

Artículo de revisión

***Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae) una nueva plaga de frutales que se está extendiendo mundialmente. Distribución, biología y ecología**

***Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae) a new pest of fruit that is spreading worldwide. Distribution, biology and ecology**

L.A. Escudero Colomar

IRTA. Protección Vegetal Sostenible. Estación Experimental Agrícola Mas Badia,
La Tallada d'Empordà S/N. 17134, Girona. España

*Autor de correspondencia: adriana.escudero@irta.es

Resumen

Drosophila suzukii (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae), comúnmente conocida como drosophila de las alas manchadas (SWD), es una nueva plaga de la fruta originaria del sudeste asiático. Es una de las pocas especies de *Drosophila* que pueden atacar a la fruta sana y ha sido citada en numerosos hospedantes, tanto cultivados (cereza, frutilla, frambuesa, arándano y zarzamora) como no cultivados. Entre los últimos, hay especies que pertenecen a familias de plantas presentes en la mayoría de bosques, lo que hace que este ecosistema juegue un papel importante como reservorio y diseminación de la especie. Su dispersión por todo el mundo ha sido muy rápida desde finales de la primera década de este siglo y, el último país en que se ha citado, es Brasil. Cuenta con una alta tasa de reproducción y puede desarrollar muchas generaciones por año, dos características que conjuntamente con su polifagia son un desafío para lograr un control efectivo en los huertos de frutales. En este artículo, se revisa el conocimiento disponible de la plaga en cuanto a su dispersión por todo el mundo, su biología y su ecología.

Palabras clave: *Drosophila suzukii*, drosophila de las alas manchadas, dispersión, hospedante, biología, ecología.

Abstract

Drosophila suzukii (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae), commonly known as the spotted wing drosophila (SWD) is a new pest of fruit native to Southeast Asia. It is one of the few species of *Drosophila* that can damage healthy fruit and has been cited in numerous cultivated hosts (cherry, strawberry, raspberry, blueberry and blackberry) and wild. Among the latter, there are species that belong to families of plants present in most forests, making this ecosystem play an important role as a reservoir and spread of the species. Its spread throughout the world has been very fast since the end of the first decade of this century and Brazil is the last country in what it has been cited. It has a high reproductive rate and can develop many generations per year, two features that together with its highly polyphagous habit are a challenge for effective control in fruit orchards. In this article, the available knowledge of the pest regarding its dispersal throughout the world, its biology and its ecology is reviewed.

Key words: *Drosophila suzukii*, spotted wing drosophila, dispersal, host, biology, ecology.

Introducción

Drosophila suzukii (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae), conocida en EEUU como la mosca de las alas manchadas, spotted wing *Drosophila* (SWD) es una nueva plaga que ataca en campo especies cultivadas y no cultivadas. Se ha

citado en 21 familias diferentes de plantas, destacándose las Rosaceae, puesto que ataca a especies de los géneros *Rubus* (frambuesas y zarzamoras), *Prunus* (cerezas, damascos, duraznos, pelones y ciruelos) y *Fragaria* (frutillas). Otro de sus hospedantes importantes se encuentra dentro de las Ericaceae, y son los frutos pertenecientes al gé-

nero *Vaccinium*, donde encontramos a todas las variedades de arándanos y otros pequeños frutos que crecen de manera espontánea en el bosque mediterráneo y en el hemisferio norte en general; dentro de esta familia también ha sido citada en la especie *Gaultheria adenothrix* y, algunas otras especies del mismo género, crecen en los bosques de América del Sur. Otras familias de plantas hospedantes son las Moraceae (higo y moras), y las Actinidaceae, cuya especie más conocida es el kiwi, aunque hay varias especies ornamentales. También se ha citado sobre la familia Ebenaceae y dentro de ésta específicamente sobre el kaki (*Diospyros kaki*), Adoxaceae (*Sambucus nigra*), Solanaceae (*Solanum luteum*), Rutaceae (*Murraya paniculata*), Myricaceae (*Myrica rubra*), Caprifoliaceae (*Lonicera spp.*), Rhamnaceae (*Frangula alnus*), Mirtaceae (*Eugenia uniflora*), Elaeagnaceae (*Elaeagnus umbellata*), Cornaceae (*Cornus spp.*), Garryaceae (*Aucuba japonica*), Grossulariaceae (*Ribes spp.*), Musaceae (*Musa spp.*), Phytoloccaceae (*Phytolacca americana*), Styracaceae (*Styrax japonicus*) y Taxaceae (*Torreya nucifera*). Aunque ha sido citada sobre Vitaceae (*Ampelopsis brevipedunculata* y *Vitis spp.*) algunos estudios han demostrado que tanto la preferencia en oviposición como el desarrollo sobre uvas es menor que en otras especies de frutales como cereza y frambuesa (Lee *et al.*, 2011a) (Biosecurity New Zealand, 2012).

Dado que muchas de estas especies de plantas crecen de forma espontánea en los bosques, este medio natural puede jugar un papel muy importante en el mantenimiento y diseminación de las poblaciones del insecto. Además, la diseminación del insecto se puede dar tanto por el comercio de frutas, como por el de plantas ornamentales y flores, por lo cual el gobierno Australiano ha realizado un exhaustivo estudio sobre el riesgo de introducción de la especie en ese país según los hospedantes citados en la bibliografía y algunos otros recogidos a través de la comunicación personal con diversos investigadores, como las flores de *Camelia japonica* (Familia Theaceae) (Biosecurity Australia, 2010).

El conocimiento de la biología, ecología y distribución de la plaga es crucial para el desarrollo de estrategias eficientes de gestión de sus poblaciones. Este artículo es una revisión del conocimiento de la distribución, biología y ecología generado hasta el momento.

Origen, distribución y diseminación

Es una especie originaria de Asia, y, aunque se citó por primera vez en el año 1916 en Japón da-

ñando cerezas, no fue hasta el año 1931 que la especie fue descrita por Matsumura, nombrándola como *D. suzukii*, la mosca de la cereza. Años más tarde, se publicaron diversos estudios reportando daños causados por la misma (Kanzawa 1935, 1936, 1939).

Si bien los primeros registros de la especie a nivel mundial datan de Japón, existe la posibilidad de que no siempre estuviera presente en ese país, y que haya sido introducida a principios del siglo XX (Kanzawa 1935), aunque posteriormente haya sido citada en otros países de Asia como China (Peng, 1937), India (CABI/EPPO, 2012), Paquistán (Amin ud Din *et al.*, 2005), Corea (Kanzawa, 1939, Chung, 1955, Kang y Moon, 1968), Myanmar y Nepal (Toda, 1991); Tailandia (Okada, 1976), Taiwan (Lin *et al.*, 1977) y Bangladesh (Pans *et al.*, 2011).

En EEUU y Canadá continental, se detectó en 2008 (Hauser, 2011) mientras que en la isla de Oahu, Hawái estaba presente desde 1980 (Kaneshiro, 1983), siendo registrada posteriormente en otras islas del mismo archipiélago, pero sin reportar daños, dado el tipo de cultivos presentes en la zona (Nishida, 1997, Breadsley y Perreira 1999, O'Grady y Perreira 2002). En Canadá se encuentra en Alberta, British Columbia, Manitoba, Ontario y Quebec (Walsh *et al.*, 2011, CABI/EPPO, 2012, Thistlewood *et al.*, 2012, EPPO, 2013, Saguez *et al.*, 2013). Mientras que en EEUU está presente en Alabama, Arkansas, California, Colorado, Connecticut, Delaware, Florida, Georgia, Hawái, Idaho, Illinois, Indiana, Iowa, Kentucky, Louisiana, Maine, Maryland, Massachusetts, Michigan, Minnesota, Mississippi, Missouri, Montana, New Hampshire, New York, North Carolina, North Dakota, Ohio, Oregon, Pennsylvania, Rhode Island, South Carolina, Tennessee, Texas, Utah, Vermont, Virginia, Washington, West Virginia y Wisconsin (Burrack *et al.*, 2012; Maier, 2012; NAPPO, 2010; Isaacs *et al.*, 2010; CABI/EPPO, 2012; Freda *et al.*, 2013).

En el continente europeo, se registró por primera vez en 2008 en Cataluña, España, en un bosque del NE de la provincia de Tarragona (Calabria *et al.*, 2012); en 2009, en Italia (Grassi *et al.*, 2011), aunque Raspi *et al.*, 2011 demostraron que los primeros individuos fueron capturados en el año 2008. En Francia se detectó en 2009 (Mandrin *et al.*, 2010), en Eslovenia en 2010 (Seljiak, 2011), en 2011 en Croacia (Masten-Milek *et al.*, 2011), Suiza (Baroffio y Fisher, 2011), Austria (Lethmayer, 2011) y Alemania (Vogt *et al.*, 2012), en 2012 en Bélgica (Cini *et al.*, 2012), Holanda (Helsen *et al.*, 2013), Portugal y Rusia (CABI/EPPO, 2012) e Inglaterra (IPPC, 2012). Finalmente, en el año

2013 se encontró en Hungría (Kiss *et al.*, 2013).

En Sudamérica, se la citó en Ecuador en el 2005, aunque había sido colectada anteriormente, en el año 1998, tal y como reportan Hauser (2011) y Calabria *et al.* (2012); en Costa Rica se encontró en el 2011 (Hauser, 2011) y recientemente fue citada en Brasil (Deprá *et al.*, 2014).

Es evidente que la plaga se ha dispersado rápidamente en el hemisferio norte y está colonizando el hemisferio sur.

¿Qué aspecto tiene en sus diferentes estados de desarrollo?

D. suzukii al estado adulto es un insecto pequeño, de unos 2-3 mm de longitud con los ojos rojos y el tórax de color marrón claro, con unas franjas negras en el abdomen. A simple vista, recuerda mucho a la mosca del vinagre, *D. melanogaster*. Existe un dimorfismo sexual evidente y las características diferenciales de la especie, pueden observarse tanto en machos como en hembras. Los machos de *D. suzukii*, poseen una mancha oscura cerca del extremo del ala, entre el borde y la segunda vena alar, centrada sobre la 1ª vena alar. (Fig. 1a). Presentan además, en el primer par de patas, dos o más peines como los que se observan en la Fig. 1b, que se encuentran dispuestos paralelos a la inserción de los segmentos de la pata. Las hembras, por su parte, poseen un ovipositor serrado bien esclerotizado (Kanzawa, 1939; Walsh *et al.*, 2011) (Fig. 2a y 2b), con el que pueden romper la epidermis de los frutos para depositar los huevos, y que hace a esta especie una de las pocas dentro de la familia Drosophilidae que puede dañar frutos sanos. Además, las características morfológicas mencionadas, permiten diferenciar la especie de otros drosophilidos comunes, aunque dentro de esta familia hay más especies que presentan un ovipositor serrado. Por este motivo, la identificación de *D. suzukii* presenta varios retos dado que los adultos pueden ser erróneamente identificados con facilidad, como ocurrió por ejemplo en California, donde fue inicialmente mal identificado como *Drosophila biarmipes* Malloch (Hauser, 2011).

Si bien los puntos oscuros del extremo del ala del macho pueden ser observados a simple vista, observaciones de investigadores norteamericanos (Beers *et al.*, 2011) parecen indicar que es una característica morfológica variable y no se vuelve claramente visible hasta dos días después de la emergencia del adulto macho, por lo cual para la correcta identificación de la especie se requiere la observación de los individuos bajo lupa binocular, para comprobar la presencia de otras

características morfológicas en los machos, así como el ovipositor en las hembras.

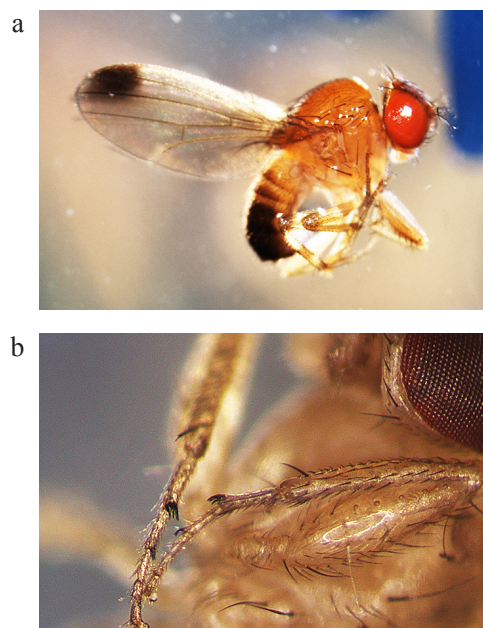


Figura 1. Macho de *Drosophila suzukii*. 1a. Aspecto general. 1b. Detalle del primer par de patas donde se observan los peines distintivos. Autor: L.A. Escudero-Colomar.

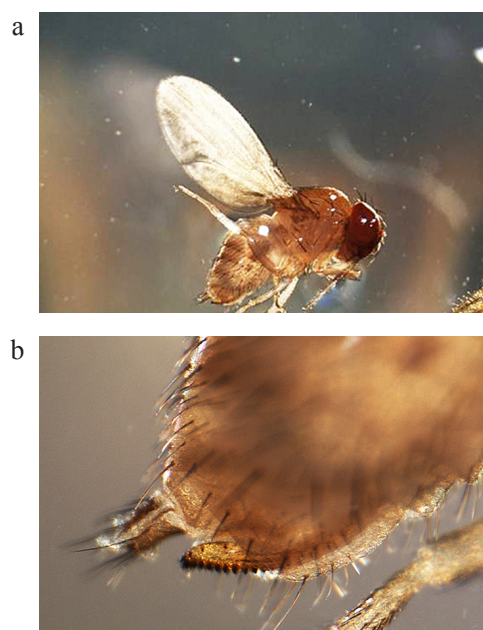


Figura 2. Hembra de *Drosophila suzukii*. 1a. Aspecto general. 1b. Detalle del ovipositor serrado. Autor: L. A. Escudero-Colomar.

Las características distintivas de los dos sexos (ovipositor dentado y manchas negras de las alas en los machos) de *D. suzukii* están presentes en otras 150 especies de *Drosophila*, lo que hace difícil la identificación de especies en áreas donde son simpátricas. Por ejemplo, los puntos negros de los machos de *Drosophila subpulchrella* Akamori y Watabe son muy similares en forma

y posición a los de *D. suzukii* (Takamori *et al.*, 2006). En cambio, los peines de las patas (Fig. 1b) pueden servir para la identificación de la especie y su separación de otras especies cercanas (Kikkawa y Peng, 1938; Parshad y Paika, 1965; Bock y Wheeler, 1972).

En cuanto a la hembra adulta, *D. suzukii* puede ser separada de *D. biarmipes* por la forma y la longitud del ovipositor. Sin embargo, para separarla de otras especies como *Drosophila immigrans* Sturtevant y *D. subpulchrella* (Takamori *et al.*, 2006), con ovipositores muy similares (Hauser, 2011) es necesario estudiar la magnitud relativa de la espermateca en comparación con el tamaño del ovipositor, lo que es sólo posible para un taxónomo experto (Hauser, 2011).

Por lo tanto, sólo los análisis de un conjunto completo de características, incluyendo también las genitales masculinas (Hsu, 1949; Okada, 1954; Parshad y Paika, 1965; Bock y Wheeler, 1972), permiten una identificación morfológica confiable de los adultos de la especie.

Tal y como fue descrito por Kanzawa en 1939, los huevos son blancos, pequeños y alargados, de una media de 0,62 mm de largo x 0,18 mm de ancho; y presentan dos filamentos blancos en uno de sus extremos, de 0,67 mm de longitud cada uno, que sirven como tubos de respiración. La larva es también blanca, con los dos extremos aguzados (Fig. 3a) y pasa por tres estadios larvarios. La pupa es de color marrón y posee en uno de sus extremos dos prolongaciones, que son tubos de respiración, que se ramifican de forma característica en su extremo distal (Fig. 3b). Las pupas se encuentran normalmente en el mismo fruto, adheridas a su superficie.

La identificación taxonómica de la especie en los estados de huevo, larva y pupa también es compleja, debido a que no se han identificado características morfológicas diferenciales (Okada, 1968). Por ejemplo, los dos apéndices respiratorios del huevo no es un carácter específico y es común en los drosophilidos. Por lo tanto, la utilización de técnicas moleculares para la identificación parece la única herramienta completamente fiable para identificar a la especie en sus estados inmaduros (Dhami y Kumrasinghe, 2014).

Biología y ecología

Los parámetros conocidos de la duración de cada estado de desarrollo han sido calculados para las poblaciones japonesas (Kanzawa, 1939; Kimura 2004; Kinjo *et al.*, 2014) y para las poblaciones norteamericanas (Walsh *et al.*, 2011; Lee *et al.* 2011a; Tochen *et al.*, 2014). Los adul-

tos recién emergidos, tardan uno o dos días en madurar sexualmente y pueden vivir entre más de 80 días, dependiendo de la temperatura y humedad. Esta especie coloca los huevos en frutos sanos (Kanzawa 1939, Sasaki y Abe 1993; Walsh *et al.*, 2011) y, además, dentro de una misma especie de planta, prefieren variedades cuyos frutos sean más blandos, pero nunca sobremaduros y, en el momento de la oviposición, dedican tiempo a buscar la parte del fruto más blanda para colocar los huevos (Kinjo *et al.*, 2014).

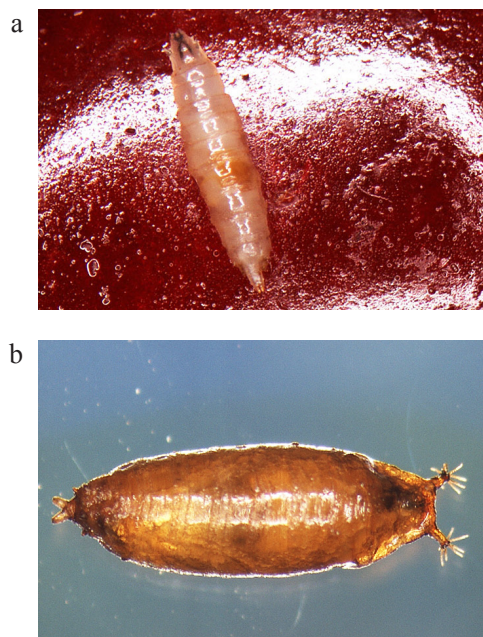


Figura 3. Estados inmaduros de *Drosophila suzukii*. 3a. Aspecto del estado de larva. 3b. Aspecto del estado de pupa. Autor: L.A. Escudero-Colomar.

Los estudios realizados a comienzos del siglo XX, indicaban que el tiempo de desarrollo desde huevo a adulto variaba desde 37 días a temperaturas entre 10-14 °C, mientras que se acortaba a 11 días con temperaturas más suaves (24-26 °C) (Kanzawa, 1939). Estudios recientes han confirmado estos datos (Tochen *et al.*, 2014). Algunos estudios encontraron que a 21,1 °C el ciclo se completó en poco más de 7 días (Walsh *et al.*, 2011), mientras que recientemente estudios sobre el tiempo de desarrollo de huevo a adulto en cereza y arándanos mostraron que fue de 14±0.1 días a 22 °C y de 9.9±0.2 días a 28 °C (Tochen *et al.*, 2014). El número de generaciones anuales es variable, dependiendo de las condiciones de temperatura y humedad ambiente, aunque se han citado entre 7 y 15 generaciones por año (Kanzawa 1939; Mitsui *et al.*, 2006; Walsh *et al.*, 2011). Recientemente, Tochen *et al.*, (2014) determinaron que la temperatura óptima de desarrollo era de 21 °C, registrándose una media de 195,1 huevos/hembra en cereza y 79,1 en arándanos. Otros au-

tores demostraron que la temperatura influye directamente en la reproducción, en el número de huevos colocados por las hembras y en el porcentaje de huevos eclosionados (Kinjo *et al.*, 2014). Kimura (2004) estudió las diferencias entre poblaciones de distintas partes de Japón y encontró que tanto para poblaciones procedentes del norte como del sur, la temperatura letal que mataba el 50% de la población estaba en el rango de 32.2 °C a 32.7 °C. A temperaturas mayores de 30 °C habría una supresión de la reproducción (Kinjo *et al.*, 2014; Tochen *et al.*, 2014).

Con respecto a los umbrales inferiores de temperatura, en estudios de laboratorio se encontró que la supervivencia decreció a temperaturas inferiores a 10 °C, en todos los estados de desarrollo (Dalton *et al.*, 2011). Estos autores también constataron que los adultos pueden sobrevivir hasta 88 días a temperaturas de 10 °C sin cambios en su mortalidad aunque estuvieran sometidos a temperaturas de congelación durante 7 días durante ese periodo. Cuando individuos al estado de pupa fueron sometidos a las mismas condiciones, fueron capaces de sobrevivir hasta 105 días a temperatura constante de 10 °C y 103 días cuando se incluían 7 días a temperaturas de congelación (-2 °C). También observaron que, por debajo de 10 °C los machos no mostraban comportamiento reproductivo, siendo éste un indicio que a esta temperatura los machos son estériles, como sucede con otras especies de drosófilidos. Se podría pensar entonces que las hembras de *D. suzukii* pueden aparearse antes de la llegada de las temperaturas frías, para colocar los huevos a principios de la siguiente primavera, como indican algunos autores que sucede en la mosca del vinagre *D. melanogaster* (Boulétreau-Merle y Fouillet, 2002). Es decir, que la supervivencia invernal de la especie en climas con condiciones invernales muy severas, podría depender de la capacidad de las hembras de *D. suzukii* de encontrar escondites que le den abrigo, para soportar las temperaturas extremas y poder dispersarse con el inicio de la primavera (Mitsui *et al.*, 2010).

Finalmente, la constante térmica calculada para *D. suzukii* corresponde a 208 grados-día y la tasa intrínseca de crecimiento (r_m) a 0.2; ambos valores indican un rápido crecimiento poblacional y la posibilidad de numerosas generaciones anuales (Tochen *et al.*, 2014), aunque estos parámetros por sí solos no permiten realizar una modelización del desarrollo poblacional que permita predecir con precisión el desarrollo de la plaga. Otros factores tales como la infección de la bacteria endosimbiótica *Wolbachia spp.* y su incidencia sobre la reproducción (Siozios *et al.*,

2013; Tochen *et al.*, 2014), deben ser considerados en el desarrollo de estos modelos.

Conclusión

En el presente documento se han reseñado los conocimientos actuales sobre las características biológicas y ecológicas que confieren a esta especie una elevada peligrosidad para la producción agrícola. Entre ellos se ha detallado su gran polifagia, su alto poder reproductivo, la existencia de varias generaciones anuales y la preferencia de las hembras adultas por colocar sus huevos en frutos sanos. La rápida propagación de la plaga en prácticamente todo el mundo, y las características antes mencionadas plantean un desafío para la producción y comercialización de fruta y sugieren que para un control eficaz es necesario un programa de Manejo Integrado de Plagas con un enfoque de área amplio (“area-wide”), combinando más de una herramienta de control, que incluya no solo los aspectos agronómicos y culturales sino también consideraciones sociales (Lee *et al.*, 2011b; Dreves, 2011).

Agradecimientos

Al Departament d’Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural de la Generalitat de Catalunya, por financiar los estudios llevados adelante sobre *D. suzukii* en Cataluña, España desde el año 2011 hasta el presente (IRTA V4060).

Referencias bibliográficas

- Amin Ud Din M., Mazhar K., Haque S., Ahmed M. (2005). A preliminary report on *Drosophila* fauna of Islamabad (Capital, Pakistan). *Drosophila* Information Service, 88: 6-7.
- Baroffio C., Fischer S. (2011). Neue Bedrohung für Obstplantagen und Beerenpflanzen: die Kirschessegfliege. *UFARevue*, 11: 46-47.
- Beers, E.; Begun, D.; Bolda, M.; Brown, P.; Bruck, D.; Caprile, J.; Castagnoli, S.; Coates, W.; Coop, L.; Dreves, A.; Grant, J.; Hamby, K.; Lee, J.; Long, L.; Shearer, P.; Walsh, D.; Walton, V.; Zalom, F. (2011). Biology and management of spotted wing *Drosophila* on small and Stone fruits: Year 1 reporting cycle. http://groups.hort.oregonstate.edu/B6311707-0335-4FD2-9211-05A20A58646/FinalDownload/DownloadId-C53985E59A86172DE7E656AC1449A22/B6311707-0335-4FD2-9211-505A20A58646/system/files/Spotted_Wing_booklet-11-2.pdf
- Beardsley, J.W. & W.D. Perreira (1999). New records for Diptera in Hawaii. *Records of the Hawaii Biological Survey for 1998*. Part 1: 51-57.
- Biosecurity Australia. (2010). Draft pest risk analysis report for *Drosophila suzukii* Biosecurity Australia,

- Canberra.
- Biosecurity New Zealand. (2012). Pest Risk Assessment: *Drosophila suzukii*: spotted wing drosophila (Diptera: Drosophilidae) on fresh fruit from the USA. MPI Technical Paper No: 2012/05. ISBN: 978-0-478-38861-9. 46 pp.
- Biosecurity New Zealand. (2012) Plantwise Knowledge Bank. <http://www.plantwise.org/Knowledge-Bank/Datasheet.aspx?dsid=109283>.
- Bock I. R., Wheeler M. R. (1972). The *Drosophila melanogaster* species group.- University of Texas Publications, 7213: 1-102.
- Boulétreau-Merle, J.; Fouillet, P. (2002). How to overwinter and be a founder: egg-retention phenotypes and matting status in *Drosophila melanogaster*. *Evolutionary Ecology* 16: 309-332.
- Burrack H. J., Smith J. P., Pfeiffer D. G., Koehner G., Laforest J. (2012). Using volunteer-based networks to track *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) an invasive pest of fruit crops. *Journal of Integrated Pest Management*, 3(4): B1-B5(5).
- CABI/EPPO, (2012). *Drosophila suzukii*. [Distribution map]. Distribution Maps of Plant Pests. Wallingford, UK: CABI, Map 766.
- Calabria G., Maca J., Bachli G., Serra L., Pascual M., (2012). First records of the potential pest species *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in Europe. *Journal of Applied Entomology*, 136: 139-147.
- Cini, A., Ioriatti, C., Anfora, G. (2012). A review of the invasion of *Drosophila suzukii* in Europe and a draft research agenda for integrated pest management. *Bulletin of Insectology* 65 (1): 149-160.
- Chung Y. J. (1955). Collection of wild *Drosophila* on Quelpart Island, Korea. *Drosophila Information Service*, 29: 111.
- Dhami, M.K.; Kummarasinghe, L. (2014). A HRM Real-Time PCR Assay for rapid and Specific identification of the emerging pest Spotted-wing drosophila (*Drosophila suzukii*). *PlosOne* 9 (6): e98934.
- Dreves, A. J., Walton, V. & Fisher, G. (2009). A new pest attacking healthy ripening fruit in Oregon. OSU Extension Service. <http://ir.library.oregonstate.edu/jspui/bitstream/1957/13090/1/em8991.pdf>
- Dreves A. J. (2011). IPM program development for an invasive pest: coordination, outreach and evaluation. *Pest Management Science*, 67: 1403-1410.
- EPPO. (2010). Factsheet: *Drosophila suzukii*, (Diptera: Drosophilidae), spotted wing *Drosophila*; A pest from the EPPO Alert List. http://www.eppo.int/QUARANTINE/Alert_List/insects/Drosophila_suzukii_factsheet_12-2010.pdf?utm_source=www.eppo.org&utm_medium=int_redirect.
- EPPO. (2013). PQR database. Paris, France: European and Mediterranean Plant Protection Organization. <http://www.eppo.int/DATABASES/pqr/pqr.htm>
- Freda P. J., Braverman J. M. (2013). *Drosophila suzukii*, or spotted wing Drosophila, recorded in Southeastern Pennsylvania, U.S.A. *Entomological News*, 123 (1): 71-75.
- Grassi A, Giongo L, Palmieri L. (2011). *Drosophila (Sophophora) suzukii* (Matsumura), new pest of soft fruits in Trentino (North-Italy) and in Europe. IOBC/WPRS Bulletin [Proceedings of the IOBC/WPRS Working Group "Integrated Plant Protection in Fruit Crops, Subgroup Soft Fruits", Budapest, Hungary, 20-23 September 2010.], 70: 121-128.
- Hauser M. (2011). A historic account of the invasion of *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae) in the continental United states, with remarks on their identification.- *Pest Management Science*, 67: 1352-1357.
- Helsen H, Bruchem Jvan, Potting R, (2013). The suzuki-fruit fly *Drosophila suzukii*, a new pest of fruit in the Netherlands. (De suzuki-fruitvlieg *Drosophila suzukii*, een nieuwe plaag op fruit in nederland.) *Gewasbescherming*, 44(3): 72-76.
- Hsu T. C. (1949). The external genital apparatus of male Drosophilidae in relation to systematics.- University of Texas Publications, 4920: 80-142.
- IPPC. (2012). *Drosophila suzukii*. IPPC Official Pest Report, No. GBR-31/1, No. GBR-31/1. Rome, Italy: FAO.
- Isaacs R., Hahn N., Tritten B., Garcia-Salazar C. (2010). Spotted wing drosophila: a new invasive pest of Michigan fruit crops. *Bulletin E3142*.
- Kaneshiro, K. Y. (1983). *Drosophila (Sophophora) suzukii* (Matsumura). *Proceedings Hawaiian Entomological Society* 24: 179.
- Kang Y. S., Moon K. W. (1968). Drosophilid fauna of six regions near the demilitarized zone in Korea. *Korean Journal of Zoology*, 11: 65-68.
- Kanzawa, T. (1935). Research into the Fruit-fly *Drosophila suzukii* Matsumura (Preliminary Report). Yamanashi Prefecture Agricultural Experiment Station. Report.
- Kanzawa, T. (1939). Studies on *Drosophila suzukii* Mats. Kofu, Yamanashi Agricultural Experiment Station 49 pp. Abstract in *Review of Applied Entomology*, 29: 622.
- Kinjo, H.; Kunimi, Y.; Nakai, M. (2014). Effects of temperature on the reproduction and development of *Drosophila suzukii*. *Appl. Entomol. Zool.* 49: 297-304.
- Kikkawa H., Peng F. T. (1938). *Drosophila* species of Japan and adjacent localities.- *Japanese Journal of Zoology*, 7: 507-552.
- Kimura, M. T. (1988). Adaptation to temperate climates and evolution of over-wintering strategies in the *Drosophila melanogaster* species group. *Evolution*, 42: 1288-1297.
- Kimura, M. T. (2004). Cold and heat tolerance of drosophilid flies with reference to their latitudinal distributions. *Oecologia* 140: 442-449.
- Kiss B, Lengyel G, Nagy Z, Kárpáti Z. (2013). First record of spotted wing drosophila [*Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931)] in Hungary. (A pettyesszárnyú muslica (*Drosophila suzukii*) elsodouble acute~magyarországi elodouble acute~fordulása.) *Növényvédelem*, 49(3): 97-99.
- Lee J. C., Bruck D. J., Curry H., Edwards D., Haviland D. R., Van Steenwyk R. A., Yorgey B. M. (2011a). The susceptibility of small fruits and cherries to the spotted-wing drosophila, *Drosophila suzukii*. *Pest Management Science*, 67: 1358-1367.
- Lee J. C., Bruck D. J., Dreves A. J., Ioriatti C., Vogt H., Baufeld P. (2011b). In focus: spotted wing *Dro-*

- sophila*, *Drosophila suzukii*, across perspectives. Pest Management Science, 67: 1349-1351.
- Lethmayer C. (2011). Gefährliche Fliegen für Äpfel & Co. Bessers Obst, 12: 4-5.
- Lin F. J., Tseng H. C., Lee W. Y. (1977). A catalogue of the family Drosophilidae in Taiwan (Diptera). Quarterly Journal of Taiwan Museum, 30: 345-372.
- Maier C. T. (2012). First detection and widespread distribution of the spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae), in Connecticut in 2011. Proceedings of the Entomological Society of Washington, 114(3):329-337. <http://www.bioone.org/doi/abs/10.4289/0013-8797.114.3.329>
- Mandrin J. F., Weydert C., Trottin-Caudal Y. (2010). Un nouveau ravageur des fruits: *Drosophila suzukii*. Premiers dégâts observés sur cerises. Infos CTIFL, 266: 26-33.
- Masten-Milek T., Seljak G., Šimala M., Bjeliš M. (2011). Prvi nalaz *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera Drosophilidae) u Hrvatskoj.- Glasilo Biljne Zaštite, 11: 377-382.
- Mitsui, H.; Beppu, K.; Kimura, M.T. (2010). Seasonal life cycles and resource uses of flower- and fruit-feeding drosophilid flies (Diptera: Drosophilidae) in central Japan. J. Entomol. Sci 13: 60-67.
- Mitsui H., Kimura M. T. (2010). Distribution, abundance and host association of two parasitoid species attacking frugivorous drosophilid larvae in central Japan. European Journal of Entomology, 107: 535-540.
- NAPPO, 2010. Phytosanitary Alert System: Spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii*, a fruit pest in the United States. NAPPO. <http://www.pestalert.org/oprDetail.cfm?oprID=417>.
- Okada T. (1954). Comparative morphology of drosophilid flies. I. Phallic organs of the *melanogaster* group. Kontyu, 22: 36-46.
- Okada T. (1968). Systematic study of the early stages of Drosophilidae. Bunka Zugeisha Co., Tokio, Japan.
- Okada T. (1976). New distribution records of the Drosophilids in the oriental region. Makunagi, 8: 1-8.
- Pansa MG, Frati S, Baudino M, Tavella L, Alma A. (2011). First record of *Drosophila suzukii* in Piedmont. (Prima segnalazione di *Drosophila suzukii* in Piemonte.) Protezione delle Colture, No.2: 108.
- Parshad R., Paika I. J. (1965). Drosophilid survey of India II. Taxonomy and cytology of the subgenus *Sophophora* (*Drosophila*). Research Bulletin of the Panjab University, 15: 225-252.
- Peng F. T. (1937). On some species of *Drosophila* from China. Annotationes Zoologicae Japonenses, 16: 20-27.
- Raspi A., Canale A., Canovai R., Conti B., Loni A., Strumia F. (2011). Insetti delle aree protette del comune di San Giuliano Terme. Felici Editore, San Giuliano Terme, Pisa, Italy.
- Saguez J., Lasnier J., Vincent C. (2013). First record of *Drosophila suzukii* in Quebec vineyards. Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin, 47(1): 69-72.
- Sasaki, M.; Abe, N. (1993). Occurrence of *Drosophila* in the cherry orchards (1) Species and the seasonal prevalence obtained by the bait trap. Ann. Rept. Plant prot. North Japan 44: 169-171.
- Seljak G. (2011). Spotted wing *Drosophila*, *Drosophila suzukii* (Matsumura), a new pest of berry-fruit in Slovenia. Sadjarstvo, 22 (3): 3-5.
- Siozios S, Cestaro A, Kaur R, Pertot I, Rota-Stabelli O, Anfora G. (2013). Draft genome sequence of the *Wolbachia* endosymbiont of *Drosophila suzukii*. Genome Announc. 1(1): e00032-13.
- Takamori H., Watabe H., Fuyama Y., Zhang Y., Aotsuka T. (2006). *Drosophila subpulchrella*, a new species of the *Drosophila suzukii* species subgroup from Japan and China (Diptera: Drosophilidae). Entomological Science, 9: 121- 128.
- Thistlewood H, Shearer PW, Steenwyk Bvan, Walton V, Acheampong S. (2012). *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae), a new pest of stone fruits in western North America. IOBC/WPRS Bulletin (Proceedings of the IOBC/WPRS Working Group 'Integrated Protection of Fruit Crops', Vico del Gargano, Italy, 12-17 September, 2010.9, 74: 133-137.
- Toda M. J. (1991). Drosophilidae (Diptera) in Myanmar (Burma) VII. The *Drosophila melanogaster* species-group, excepting the *D. montium* species-subgroup. Oriental Insects, 25: 69-94.
- Tochen, S.; Dalton, D.; Wiman, N; Hamm, C.; Shearer, P.; Walton, V. (2014). Temperature-related development and population parameters for *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) on cherry and blueberry. Environ. Entomol. 43(2): 501-510.
- Vogt H., Baufeld P., Gross J., Kopler K., Hoffmann C. (2012). *Drosophila suzukii*: eine neue bedrohung für den Europäischen obst- und weinbau – bericht über eine internationale tagung in trient, 2, Dezember 2011. Journal für Kulturpflanzen, 64: 68-72.
- Walsh D. B., Bolda M. P., Goodhue R. E., Dreves A. J., Lee J. C., Bruck D. J., Walton V. M., O'neal S. D., Zalom F. G. (2011). *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae): Invasive pest of ripening soft fruit expanding its geographic range and damage potential. Journal of Integrated Pest Management, 1: 1-7.
- Yu, Y.; Wang, J.; Tao, Y-L.; Guo, D.; Chu, D. (2013). Detection and phylogenetic analysis of *Wolbachia* in different geographical populations of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). Acta Entomologica Sinica, 56(3): 323-328.