



HERRAMIENTAS PARA EL CONTROL DE *DROSOPHILA SUZUKII*

Estudios desarrollados sobre los métodos biotecnológicos disponibles para el seguimiento y control de *Drosophila suzukii* en España

Lucía Adriana Escudero-Colomar (IRTA. Entomología. Estación Experimental Mas Badia. La Tallada d'Empordà, Girona. adriana.escudero@irta.cat).

Drosophila suzukii (Diptera: Drosophilidae) fue detectada por primera vez en España en el municipio de Rasquera (Tarragona) en el año 2008. En el 2011 se registraron en Cataluña daños de consideración por esta plaga, tanto en fresa como en cereza. Para poder diseñar adecuadamente el control de la misma, la monitorización de sus poblaciones es indispensable y, a tal fin, se instaló una red de trampas cebadas con vinagre de manzana en el Alt y Baix Empordà. Paralelamente y, con el objetivo de desarrollar métodos de control biotécnicos, se iniciaron ensayos de campo para determinar la eficacia de diversas sustancias y modelos de mosqueros.

Los resultados del seguimiento poblacional mostraron que *D. suzukii* en parcelas de cerezo está presente todo el año en las comarcas del Alt y Baix Empordà. Las capturas en trampas se incrementan en primavera, predominando las hembras, el segundo incremento de capturas anual y considerablemente superior es el de otoño. En dicho período la proporción de capturas oscila entre 60-50% de machos y 40-50% de hembras.

Los estudios sobre atrayentes y trampas mostraron que la mezcla de vino de la variedad Merlot y vinagre capturan eficazmente *D. suzukii*, aunque tienen una selectividad muy baja respecto de otros insectos. Los atrayentes líquidos disponibles comercialmente en España, SuzukiiTrap® y Suzii® fueron también eficaces capturando adultos de la plaga y mostraron una alta selectividad para drosófilidos. Las trampas más eficaces fueron los modelos Maxitrap plus®, Maxitrap® y Hemitrap®. Los modelos de trampas transparentes fueron significativamente menos eficaces ($p < 0.0001$). No hubo diferencias significativas entre el color rojo y amarillo ($p = 0.9382$), cuando se compararon utilizando el mismo modelo de trampa (Hemitrap®).

INTRODUCCIÓN

Drosophila suzukii (Matsumura) es un díptero de la familia Drosophilidae que se detectó por primera vez en el estado español en el año 2008 en el municipio de Rasquera en la provincia de Tarragona (Calabria y col. 2012); pero no fue hasta el 2011 que comenzó a ser capturada en la mayor parte de la cuenca mediterránea catalana, llegando a causar daños de entre el 20% y el 100% en cultivos como cereza y fresa (Escudero-Colomar y col. 2011).

Por ello, se iniciaron estudios en la zona frutícola de Girona con el objetivo de determinar la dinámica poblacional de la plaga e identificar los atrayentes y modelos de trampas que ofrecían los mejores resultados en nuestras condiciones ambientales y de cultivo tanto para el monitoreo como para ser usados en el diseño y/o desarrollo de métodos biotécnicos de control.

Los primeros estudios desarrollados en el año 2011, determinaron claramente que los atrayentes disponibles para *Ceratitis capitata*, utilizando los tres componentes juntos en las concentraciones habituales o bien sus componentes individuales en diferentes concentraciones, no atraían a *D. suzukii* (Escudero-Colomar y col. 2011; Gómez-Lekumberri y col. 2013). La mezcla de vinagre de sidra, melaza de remolacha y agua fue la que capturó significativamente más, por lo cual se comenzó a utilizar como control de referencia en los estudios posteriores (Escudero-Colomar y Sorribas-Royo, 2013). Con respecto a los modelos de mosqueros probados inicialmente, el modelo Maxitrap plus® fue el más efectivo, adoptándose el mismo como referencia (Escudero-Colomar y Sorribas-Royo, 2013).

Durante los primeros años de detección y expansión de la plaga en el territorio, poco se conocía respecto de su ecología química. Landolt y col. 2012 y Cha y col. 2012, 2013 informaron de la atracción de la plaga por diversos productos fermentados como el vinagre y el vino, especialmente el de la variedad Merlot, y de varios de sus volátiles. Por lo cual se iniciaron pruebas de campo para conocer la respuesta de

EXCELENCIA EN NUTRICIÓN Y PROTECCIÓN DE LOS CULTIVOS



www.massoagro.com

COMERCIAL QUÍMICA MASSÓ, S.A.

Viladomat, 321, 5º - 08029 Barcelona - Tel. 93 495 25 00 - E-mail: masso@cqm.es



nuestras poblaciones a diferentes productos.

Trabajos recientes sobre la respuesta de *D. suzukii* a diferentes compuestos (Cha y col. 2015; Abraham y col. 2015; Keesey y col. 2015; Revardi y col. 2015) han abierto un interesante y prometedor panorama en el desarrollo de nuevos atrayentes.

En este trabajo, se resumen los resultados obtenidos en ensayos de campo realizados durante los años 2012, 2013 y 2014, respecto de diferentes atrayentes y modelos de mosqueros, así como la dinámica poblacional de la plaga en plantaciones de cerezo, dada su importancia en las medidas de control a adoptar.

Dinámica poblacional de *D. suzukii* en cerezo en la provincia de Girona

Material y Métodos

Para el seguimiento poblacional, a partir del año 2011 se instaló una red de trampas de monitoreo en parcelas de cerezo del Alt y del Baix Empordà, utilizándose el modelo MacPhail cebado con una mezcla de vinagre de manzana, agua, melaza de remolacha y unas gotas de jabón. En el año 2013, se cambió dicho material pasándose a utilizar el modelo Hemitrap® (Probodelt S.L, Tarragona, España) cebado con SuzukiiTrap® (Bioiberica S.A., Barcelona, España).

Resultados

En la Figura 1 puede verse la dinámica poblacional registrada desde el año 2011 en el Alt Empordà, la registrada en el Baix Empordà fue similar.

Durante el periodo de maduración y cosecha de cerezas (abril-junio) las capturas en trampas en los años 2011-2013 fueron bajas, siendo el promedio de capturas expresados como moscas por trampa y día (MTD) de 3.9, 0.3 y 0.8 MTD en los meses de abril, mayo y junio, respectivamente. Estos niveles poblacionales, permitieron controlar la plaga eficazmente y llegar a cosecha con valores de daño menores al 2% de la producción. Sin embargo, en el año 2014 los niveles de capturas en primavera y verano, fueron los más elevados desde que se monitorea la plaga, registrándose, a principios del mes de mayo, un valor 128.33 veces más grande que el registrado en 2013. Las cerezas de Girona fueron fuertemente atacadas, obligando a los productores a realizar varios tratamientos insecticidas.

Como puede observarse en la Figura 1, en el verano las capturas disminuyen, siendo el promedio del periodo 2011-2013 de 0.8, 0.7 y 1.6 MTD para los meses de julio, agosto y septiembre, respectivamente. Dicha tendencia, también fue registrada en el 2014, si bien los valores de capturas fueron muy superiores a la media de los años precedentes, 15.6; 36.3 y 110.2 MTD para los meses de julio, agosto y septiembre.

Las capturas en las parcelas de cerezos se incrementan considerablemente en el otoño, aunque en esta época no existen frutos comerciales disponibles para el desarrollo del insecto. Dadas las capturas registradas en esta época en el periodo 2011-2013 y los valores obtenidos durante la primavera y verano del 2014, se esperaba un gran incremento de capturas durante el otoño 2014. Dicho aumento se produjo, pero su valor máximo no superó al registrado en el año 2013.

Si se analiza la proporción de hembras capturadas durante el año, se observa claramente que las capturas de primavera son mayoritariamente hembras, mientras que las de otoño corresponden un 50%-60% a machos y un 40%-50% a hembras. La menor proporción de capturas de hembras ha sido siempre registrada en el mes de agosto.

Los datos anteriormente presentados son relevantes en el diseño de una estrategia de control, tanto con métodos biotécnicos como con insecticidas. Para el cultivo del cerezo, la población objetivo a controlar son las hembras que

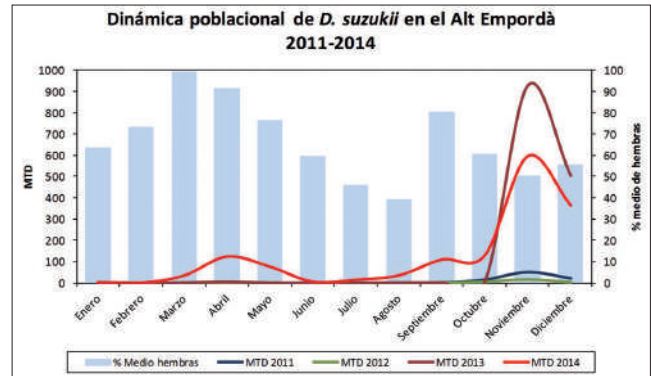


Figura 1. Dinámica poblacional y porcentaje medio de hembras capturadas de *D. suzukii* en la comarca del Alto Ampurdán, Girona.

se capturan a finales de invierno y en primavera, para evitar que causen daño a la producción.

Estudios de eficacia en campo de capturas de adultos de *D. suzukii* de atrayentes alimenticios y modelos de trampas

Material y Métodos

En todos los ensayos se utilizó el mismo diseño experimental, bloques al azar con cuatro repeticiones, cada bloque contenía un representante de cada atrayente alimenticio o trampa estudiados. Se revisaron una vez a la semana, con rotación de posición en cada revisión. Los recuentos e identificación de individuos se hicieron en laboratorio bajo lupa binocular. En los ensayos de atrayentes se utilizó siempre el mismo modelo de trampa, en 2012 y 2013 fue Maxitrap plus®, mientras que en 2014 fue Hemitrap®. El cebo alimenticio utilizado como control de referencia en los ensayos de atrayentes de los años 2012 y 2013, fue la mezcla compuesta por 1 l de vinagre de sidra diluido en agua proporción 1:1 (para obtener una concentración de 2.5% de Ác. Acético), 30 gr. de melaza de remolacha y 0.5 ml de detergente.

En los ensayos de modelos de trampas de 2012 y 2013 se utilizó la mezcla control de referencia, mientras que en los ensayos de 2014, se utilizó el producto comercial SuzukiiTrap®.

Los datos obtenidos fueron analizados por el procedimiento ANOVA y las medias fueron separadas por el test de Tukey ($P < 0.5$). Para dicho análisis se utilizó el paquete estadístico SAS Enterprise Guide 4.2. (SAS Institute Inc., Cary NC, USA).

Resultados

A. Ensayos comparativos de capturas de atrayentes alimenticios

En la Figura 2 se presentan los resultados de un ensayo comparativo desarrollado en el año 2012. Todas las mezclas probadas fueron semanalmente reemplazadas

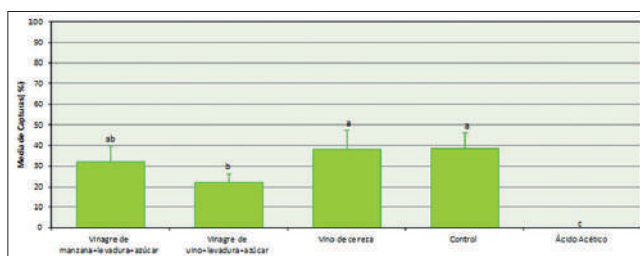


Figura 2. Porcentaje de capturas (media + error estándar) de diversas mezclas atrayentes y significación estadística. La misma letra indica que no hay diferencias significativas ($p < 0.0001$).

Clave	Nombre	Composición	Reemplazo del producto
a	Levaduras	Prototipo basado en una mezcla de levaduras	Semanal
b	Droskidrink (*)	75% vinagre de manzana 25% vino merlot 20 g/l azúcar de caña no refinada	Semanal
c	USA	1 difusor metionol 1 difusor acetoina Líquido base de etanol+ácido acético+ácido bórico	Semanal
d	Mezcla control de referencia	Vinagre de manzana diluido hasta 2.5% ácido acético Melaza de remolacha	Semanal
e	SuzukiiTrap®	Proteínas hidrolizadas	Semanal
f	SuzukiiTrap®	Proteínas hidrolizadas	Sin reemplazo

Tabla 1. Mezclas atrayentes estudiadas comparativamente en campo en parcelas de cerezo y frecuencia de reemplazo de cada una. Girona, 2013. (*) Grassi y col., 2015

por una cantidad nueva del mismo producto. Se capturaron un total de 42374 *D. suzukii*. En el estudio, se probó ácido acético en concentración de 2.5%.

No se encontraron diferencias significativas entre el atrayente control de referencia, el vino de cereza y la mezcla de vinagre de manzana diluido con adición de levadura de cerveza y azúcar, mientras que si hubieron diferencias significativas ($p < 0.0001$) con el vinagre de vino diluido con adición de levadura de cerveza y azúcar y con el ácido acético diluido al 2.5%. Este último no capturó ningún ejemplar de *D. suzukii* durante todo el ensayo y fue descartado para sucesivos estudios.

En la Tabla 1 se observan los productos comparados en otro estudio desarrollado en el año 2013. Las mezclas atrayentes a, b, c, d y e se renovaban semanalmente, mientras que la identificada como "f" se estudió sin renovar la mezcla durante todo el periodo de ensayo.

Los resultados obtenidos sobre una base de un total de 296.000 individuos capturados mostraron que la mezcla Droskidrink y el control de referencia fueron significativamente más atractivas ($p < 0.0001$) que el resto de mezclas atrayentes, las cuales no difirieron entre sí en el porcentaje de moscas capturadas. El prototipo basado solo en levaduras, fue el que capturó menos individuos. El análisis de la relación macho/hembra no mostró diferencias significativas ($p = 0.7623$) entre los atrayentes.

La mezcla SuzukiiTrap® identificada como "f" mostró el mismo nivel de capturas que la misma mezcla reemplazada semanalmente, indicando un estabilidad de atracción en el tiempo, lo que constituye una cualidad importante en el monitoreo de la plaga. Además, dicha mezcla mostró diferencias significativas ($p < 0.0001$) en cuanto a la selectividad para drosófilidos, puesto que los atrayentes basados en vinagre y/o vino capturaron una proporción significativamente



Figura 3. Modelos de trampas comparados en Girona, 2012. Fotos: Cesca Alcalá Castelblanque.

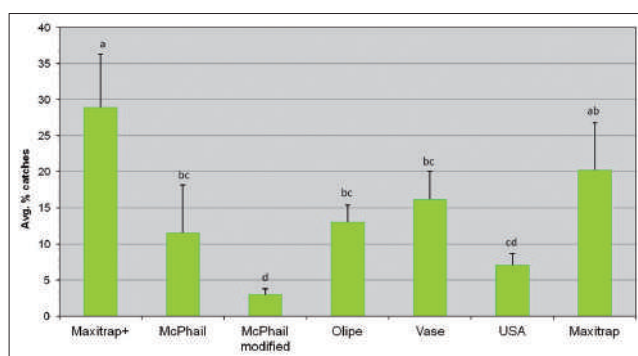


Figura 4. Resultados del porcentaje de capturas de cada modelo de mosquero.

mayor de insectos de otras familias de dípteros y de otros órdenes de insectos (principalmente himenópteros y lepidópteros).

Durante el año 2014, se compararon dos atrayentes comerciales españoles, SuzukiiTrap® (Bioiberica) y Suzii (Aomidori Biocontrol, Barcelona, España) y dos prototipos procedentes de EEUU, siendo uno de ellos igual al probado el año anterior (USA).

Los resultados del análisis de datos mostraron que el atrayente Suzii® y el atrayente USA, fueron los que capturaron significativamente más individuos ($p < 0.0001$), difiriendo de los otros dos atrayentes probados. Todos los atrayentes estudiados mostraron una alta selectividad capturando *D. suzukii* y una relación macho/hembra similar, de 0.54 ± 0.03 .

B. Ensayos comparativos de capturas de diferentes modelos de mosqueros

Durante el año 2012 se realizó una comparativa amplia de la mayoría de modelos de trampas que se estaban utilizando en España y en el extranjero. En la Figura 3 se muestran en detalle los modelos probados.

Se capturaron un total de 53.836 individuos de *D. suzukii* y los resultados del porcentaje de capturas de cada modelo de mosquero se observan en la Figura 4. El modelo Maxitrap plus® fue el que capturó significativamente más *D. suzukii* ($p < 0.0001$), seguido del modelo Maxitrap®. Entre ambos modelos capturaron aproximadamente el 50% de los individuos totales. Se observa que los dos modelos transparentes, Olipe (muy utilizado en los años 2011 y 2012) y el modelo "vaso" (muy usado en otros países), capturan muy pocos individuos. Resultados similares respecto de las trampas transparentes fueron reportados por Renkema y col., 2014.

Posteriormente se realizaron otros estudios de modelos de trampas y, el modelo Hemitrap® mostró un nivel de capturas similar al Maxitrap plus®, sin diferencias significativas ($p = 0.9078$) con el modelo Maxitrap plus®.



Finalmente, en un ensayo diseñado para estudiar si el color influía en el nivel de capturas, se utilizó el modelo Hemitrap® en dos colores, rojo y amarillo. No se encontraron diferencias significativas entre los dos colores estudiados, en cuanto al porcentaje medio de capturas ($p=0.9382$).

Conclusiones

El seguimiento de la dinámica poblacional de la plaga desde el año 2011 ha permitido comprobar que se producen dos picos poblacionales en el año, el primero en primavera y el segundo en otoño. Durante el verano las capturas de adultos disminuyen.

En función de los estudios de eficacia de capturas en campo realizados hasta el momento, los atrayentes basados en vinagre de manzana, el Droskidrink (con vino merlot) y los cebos alimenticios líquidos disponibles en el mercado (SuzukiTrap® y Suzii®) mostraron eficacia capturando adultos de *D. suzukii*, aunque solamente los dos últimos mostraron selectividad para drosophilidos. Los modelos de mosquero Maxitrap plus®, Maxitrap® y Hemitrap® se han mostrado más eficaces capturando *D. suzukii* que los modelos transparentes. Para un mismo modelo de trampa no se observaron diferencias significativas en el nivel de capturas entre los colores amarillo y rojo.

Summary

Drosophila suzukii (Diptera: Drosophilidae) was first detected in Spain in the town of Rasquera (Tarragona) in 2008. High damage was registered in Catalonia by this pest in both strawberry and cherry in 2011. To properly design the control thereof is essential to monitor its populations and, with this aim, a network of traps

baited with apple cider vinegar was installed in the Alt and Baix Empordà regions. Beside this, field trials were initiated to assess the effectiveness in capturing *D. suzukii* of various substances and trap models, in order to develop biotechnical control methods.

The study on the population dynamics in cherry plots showed that *D. suzukii* is present throughout the year in the Alt and Baix Empordà regions. The catches in traps increase in spring, and females are predominantly captured; there is a second increase in annual catches in autumn, much higher than the spring one. In this period, the male / female ratio captured varies between 60-50 male% and 40-50% female.

Results on the lure and traps studies showed that the mix of Merlot wine and vinegar effectively capture *D. suzukii*, although they have a very low selectivity over other insects. The liquid lures commercially available in Spain, SuzukiTrap® and Suzii® were also effective in capturing adults of the pest and showed high selectivity for drosophilids. The most effective traps were Maxitrap plus®, Maxitrap® and Hemitrap® models. Clear trap models were significantly less effective ($p<0.0001$). There were no significant differences between red and yellow color, when the same trap model (Hemitrap®) was used ($p=0.9382$).

Agradecimientos: Los estudios presentados en este trabajo fueron financiados por el Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural de la Generalitat de Catalunya. La autora agradece especialmente a Cesca Alcalá, Marta Prats, Marta Potrony, Antoni Boch, Lluís Batllori, Honorat Sabaté, Gemma Estema, Núria Cuch i Xavier Llaona, sin cuya colaboración en diversas etapas, no hubiera sido posible realizar los trabajos detallados; y a Joan Puigbert y Jaume Teixidor por haber facilitado sus plantaciones comerciales.

BIBLIOGRAFÍA

- Abraham, J.; Zhang, A.; Angeli, S.; Abubeker, S.; Michel, C.; Feng, Y.; Rodríguez-Saona, C. 2015. Behavioral and Antennal Responses of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) to Volatiles From Fruit Extracts. <http://dx.doi.org/10.1093/ee/nvv013>
- Calabria, G.; Maca, J.; Bachli, G.; Serra, L.; Pascual, M. 2012. First records of the potential pest species *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in Europe. *J. Appl. Entomol.* 136: 139-147.
- Cha, D.; Adams, T.; Rogg, H.; Landolt, P. 2012. Identification and field evaluation of fermentation volatiles from Wine and Vinegar that mediate attraction of Spotted Wing drosophila, *Drosophila suzukii*. *J. Chem. Ecol.* 38:1419-1431.
- Cha D. H., Hesler S. P., Cowles R. S., Vogt H., Loeb G. M., Landolt P. J. 2013. Comparison of a synthetic chemical lure and standard fermented baits for trapping *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). *Environ. Entomol.* 42: 1052-1060.
- Cha D. H., Hesler S. P., Shinyoung P., Adams T.B., Zack R-S., Rogg H., Loeb G. M., Landolt P. J. 2015. Simpler is better: fewer non-target insects trapped with a four-component chemical lure vs. a chemically more complex food-type bait for *Drosophila suzukii*. *Ent Exp et Appl* 154(3):251-260.
- Escudero-Colomar, L. A.; Gómez Lecumberri, A.; Peñarrubia-María, E.; Alcalá Castellblanque, F.; Vilajeliu, M.; Batllori, L. 2011. Evaluation of food based attractants for *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in NE Spain. International meeting on "*Drosophila suzukii*: new threat for European fruit production", Trento, Italy, 2nd. December, 2011. <http://cri.fmach.eu/publications/report/Drosophila-talks>
- Escudero-Colomar, L.A.; Sorribas-Royo, R. 2013. Distribution and the population dynamics of *D. suzukii* in the NE of Spain (Catalonia) and the material to use in monitoring. *In Advances and prospects on monitoring and modeling of Drosophila suzukii* in Europe. Samietz, J. and Kehrli, P. eds, COST-Action FA 1104. Meeting-WG3 Crop Protection, 26-27 March 2013, Wädenswil, Switzerland.
- Gómez-Lekunberri, A.; Escudero-Colomar, L.A.; Peñarrubia-María, E. 2013. Comparació de diferents atrayents alimentaris per al monitoratge de *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931). *ICEA. X Jornada Prot. Vegetal*, pág 1-8.
- Grassi, A.; Anfora, G.; Maistri, S.; Gottardello, A.; Maddalena, G.; De Cristofaro, A.; Savini, G.; Ioriatti C. (2015). Development and efficacy of Droskidrink, a food bait for trapping *Drosophila suzukii*. *IOBC-WPRS Bulletin*, 109: 197-204. handle: <http://hdl.handle.net/10449/24922>
- Kessey J. A., Knaden, M., Hansson, B. S. 2015. Olfactory specialization in *Drosophila suzukii* supports and ecological shift in host preference from rotten to fresh fruit. *J Chem Ecol* 41:121-128.
- Landolt P.J., Adams T., Rogg H. 2012a. Trapping spotted wing Drosophila, *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae) with combinations of vinegar and wine, and acetic acid and ethanol. *J. Appl. Entomol.* 136:148-154
- Revardi S., Vitagliano S., Rossi Stacconi M. V., Ramasamy S., Mansourian S., Carlin S., Vrhovsek U., Becher P. G., Mazzoni V., Rota-Stabelli O., Angeli S., Dekker T., Anfora G. 2015. Olfactory responses of *Drosophila suzukii* females to host plant volatiles, *Phys Entomol* DOI:10.1111/phen. 12088.