque a las tres horas de la introducción, cuando la dosis alta llega a un 100% de efectividad, mientras que la baja no llega al 50%; este efecto se iguala a las 48 horas cuando la dosis baja también llega al 100% de efectividad. Flupiradifurona necesita dos días para mostrar eficacia que crece con el tiempo llegando a valores próximos al 100% a los siete días después de la introducción, eficacia similar a la observada en la introducción después del tratamiento inicial para la dosis alta. Flupiradifurona presenta efecto dosis en esta introducción siete días después del tratamiento, hecho que no se había observado en la introducción cero días después del tratamiento. La eficacia en la dosis alta llega al 80% a las 48 horas y a más del 90% a los siete días de la introducción, mientras que en la dosis baja esta eficacia es claramente menor: 25% y

/ Los resultados confirman la elevada eficacia de deltametrín sobre adultos, y también ninfas, de *P. spumarius* /

60% respectivamente.

En los insectos introducidos a +14 (catorce días después de la aplicación) (Figura 6) se redujo claramente el efecto de choque de los piretroides, que no mostraron efectividad hasta los dos días de la introducción, mientras que en las introducciones anteriores su efecto era casi total a las tres horas. También se puede observar una eficacia más elevada en todos los recuentos de mortalidad de DLT respecto a STD, diferencia no observada en las introducciones +0 y +7 días. En esta introducción no se observa ningún efecto dosis para DLT, al contrario de lo observado para la introducción +7, donde a las tres horas las diferencias en el efecto entre dosis altas y bajas eran muy significativas. La efectividad de flupiradifurona fue muy similar en la introducción +14d a la observada en las anteriores introducciones, quedando clara la persistencia de esta materia activa. También se ha observado que la eficacia de flupiradifurona continúa aumentando en los recuentos catorce días después de la última introducción, efecto que no se observa en los piretroides, que a partir de los siete días después de la introducción no muestran mortalidades más elevadas que las del control sin tratamiento. También se observa una cierta respuesta dosis para la flu-

piradifurona, pero menor al observado, sobre todo en la introducción siete días después del tratamiento.

El control de ninfas de *P. spumarius* y otros afrofóridos reduciendo sus poblaciones sobre la vegetación antes de que, a final de primavera los adultos migren a los cultivos leñosos, parece una estrategia interesante para reducir el riego de infección y dispersión de *X. fastidiosa* (Dongiovanni y col., 2018, b). Los estudios sobre biología de *P. spumarius* hacen referencia a la presencia de sus ninfas en vegetación de los márgenes del cultivo, y en función del manejo en la propia cubierta vegetal del cultivo. Actualmente, no existen registros de insecticidas que claramente se puedan aplicar en estas áreas (no cultivo), que por otro lado son entornos de gran riqueza medioambiental y potencialmente relevantes para los cultivos como refugios de polinizadores y enemigos naturales.

Decis Expert® (deltametrín EC10% P/V) dispone de registro en España para el control de *P. spumarius* en almendro, olivo, encinas-roble y eriales. Este último ámbito, inicialmente utilizado para el control de langosta, es lo más próximo a las zonas de 'no cultivo' donde se localizan las ninfas. Es interesante comentar que, aunque los piretroides (modo de acción IRAC 3A) tienen la reputación de productos de amplio espectro y poco selectivos a polinizadores, existen diferencias sensibles en el comportamiento de las diversas materias activas que forman parte de este grupo. Por ejemplo, deltametrín es reconocida como una de las materias activas más fácilmente integrable con polinizadores debido a su baja toxicidad residual (RT<4 h) y su efecto repelente que evita el contacto de polinizadores con zonas tratadas. Aplicaciones al atardecer, nocturnas o tempranas por la mañana podrían evitar riesgos sobre polinizadores (Hooven y col 2015). La integración de medidas de mitigación del riesgo (boquillas anti-deriva, hora de aplicación, dosis) permite reducir significativamente el impacto de la aplicación del producto. También hay que remarcar que si estas aplicaciones para el control de ninfas de *P. spumarius* se hacen en estadios iniciales, el efecto sobre la fauna au-

xiliar hibernante será mucho menor. Con estos ensayos también se ha constatado la persistencia de los piretroides en su efecto de choque (tres horas introducción) una semana después de la aplicación y el mantenimiento del efecto dos días después de la introducción hasta quince días post tratamiento.

Flupiradifurona es una materia activa insecticida sistémica en proceso de registro en España con el nombre comercial de Sivanto Prime® (flupiradifurona SL 20% P/V). Este ingrediente se encaja en el nuevo grupo de modos de acción IRAC: 4D/butenolides. Uno de sus puntos destacados es su alta selectividad sobre polinizadores, que permitirá su utilización en cultivos en floración (Almansa y col., 2017, Cambell y col., 2016). No se esperan frases de riesgo en el registro relacionados a este grupo de organismos. Por otro lado, su buen perfil de selectividad sobre fauna auxiliar es muy destacable (Jaramillo, 2017). Este hecho lo corrobora la observación cualitativa de fauna depredadora, en el ensayo sobre olivo, per-

teneciente a los órdenes dermáptera, neuróptera y coleóptera en las parcelas tratadas con flupiradifurona.

Disponer de herramientas para el control de vectores en el entorno europeo requiere de un esfuerzo especial para ajustar las propuestas a las exigencias de registro de productos fitosanitarios en la UE. Es crucial disponer a corto plazo de diversas opciones de productos, modos de acción y momentos de aplicación que permitan una gestión más sostenible, así como su incorporación a una gestión integrada del problema.

Conclusiones

Los resultados confirman la elevada eficacia de deltametrín (Decis Expert®) sobre adultos, y también ninfas, de *P. spumarius* a 7,5 y 12,5 mL/hL (escasa respuesta dosis) con un alto efecto de choque y una persistencia moderada.

Flupiradifurona (Sivanto Prime®) también se ha mostrado muy eficaz para el control de *P. spumarius*. Se ha observado en diversos ensayos

una respuesta a dosis siendo 50 mL/hL la que ha permitido las mejores eficacias. El producto no tiene la velocidad de acción de los piretroides, necesidad de dos días para observar elevadas mortalidades, pero permite una eficacia vía sistémica que le otorga una mayor persistencia.

La sensibilidad de ninfas y adultos a los productos evaluados ha sido similar.

La metodología de ensayo sobre ninfas en plantas de alfalfa se ha mostrado como un modelo fiable para la evaluación de insecticidas sobre *P. spumarius* en escenarios de vegetación herbácea.

Agradecimientos

Queremos manifestar nuestro agradecimiento a Jordi Oliva, técnico de Bayer CropScience que ha colaborado en el establecimiento de los ensayos y ejecución de los tratamientos, y a Jonatan Ortega, Técnico de IRTA por su colaboración en la captura, mantenimiento y conteo de los insectos.

Bibliografía



- Campbell, J.W., Cabrera, A.R., Stanley-Stahr, C., Ellis, J.D. 2016. An evaluation of the honey bee (Hymenoptera: Apidae) safety profile of a new systemic insecticide, flupiradifurone, under field conditions in Florida. *Journal of Economic Entomology*, 109(5): 1967-1972.
- Cavaliere, V., Dongiovanni, F., Tauro, D., Altamura, G., Di Carolo, M., Fumarola, G., Saponari M., Bosco D. 2018. Transmission of the CoDiRO strain of *Xylella fastidiosa* by different insect species. *Proceedings of the XI European Congress of Entomology (ECE 2018)*, Naples, 2-6 July 2018.
- Dongiovanni, C., Altamura, G., Di Carolo, M., Fumarola, G., Saponari, M., Cavaliere, V. 2018 (a). Evaluation of efficacy of different insecticides against *Philaenus spumarius* L., vector of *Xylella fastidiosa* in olive orchards in Southern Italy, 2015-17. *Arthropod Management Tests*, Section D: Citrus, nuts and other tree fruits: 1-4. 11
- Dongiovanni, C., Di Carolo, M., Fumarola, G., Tauro, D., Altamura, G., Cavaliere, V. 2018 (b). Evaluation of insecticides for the control of juveniles of *Philaenus spumarius* L., 2015-17. *Arthropod Management Tests*, Section D: Citrus, nuts and other tree fruits: 1-2.
- EFSA PLH Panel (EFSA Panel on Plant Health). 2015. Scientific Opinion on the risks to plant health posed by *Xylella fastidiosa* in the EU territory, with the identification and evaluation of risk reduction options. *EFSA Journal* 2015;13(1):3989, 262 pp., doi:10.2903/j.efsa.2015.3989.
- Hooven, L., Sagili, R., Johansen, E. 2015. How to reduce bee poisoning from pesticides. *A Pacific Northwest Extension Publ.* PNW 591.
- Jaramillo, J. 2017 Sivanto Prime Fit Within Integrated Pest Management systems: compatibility profile in vegetables and pomefruit systems. In 'Sivanto Prime Handbook' Bayer CropScience. Chapter 16 : 140-147.
- Saponari, M., Loconsole, G., Cornara, D., Yokomi, R.D., De Stradis, A., Boscia, D., Bosco, D., Martelli, G.P., Krugner, R., Porcelli, F. 2014. Infectivity and Transmission of *Xylella fastidiosa* by *Philaenus spumarius* (Hemiptera: Aphrophoridae) in Apulia, Italy. *J. Econ. Entomol.* 107(4): 1316-1319 (2014); DOI: <http://dx.doi.org/10.1603/EC14142>