

# La mosca de las alas manchadas, *Drosophila suzukii* (Matsamura)

*Nueva plaga de las frutas finas en Argentina*

Claudia F. Funes, Daniel S. Kirschbaum, Lorena I. Escobar, Ana M. Heredia



**INTA** Ediciones

Colección  
INVESTIGACIÓN, DESARROLLO  
E INNOVACIÓN

*La mosca de las alas  
manchadas, Drosophila  
suzukii (Matsamura)*

*Nueva plaga de las frutas finas en Argentina*

*Autores:*

*Claudia F. Funes, Daniel S. Kirschbaum, Lorena I. Escobar, Ana M. Heredia*

# LA MOSCA DE LAS ALAS MANCHADAS, *DROSOPHILA SUZUKII* (MATSAMURA), NUEVA PLAGA DE LAS FRUTAS FINAS EN ARGENTINA

Claudia F. Funes, Daniel S. Kirschbaum, Lorena I. Escobar, Ana M. Heredia  
funes.claudia@inta.gob.ar

La mosca de las alas manchadas : *Drosophila Suzukii*, Matsamura / Daniel Kirschbaum ... [et al.]. - 1a ed . - Famaillá, Tucumán : Ediciones INTA, 2018.  
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online  
ISBN 978-987-521-923-6

1. Plagas. 2. Arboles Frutales. 3. Control Biológico. I. Kirschbaum, Daniel  
CDD 635.6



Centro Regional Tucumán - Santiago del Estero  
Estación Experimental Agropecuaria Famaillá  
Ruta Prov. 301 - Km 32 - Famaillá - Tucumán  
E-mail: eeafamailla@inta.gob.ar  
Tel: (03863) 461 048

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su almacenamiento en un sistema informático, ni su transmisión en cualquier formato o por cualquier medio, electrónico, mecánico, fotocopia u otros métodos, sin el permiso previo del editor.

# ÍNDICE

<b>1. Introducción</b>	4
<b>2. Origen, expansión y distribución actual</b>	4
<b>3. Descripción y reconocimiento</b>	5
<b>4. Ciclo biológico</b>	7
<b>5. Condiciones favorables</b>	8
<b>6. Hospederos informados</b>	8
<b>7. Daños</b>	9
<b>8. Monitoreo</b>	11
8.1 Cebos	11
8.2 Trampas	12
<b>9. Alternativas de manejo</b>	17
9.1 Control cultural	17
9.2 Trampeo masivo	18
9.3 Control biológico	18
9.4 Técnica del insecto estéril	19
9.5 Sustancias GRAS	20
9.6 Mallas o redes	20
9.7 Control químico	21
9.8 Tratamientos poscosecha	22
9.8.1 Tratamiento cuarentenario con bromuro de metilo	23
9.8.2 Radiaciones ionizantes	23
9.8.3 Tratamiento de frío	23
<b>10. Bibliografía</b>	24

## 1- Introducción

Las moscas del género *Drosophila* son principalmente consumidoras de microorganismos asociados a tejidos vegetales en descomposición, por lo que en su mayoría no son consideradas plagas de la agricultura. Sin embargo, la **mosca de las alas manchadas**, *Drosophila suzukii* (Marsamura) es una de las pocas excepciones en cuanto a sus hábitos alimentarios. Justamente, la importancia de esta especie radica en que ataca frutos en sus últimos estadios de madurez, cuando todavía están unidos a la planta, provocando grandes pérdidas económicas en algunas especies de frutales cultivados, como así también daños a frutales nativos en zonas de vegetación natural (1).

Esta especie tiene la particularidad de que las hembras utilizan frutas sanas como sustrato de oviposición. Perforan la epidermis del fruto valiéndose de su poderoso ovipositor aserrado y esclerosado, para colocar los huevos en el interior del mismo. Es decir, *D. suzukii* no requiere fruta sobremadura, ni previamente dañada o en descomposición como ocurre con la gran mayoría de los drosófilidos. Las larvas de *D. suzukii* nacen adentro del fruto y se alimentan de él. Las heridas causadas favorecen el ingreso de microorganismos saprófagos, lo que en conjunto con el daño directo del insecto genera un rápido deterioro del fruto, que luego se traduce en grandes pérdidas para los productores (2).

Es una especie de origen asiático (Japón, Corea, China, etc.). Originalmente se la conocía como mosquita del cerezo, ya que en Japón, donde fue descrita por primera vez, prefería este frutal sobre el resto (1). Sin embargo, en los últimos años la plaga ha experimentado una constante y vertiginosa expansión por todo el mundo. En 2008 se registraron fuertes invasiones a Europa y EEUU, y a partir de 2013 comienza a detectarse en Sudamérica, específicamente en Brasil. De allí en más, la plaga invade rápidamente Argentina, Chile y Uruguay, provocando importantes daños en cultivos de frutas finas tales como arándano, cereza, frambuesa, frutilla y zarzamora (3).

En Argentina, *D. suzukii* fue hallada por primera vez en 2014, casi simultáneamente en Río Negro sobre frambuesa, y en Buenos Aires sobre arándano. En los años subsiguientes, la plaga se dispersó prácticamente por todo el país (3).

## 2-Origen, expansión y distribución

*Drosophila suzukii* fue encontrada por primera vez en Japón dañando cerezas en el año 1916, pero no fue sino hasta 1931 que Matsumura describió la especie, nombrándola como *D. suzukii*, o mosquita del cerezo (1). En los años subsiguientes, el insecto progresivamente fue expandiéndose hacia otros países asiáticos y luego a los demás continentes (Fig. 1).

Inicialmente, su dispersión por el continente asiático fue relativamente lenta. Así se cita en 1937 en el este de China, en 1965 en el norte de India, en 1976 en Tailandia, en 1968 en Corea del Sur, en 1977 en Taiwán, en 1991 en Birmania, en 1992 en el este de Rusia, en 1995 en Corea del Norte y en 2005 en Pakistán (2).

En EEUU, aunque estaba presente en las islas de Hawaii desde 1983 (4), en 2008 fue detectada en territorio continental, precisamente en el condado de Santa Cruz (California), sobre cultivo de frambuesa. La especie se extendió en 2009 a más de 20 condados californianos. También fue hallada en Oregon, Washington, Florida y Columbia Británica (Canadá) (5, 6), y poco después en Louisiana, Carolina del Norte, Carolina del Sur, Utah, Michigan y Nueva York (3). En México fue registrada solo en el municipio de Los Reyes, Michoacán (3).

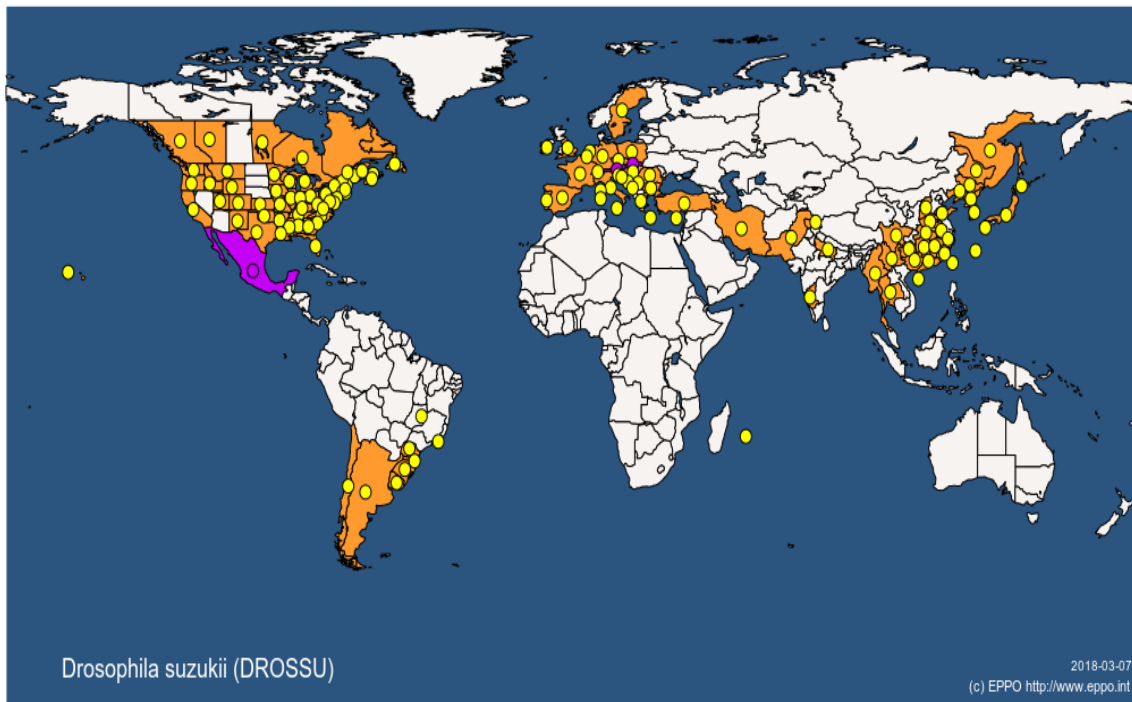
En Europa, se detectó por primera vez en España en 2008, concretamente en Rasquera-El Perelló (Tarragona) (5); en Italia en 2009, en la provincia de Trento (7); en Francia en 2010 (isla de Córcega y Alpes Marítimos), en cereza, durazno, damasco y frutilla (74).

En Sudamérica, a principios de 2013 se registraron las primeras capturas en la región meridional del Brasil (estados de Rio Grande do Sul y Santa Catarina) (8) y en Uruguay (9). En el verano 2013-14, adultos de *D. suzukii* se capturaron en trampas colocadas en arbustos de



especies espontáneas de la zona de Valparaíso (Chile). En Argentina, fue hallada por primera vez en el 2014, casi simultáneamente en Choele Choel (provincia de Río Negro) sobre frambuesa (10), en el partido de Lobos (provincia de Buenos Aires) sobre arándano (11) y en Concordia (provincia de Entre Ríos), en trampas colocadas en quintas de naranja y de zarzamora (12).

En los años subsiguientes, la plaga se dispersó prácticamente por todo el territorio argentino, con capturas durante el 2015 en Anillaco (provincia de La Rioja), en trampas próximas a peras yacientes sobre el suelo (13), y en Tucumán, en trampas colocadas en plantas del género *Opuntia* en hábitats semiáridos naturales (14). En 2016, se la encuentra infestando frutos de guayabo, en hábitats subtropicales de la reserva natural Parque Biológico Sierra de San Javier (Horco Molle, Tucumán) (15). La dinámica de los hallazgos de los últimos 3 años, indica que *D. suzukii* literalmente ha invadido Sudamérica (16).



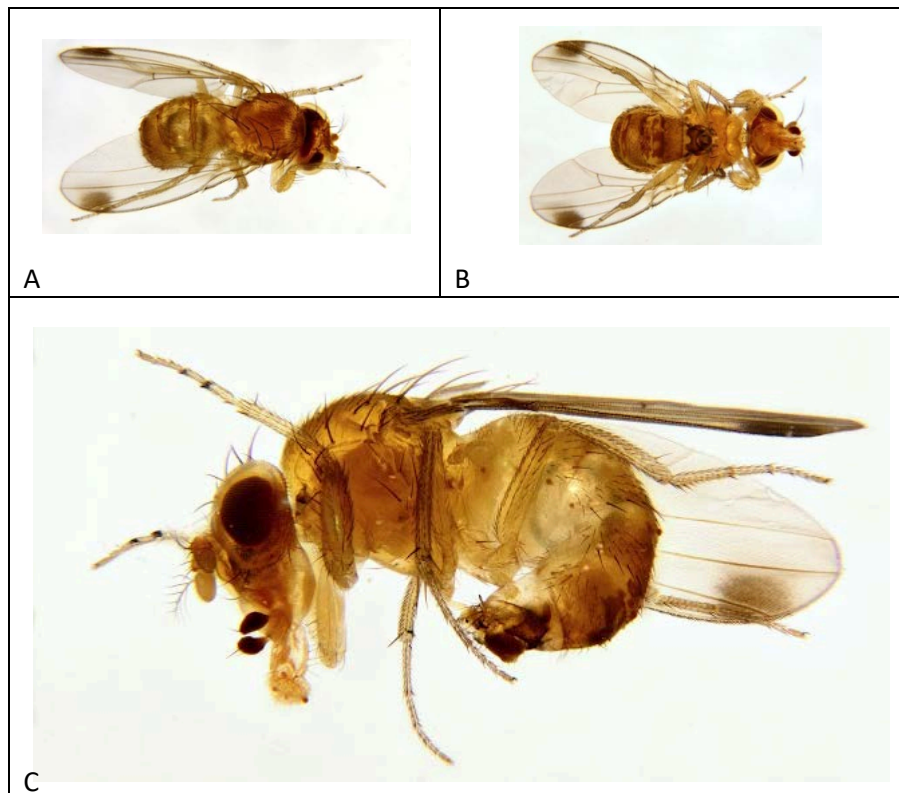
**Fig. 1.** Distribución geográfica de *D.suzukii*. Extraído de base de datos global de la Organización Europea para la Protección de las Plantas (17).

### 3-Descripción y reconocimiento de la plaga

Los huevos miden 0,4-0,6 mm de longitud. Son translúcidos, de color blancuzco, se desarrollan y eclosionan dentro de la fruta en la que fueron depositados. Presentan dos filamentos (espiráculos respiratorios) en el extremo y sobresalen del epicarpio de los frutos. La larva se torna visible en el interior del huevo a medida que se acerca la eclosión (18). Estas son blancas, cilíndricas, con piezas bucales negras y pasan por tres estadios larvales dentro de la fruta. Las recién emergidas miden  $\approx 0,7$  mm de longitud, mientras que las del tercer estadio pueden crecer hasta 5,5 mm (18, 19).

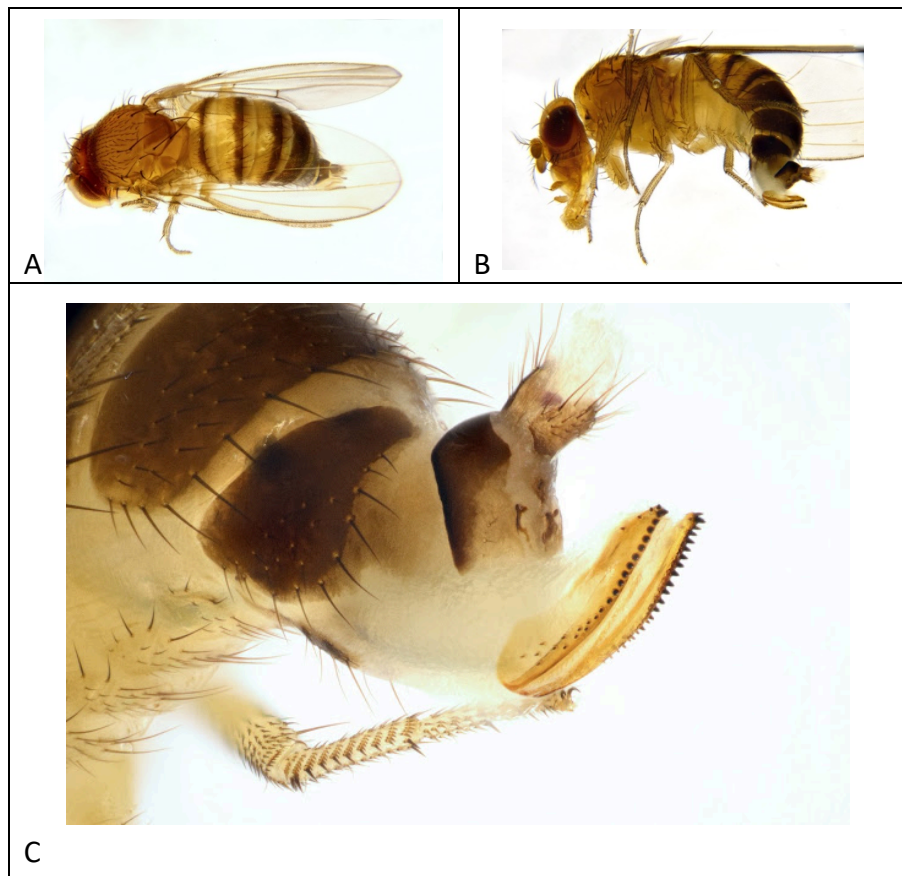
Las pupas miden 2-3 mm de largo, son de color marrón rojizo, fusiformes y poseen dos pequeñas proyecciones ramificadas en uno de los extremos, que cumplen funciones respiratorias. La pupación se produce mayormente en el interior del fruto, aunque también puede ocurrir en su exterior (18). Los adultos son insectos pequeños, de 2-3 mm de largo, con ojos rojos y tórax marrón pálido o marrón amarillento, y bandas transversales negras en el abdomen. Las antenas son cortas y con aristas ramificadas. La especie presenta un marcado dimorfismo sexual.

Los machos poseen una mancha negra en el margen distal de las alas, ubicada en el centro de la primera vena alar (Fig. 2). En las patas anteriores, tienen dos conjuntos de peines sexuales con setas negras ubicados en los dos primeros tarsos, que se disponen de forma paralela al eje de la extremidad. Estos caracteres facilitan la identificación en campo, aunque debe realizarse una confirmación mediante el análisis de la genitalia, ya que pueden encontrarse individuos recién emergidos que carecen completamente de las manchas, dado que estas comienzan a desarrollarse 10 h después de la emergencia (20).



**Fig. 2.** Macho adulto de *D. suzukii*. Vista dorsal (A) y ventral (B), mostrando mancha alar característica. Vista lateral (C), detalle del doble peine sexual presente en el primer par de patas, carácter distintivo de la especie. Créditos: Chris Thomas.

Las hembras son un poco más grandes que los machos (Fig. 3). El ovipositor es de gran tamaño, posee abundantes dientes oscuros (aserrado) y está fuertemente esclerosado, siendo estos caracteres los que confieren a la hembra la capacidad única en la familia Drosophilidae de penetrar la epidermis de frutos sanos para oviponer (18, 22).

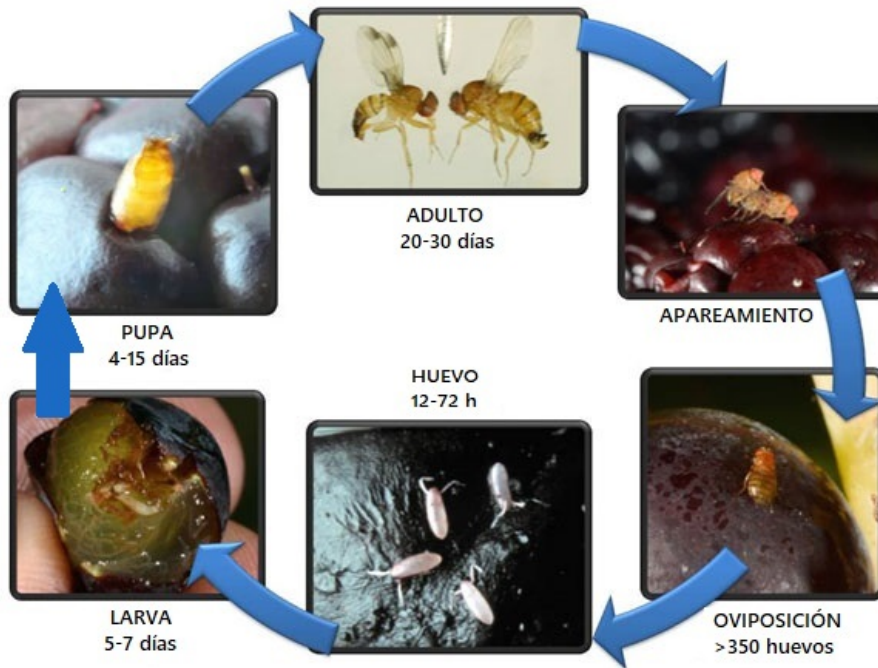


**Fig. 3.** Hembra adulta de *D. suzukii*. Vista dorsal **(A)** y ventral **(B)**. Detalle lateral, mostrando detalle de aparato ovipositor aserrado **(C)**. Créditos: Chris Thomas.

#### 4-Ciclo biológico

Los adultos de *D. suzukii* pueden vivir de 21 a 63 días (Fig. 4), aunque algunos que diapausan durante el invierno pueden sobrevivir >200 días (21). Alcanzan la madurez sexual 2 o 3 días después de la emergencia. El apareamiento ocurre en cualquier momento del día, mayormente durante las horas de luz y cuando las temperaturas son más elevadas. Una vez copulada, la selección del hospedero por parte de la hembra está influida por la firmeza de la fruta, siendo más elegidas aquellas más cercanas a su máxima madurez. Cada hembra deposita de 1 a 3 huevos por sitio de oviposición, 21 huevos por día y un promedio de 380 huevos durante toda su vida (18, 19, 22). El periodo de desarrollo de huevo a adulto es variable. La eclosión de los huevos puede tardar de 1 a 3 días, las larvas se desarrollan en 3 a 13 días y la pupación dura de 4 a 45 días.





**Fig. 4.** Esquema del ciclo de vida de *D. suzukii* mostrando los diferentes estadios de desarrollo y sus respectivos rangos de duración. Las fotos corresponden a diferentes tipos de frutas finas hospederas de la plaga. Créditos: John Obermeyer, Purdue University.

La duración del ciclo de vida completo de *D. suzukii* depende de las condiciones climáticas, pudiendo ser de 9 a 12 días a temperaturas cercanas a los 21°C, o de 21 a 25 días a temperaturas cercanas a los 15°C. La especie produce varias generaciones al año, cuyo número varía de acuerdo a la temperatura y humedad de la región donde se encuentre (18, 19).

### 5-Condiciones favorables

*Drosophila suzukii* es activa a partir de 10°C, mostrando mayor actividad entre los 20° y 25°C. Si las condiciones de temperaturas moderadas se mantienen durante el día, las hembras comienzan a oviponer, registrándose picos de actividad durante el amanecer y el atardecer (19, 23).

Si las temperaturas son <10°C o >30°C, la actividad de los adultos y los niveles de reproducción bajan, e incluso llegan a detenerse (19, 22). La longevidad de los drosófilos también se ve afectada en este rango de temperaturas, disminuyendo progresivamente fuera del rango mencionado (22, 24).

La supervivencia de la especie durante el invierno se da mediante una diapausa reproductiva. Los adultos sobreviven los períodos de bajas temperaturas buscando refugio en la hojarasca o en la vegetación circundante, volviéndose totalmente inactivos, siendo mayormente las hembras las que tienden a invernarse (19).

### 6-Hospederos

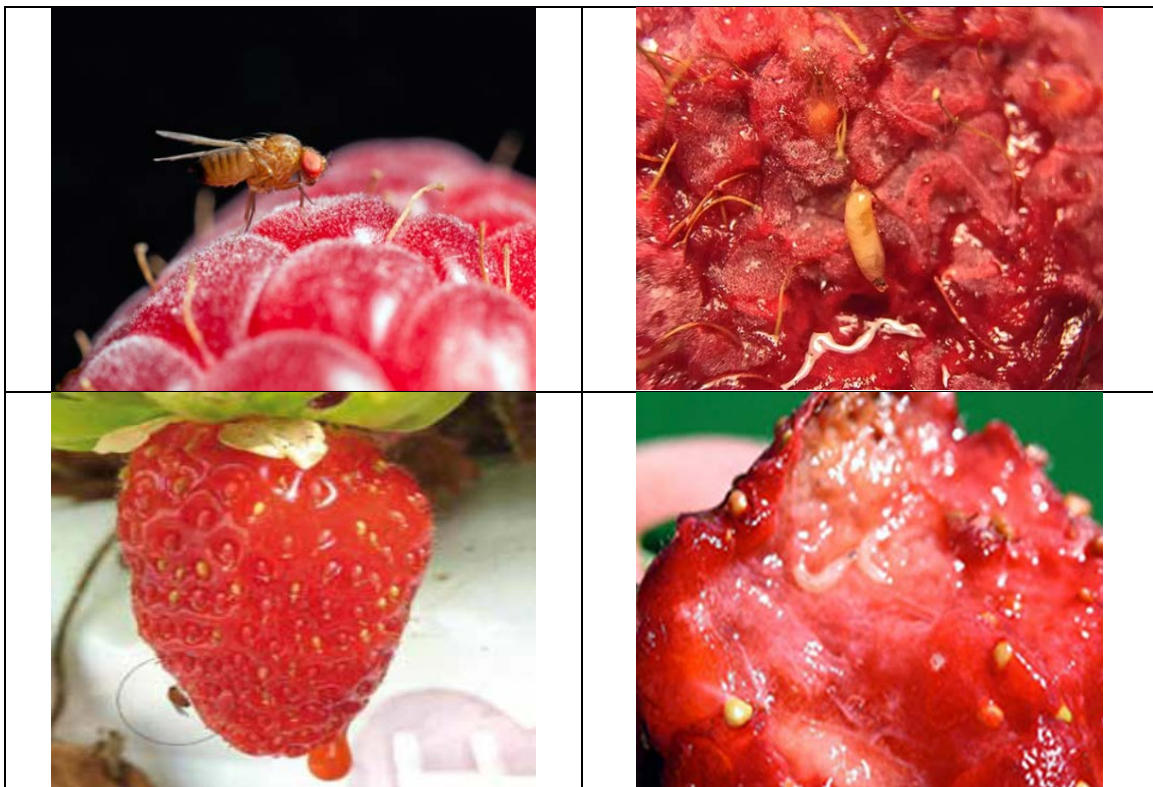
*Drosophila suzukii* ha sido citada en numerosas familias de plantas, destacándose las Rosáceas, puesto que ataca a especies de los géneros *Rubus* (frambuesa y zarzamora), *Prunus* (cereza, damasco, durazno, nectarina y ciruelo), *Pyrus* (pera), *Malus* (manzano) y *Fragaria* (frutilla); las Ericáceas, especialmente el género *Vaccinium*, al que pertenecen el arándano y otros frutos pequeños (1); las Mirtáceas, especialmente *Psidium guajaba* (guayaba) (15, 25). Otras familias de plantas hospederas son las Moráceas, produciendo daños en especies del género *Ficus* (higo) y *Morus* (mora), y las Actinidiáceas, cuya especie más conocida es el kiwi (*Actinidia chinensis*). También se ha citado sobre la familia Ebenácea, y dentro de ésta

específicamente en kaki (*Diospyros kaki*). Con menor grado de preferencia, se incluye como hospederos a las Vitáceas (vid) (1, 3). Existe información que esta especie también criada a partir de flores (*Styrax japonicus*) en Japón (73) y se menciona a *Camellia japonica* como hospedero (26).

### 7-Daños

A diferencia de otros drosófilidos, ataca frutos sanos en madurez comercial, provocando importantes daños en frutas finas como arándano, zarzamora, frambuesa, frutilla y cereza. Al iniciarse la infestación, a simple vista no se nota señal de daño en los frutos atacados. Sin embargo, este se inicia cuando la hembra con su poderoso ovipositor, aserrado y esclerosado, atraviesa la epidermis del fruto para oviponer en el interior del mismo. Las larvas al nacer se alimentan de la pulpa, acelerando su ablandamiento y caída. Aproximadamente a los dos días de la eclosión de las larvas, la parte del fruto donde éstas se alimentan colapsa, volviéndose de color marrón en el caso de las cerezas, y produciéndose una exudación (Figs. 5.1 y 5.2) (2).

Se han registrado hasta 65 adultos emergiendo de un fruto de cereza (27). Infecciones secundarias causadas por hongos y bacterias contribuyen a un mayor deterioro de la fruta (1, 28, 29). Las levaduras responsables de la fermentación en este proceso de deterioro del fruto, atraen a otros drosófilidos, como por ejemplo, *D. melanogaster* y *Zaprionus indianus*, que ovipositan solamente en frutos previamente dañados (30, 31).



**Fig. 5.1.** Daños de *D. suzukii* en **AB)** Frambuesa y **CD)** Frutilla (exudación producida por la descomposición de la pulpa). Créditos: A) Graham Shephard (APS). B). Swedish University of Agricultural Sciences. C) y D) (26).



**Fig. 5.2.** Daños de *D. suzukii* en: **AB)** Cereza; **CDE)** Arándano; **FG)** Zarzamora. Créditos: A) Ward Strong, Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations (Canadá). B) Andreu Vila. C) y E) Hauser (5). D) Vaughn Walton. F) (28). G) University of California (ucanr.edu).

El ataque de *D. suzukii* a frutas sanas puede reducir los rendimientos comerciales en gran medida, razón por la cual se han determinado tres categorías de hospederos (Tabla 1), según el riesgo de infestación o daño (32, 33).



**Tabla 1.** Categoría de hospederos según riesgo de infestación o daño de *D. suzukii* (32 y 33).

Riesgo Alto	Riesgo Medio	Riesgo Bajo
Frutilla*	Durazno*	Sauco*
Frambuesa***	Manzana*	Herba carmín o granilla *
Cereza***	Pera***	Bolita de nieve*
Arandano***	Ciruelo*	Damasco**
Zarzamora***	Damasco**	Higuera **
Uva*	Frutilla **	Kiwi**
		Nectarines **

\*Categorización según: Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (32)

\*\* Categorización según Berry (33).

\*\*\* Categorización según (32) y (33).

En EEUU se estima que las pérdidas causadas por los daños producidos por *D. suzukii* en cultivos de frutas finas (cereza, frutilla, zarzamoras y otros) en la costa oeste, podrían superar los U\$S 500 millones (28). En Cataluña, los daños económicos más elevados se produjeron en 2011, donde en ciertas localidades se perdió hasta el 80% de la cosecha de frutilla y hasta el 100% de las cerezas, especialmente las ecológicas (27). Asimismo, un estudio preliminar estimó para la provincia de Trento (norte de Italia), que cuenta con unas 400 ha de frutas finas, una pérdida 0,5 y 3 millones de euros en 2010 y 2011, respectivamente (34).

## 8-Monitoreo

El monitoreo es el paso más importante para poder determinar la presencia de *D. suzukii*. Es necesario monitorear cuidadosamente esta plaga durante todo el año, tanto en cultivos comerciales como en hospederos alternativos, especialmente si éstos limitan con parcelas de frutales (35, 36). De la misma manera, es importante conocer los niveles y la dinámica poblacionales de la plaga en cada zona, para definir estrategias de manejo (37).

Aunque existen algunos protocolos de captura (38), todavía no hay herramientas de detección o monitoreo eficaces para *D. suzukii* (39). Mientras que *D. melanogaster* y otros drosófilidos pueden completar todas las etapas de su ciclo de vida en frutas sobremaduras, en las cuales los procesos de fermentación se han desencadenado, las hembras grávidas de *D. suzukii* necesitan frutos sanos, próximos a maduración para la oviposición. La mayoría de los drosófilidos se alimentan de frutas maduras o sobremaduras, levadura y hojas en descomposición (48).

Dado que se desconoce si *D. suzukii* produce feromonas para atraer a otros individuos de su misma especie (18), es probable que el olor producido por la fermentación de las frutas represente un alimento genérico para ésta plaga, pero las hembras próximas a ovipositar dirigen específicamente su atención a los volátiles producidos por frutos sanos (39).

## 8.1 Cebos

La utilización de trampas cebadas con algún tipo de atrayente alimenticio es el método más utilizado para determinar presencia de la plaga y definir estrategias de manejo integrado (1). Hasta el momento, el monitoreo se ha basado en métodos de captura disponibles para otras plagas y para drosófilidos en general, es decir, cebos de fermentación y vinagre. Los cebos pueden estar constituidos por una sola sustancia o mezclas. Estas son banana madura, puré de frutilla, jugo de cereza, aceite de citronella, aceite de geranio, sidra de manzana, vinagre de manzana, vino de cereza, azúcar y mezclas de levadura/azúcar/agua (18, 33, 40).

El monitoreo actual recomienda el uso de vinagre de manzana o vino blanco dulce y trampas adhesivas amarillas adyacentes (38, 42). La combinación de vinagre y vino demostró un alto nivel de atracción para *D. suzukii*, posiblemente debido a un efecto sinérgico del ácido acético, el etanol y otros volátiles de vinagre/vino (43). También se observó que niveles bajos de vinagre atraían más a *D. suzukii* que niveles altos (2% a 6%), mientras que no se encontraron diferencias en la concentración de etanol (5% y 25%).

En cuanto a la levadura, se observó que tiende a ser más atractiva que el vinagre de manzana en verano hasta otoño. En invierno, cuando las temperaturas disminuyen, *D. suzukii* cambia su preferencia hacia el vinagre. Esto sugiere que el cebo a base de levadura depende de la temperatura y requiere temperaturas relativamente moderadas para activarse (39). Existen actualmente cebos y atrayentes sintéticos que se comercializan para el control de *D. suzukii*. La empresa Trécé bajo el nombre de Pherocon SWD® (Adair, OK USA), comercializa una feromona sintética, basada en los principales componentes químicos que atraen a *D. suzukii* (ácido acético, etanol, acetoína y metionol) (44). Dicha mezcla resultó ser menos efectiva que los cebos de vinagre de manzana mezclados con melaza de remolacha o vino tinto o atrayentes alimenticios sintéticos específicos para *D. suzukii*, tales como los utilizados en las trampas comerciales SuzukiiTrap® (Bioibérica) y Suzii® (Ao Midori Biocontrol) (37).

Estudios de eficiencia de cebos determinaron que las capturas con atrayente sintético se correlacionaba bien con las tasas de infestación en fruta y todos los cebos probados, excepto el vinagre de manzana, capturaban *D. suzukii* al menos una semana antes de la detección de larvas en los frutos (45). Sin embargo, experiencias locales demuestran que el cebo a base de vinagre de manzana en trampas permite determinar con varios días de anticipación la presencia del insecto, con respecto a la aparición en frutos (C.F. Funes com. pers).

## 8.2 Trampas

Respecto a las trampas (Fig. 6), existen diferentes colores, formas y estructuras, que pueden repercutir en el rendimiento del trampeo. Así, por ejemplo, trampas de color rojo y negro resultaron más atractivas (33, 39). Sin embargo, en términos generales, la eficiencia del trampeo depende más de la formulación del atrayente alimenticio que del color de la trampa (2). Otra alternativa es el uso de botellas plásticas o frascos con múltiples orificios (4 a 7 orificios de 5-9 mm de diámetro), que contengan el cebo líquido. La adición de una pequeña gota de surfactante (detergente) o la colocación de tarjetas adhesivas dentro de la trampa aumenta la eficiencia al evitar el escape de la plaga (18).

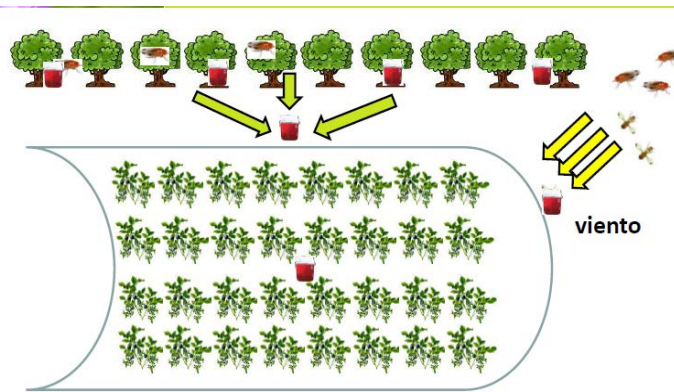




**Fig. 6.** Tipos de trampas alimenticias. **ABC)** Trampas y atrayente comerciales. **D)** Trampa Mc Phail con orificio de entrada restringido. **E)** Trampa casera. Credits: A) Biobest; B) Sentomol; C) EPPO y Laboratorio de Sanidad Vegetal de Huelva; D) y E) C.F. Funes.

Varios informes dan cuenta de que las capturas de trampas no reflejan la cantidad de moscas en la parcela. El método de captura actual no es efectivo para monitorear la infestación cuando los niveles de la plaga son bajos, pudiendo haber frutas infestadas de larvas cerca de trampas con pocas o ninguna captura (46). Posiblemente, las trampas no atrapen moscas donde hay fruta dañada debido a una inadecuada ubicación de las mismas, al incumplimiento de los protocolos de captura o a la presencia de grandes cantidades de fruta madura que anulan el atractivo del cebo (41). Las trampas pueden colocarse en el suelo en cultivos bajos como frutilla, o colgadas en la planta cerca de los frutos en arbustos como arándano y otros berries. Las trampas rinden mejor cuando se colocan en áreas sombreadas o protegidas de la incidencia directa del sol (18).

El número y distribución de trampas dependerá del cultivo y objetivo perseguido. Así por ejemplo, Biobest (47) recomienda una densidad de 5-10 trampas/ha durante el monitoreo con ausencia de la plaga. Las mismas deberán ser ubicadas en su mayoría sobre cortinas rompe viento y puntos estratégicos del cultivo (borde próximo a cortinas rompe viento, canales de riego, caminos, dirección predominante del viento). Esto permitirá determinar el momento en que la plaga ingresa al lote productivo (Fig. 7).



**Fig. 7.** Esquema de distribución de trampa durante etapa de monitoreo, en ausencia de *D. suzukii*. Fuente: Biobest.

Durante el invierno, las trampas se mantendrán sobre cortinas rompe viento y monte nativo próximo. De esta forma se podrá saber si la plaga permanece en la zona y determinar su densidad poblacional (Fig. 8).



**Fig. 8.** Trampa Mc Phail con cebo alimenticio, dispuesta sobre monte nativo próximo al cultivo durante la época invernal. Créditos: C F Funes.

Iniciada la etapa productiva del cultivo y confirmada la presencia de la plaga, será necesario aumentar la densidad de trampeo, poniendo trampas en los bordes de la parcela para captar la migración de la misma hacia el interior del cultivo. En esta instancia se debe implementar una estrategia de control.

En cultivos de frutilla, la densidad de trampas recomendada para monitoreo de *D. suzukii* es de 4 trampas/km<sup>2</sup> (32). La colocación de un sombráculo sobre las trampas crea un ambiente más favorable para las capturas (Fig. 9).





**Fig 9.** Trampa Mc Phail modificada para captura de *D. suzukii*. Vista lateral y superior de sombráculo utilizado en cultivo de frutilla. Créditos: C. F. Funes.

El recambio del cebo alimenticio se realiza semanalmente (primavera-verano) o quincenalmente (otoño-invierno). El cebo de la trampa debe ser filtrado y conservado en alcohol 70% en recipiente con cierre hermético, hasta su identificación. La muestra debe contener la siguiente información: fecha de recolección, N° de trampa, cultivo y localización del lote o parcela (Fig. 10).



**Fig. 10.** Recambio de cebo alimenticio utilizado en captura de *D. suzukii*. Pasos a seguir: **A)** Filtrado del contenido de la trampa. **B)** Colecta del material de descarte y de ejemplares. **C)** Conservación de ejemplares en alcohol 70% en frascos con cierre hermético. Créditos: C. F. Funes.

Confirmada la presencia de la especie en el monitoreo, es necesario verificar si la misma está causando daños al cultivo. Para ello, se determina los niveles de infestación en fruto. En frutos grandes como cereza, es posible observar con ayuda de una lupa de 10-20X, los espiráculos (filamentos respiratorios) del huevo (Fig. 11). En cambio, en frutilla, frambuesa y zarzamora es difícil visualizarlos, por lo cual el porcentaje de infestación puede determinarse con el método de flotación de larvas (48) o mediante el conteo de adultos obtenidos a través de bandejas de incubación (49).

La técnica de flotación es un método avalado para el recuento de larvas en frutos. Consiste en preparar una solución saturada de sal o azúcar con agua caliente (1 cucharada de sal/azúcar en una taza de agua) y sumergir en la misma los frutos dudosos (1 kg), preferiblemente abiertos o ligeramente aplastados, para permitir que la solución saturada impregne la pulpa e irrite las larvas, que saldrán del fruto y flotarán en la superficie. Esto permitirá determinar el número de larvas por kilogramo de fruta (46).



**Fig. 11. A)** Filamentos de respiración (espiráculos) pertenecientes a huevos de *D. suzukii* sobre zarzamora. **B)** Detección de larvas mediante método de flotación. Créditos: A. Ward Strong, Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations (Canadá); B. Dreves (46).

Si bien esta metodología se considera apropiada para el monitoreo de *D. suzukii*, es importante recordar que la identificación es compleja en las etapas inmaduras (huevo, larvas y pupas), donde no hay características morfológicas de diagnóstico confiables para identificar nivel de especie, siendo necesario confirmar la identificación mediante individuos adultos de *D. suzukii* con personal calificado (39).

El protocolo que utiliza INTA Famaillá para verificar presencia de adultos de *D. suzukii* y determinar el nivel de infestación en berries (49), consiste en realizar semanalmente un muestreo de frutos próximos a la madurez (3/4 parte de la superficie del fruto maduro). Cada muestra consiste en 500 g de frutos de arándano o 50 frutos de frambuesa, zarzamora o frutilla, cosechados aleatoriamente de diferentes plantas de los lotes donde se colocaron las trampas. Los frutos colectados se acondicionan en bandejas plásticas, cuyo piso se recubre con una capa de arena húmeda o algodón y papel absorbente como sustrato de pupación (Fig. 12). Las bandejas se deben cubrir con tela voile para permitir la ventilación de la fruta y evitar la contaminación externa. Se incuban en condiciones ambientales favorables para la emergencia de adultos (60-65% HR y 20-22°C), durante ≈14 días. Los individuos colectados se conservan en alcohol 70% para su correcta identificación.





**Fig 12.** Frutos de arándano, frambuesa y zarzamora, dispuestos en bandejas plásticas sobre cama de arena y algodón con papel absorbente para el estudio del ataque de *D. suzukii*. Créditos: C.F. Funes.

## 9-Alternativas de manejo

En el control y manejo de las poblaciones de *D. suzukii* en parcelas bajo la normativa de Producción Integrada y Agricultura Orgánica el primer factor a considerar para diseñar una estrategia de control es la presencia de hospederos alternativos (cultivados y silvestres), los cuales contribuyen con su diseminación y facilitan la supervivencia de la plaga (28, 39). El segundo factor a considerar es su ciclo de vida, el cual puede completarse en 7 días, con temperatura óptima de 21°C y HR >60% (48). El tercer factor que condiciona, y en la mayoría de los casos determina el método de control, es el mercado y sus requerimientos. Hay una fuerte tendencia a disminuir los límites máximos de residuos de plaguicidas en los productos alimenticios (48).

### 9.1. Control cultural

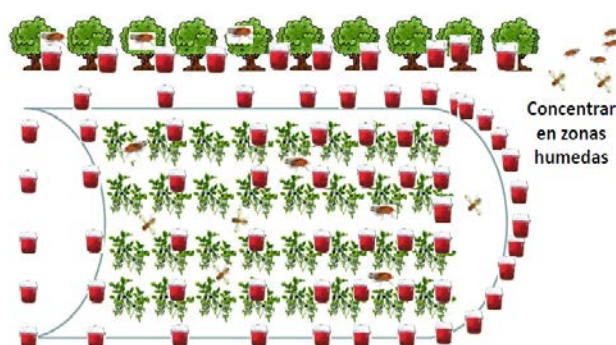
Es fundamental el control preventivo basado en un manejo adecuado de la cosecha. Se debe recolectar la fruta en el momento óptimo y cosechar con mayor frecuencia, manteniendo la fruta susceptible fuera del alcance de la plaga. No abandonar fruta en la planta después del periodo de cosecha, ya que constituirán fuente de alimento para *D. suzukii*. Las frutas destinadas a descarte deben ser colocadas en bolsas plásticas cerradas y expuestas al sol durante una semana, para que el efecto de la temperatura y la humedad mate las larvas. Enterrar, compostar, triturar o sumergir en agua son métodos de baja eficacia (50).

Evitar trasladar herramientas y equipos que se encuentran en campos infestados a otros sanos y viceversa. En caso de tener que compartir cajas u otro material entre campos diferentes, cuidar especialmente la limpieza de estas y de las herramientas, puesto que pueden servir para transportar la plaga de un campo a otro (1). Es importante que todos los productores de la zona actúen integradamente en la prevención y control del insecto, ya que un solo foco puede ser fuente de infestación para cultivos vecinos (50). El uso de variedades tempranas es otra alternativa importante a considerar en el diagrama productivo puesto que en ciertas condiciones permite escapar de las fechas en la cual la plaga tiene mayor incidencia.



## 9.2. Trampeo masivo

Si la plaga ha ingresado al cultivo y se considera como alternativa de control el trampeo masivo, la densidad de trampas necesarias será 200-250 trampas/ha (Fig. 13). Ensayos realizados en 2014 en Suiza mostraron una reducción significativa de las poblaciones de *D. suzukii* en frambuesa durante un período de tres semanas, cuando las trampas se colocaron en lugares sombreados a la altura del fruto, cada 2 m en el perímetro del cultivo (densidad: 200 trampas/ha; costo 155 €/ha) (51).



**Fig. 13.** Esquema de distribución de trampa para trampeo masivo de *D. suzukii* (adaptado de Biobest, 47).

## 9.3. Control biológico

Existen múltiples agentes de control biológico (hongos, bacterias, virus, nematodos y artrópodos depredadores y parasitoides) que podrían ser empleados como herramientas para regular las poblaciones *D. suzukii* (39) (Tabla 3). Entre los hongos entomopatógenos se cuenta con *Bauveria bassiana*, ampliamente difundida y muy utilizada como agente de control de numerosas plagas agrícolas. Los himenópteros pertenecientes a la familia Figitidae, comprenden varias especies parasitoides de *D. suzukii*. En Tucumán, se ha registrado la presencia de los géneros *Deucolia* y *Ganaspis* (47). Justamente, al género *Ganaspis* pertenece el principal parasitoide de *D. suzukii* en Japón, que ataca larvas ubicadas en el interior de frutos, que aún están en el árbol o en el suelo (53).

En términos generales, los parasitoides de larvas resultan ser poco efectivos dada la capacidad de *D. suzukii* de desarrollar una fuerte respuesta inmune que evita que el parasitoide se desarrolle hasta el estado adulto (1). Entre las especies depredadoras citadas (Tabla 3), *Orius insidiosus* se encuentra ampliamente distribuida en Argentina.

**Tabla 3.** Listado de entomopatógenos y entomófagos citados como posibles controladores de *D. suzukii*.

	Familia	Genero	Especie	Observación
<b>Hongos</b>	Clavicipitaceae	<i>Beauveria</i>	<i>B. bassiana</i>	Se registró un 44 % de mortalidad en adultos, después de 7 días de tratamientos (48).
<b>Arachnida</b>	Araneae	Varios	Varias	Se identificaron varios géneros de arañas asociados al cultivo de frutilla en Tucumán, que podrían actuar como depredadores de <i>D. suzukii</i> (54).
<b>Himenóptera</b>	Figitidae	<i>Dieucoila</i>		Parasitoides emergidos de frambuesas orgánicas infestadas con <i>D. suzukii</i> en Tucumán (53).
		<i>Ganaspis</i>		
	Pteromalidae	<i>Pachycrepoideus</i>	<i>P. vindemmiae</i>	Ambas especies redujeron fuertemente la emergencia de adultos de <i>D. suzukii</i> de las frutas infestadas (55).
	Diapriidae	<i>Trichopria</i>	<i>T. cf. Drosophilae</i>	
<b>Hemiptera</b>	Anthocoridae	<i>Orius</i>	<i>O. insidiosus</i>	Controla a <i>D. suzukii</i> en ensayos de laboratorio (12%) pero no pudo observarse control a campo (37).
			<i>O. laevigatus</i>	En laboratorio se alimenta de huevos de <i>D. suzukii</i> , pero no de larvas (55).
		<i>Anthocoris</i>	<i>A. nemoralis</i>	Depreda adultos, mayormente machos (37).
<b>Dermaptera</b>	Labiduridae	<i>Labidura</i>	<i>L. riparia</i>	Depreda larvas y pupas en frutos cercanos al suelo, como la frutilla (55).
<b>Coleoptera</b>	Staphylinidae	<i>Dalotia</i> (=Atheta)	<i>Dalotia</i> (=Atheta) <i>coriaria</i>	Consume larvas, pero la depredación disminuye a medida que la larva pasa de un estadio a otro (55).

#### 9.4. Técnica del insecto estéril

La técnica del insecto estéril (TIE) o control autocida se basa en la exposición de pupas o adultos a radiación ionizante para inducir esterilidad reproductiva. Para implementar la TIE, primero se realiza la cría masiva del insecto plaga y luego se irradia esta población. Los individuos machos que han sido esterilizados son liberados en grandes cantidades en las zonas infestadas por la plaga, para competir con los machos silvestres fértiles y aparearse con las hembras salvajes, las cuales no dejan descendencia. De esta manera, se logra disminuir o incluso erradicar la plaga (55). La TIE ha sido utilizada eficazmente contra muchas plagas de cultivos, que representan un riesgo económico potencial para las exportaciones, como por ejemplo los tefritidos (*Anastrepha*, *Ceratitis*, etc.) y lepidópteros (*Lobesia botrana*) (57). Es considerado un método de control respetuoso del medioambiente y de la salud humana, pudiendo incorporarse al MIP. Sin embargo, su implementación es muy costosa.

Hasta el momento, la aplicación de la TIE en *D. suzukii* está en etapas experimentales. Estudios recientes intentaron determinar la dosis de irradiación óptima para esterilizar *D. suzukii* en condiciones de laboratorio (57). Para ello, pupas de *D. suzukii* de 4 días de edad se irradiaron 12 a 24 h antes de la emergencia del adulto con dosis de 30, 50, 70, 80, 90, 100 o 120 Gy. Las dosis de irradiación probadas afectaron por igual la tasa de aparición (88.1%), el

porcentaje de moscas deformes (4.0%) y las curvas de supervivencia. Sin embargo, algunos parámetros reproductivos de las moscas sí se vieron afectados por la irradiación. Las hembras irradiadas con  $\geq 50$  Gy casi no tenían fecundidad. Cuando se aparearon hembras no irradiadas con machos irradiados, la eclosión de huevos disminuyó exponencialmente con la dosis de irradiación, llegando al 4 % para los machos irradiados con 120 Gy. La mortalidad de los individuos F1 del tratamiento irradiado se produjo durante las etapas de larva y pupa, con una supervivencia del huevo a adulto del 0,2%. Sin embargo, la descendencia dejada por la generación irradiada resultó fértil.

### 9.5 Sustancias GRAS

Las GRAS (“Generally Recognized As Safe”) son sustancias que se añaden a los alimentos y se reconocen como seguras. Entre ellas, muchos aceites esenciales permitidos como aditivos alimentarios (Tabla 4), pueden ser usados como agentes seguros de protección de la fruta en sistemas de producción convencionales y orgánicos (58).

**Tabla 4.** Aceites esenciales vegetales con acción repelente sobre *D. suzukii* en pruebas de laboratorio (58).

Especies vegetales
Geranio ( <i>Pelargonium asperum</i> o <i>P. graveolens</i> (L.))
Menta ( <i>Mentha x piperita</i> L.),
Jengibre ( <i>Zingiber officinale</i> Roscoe)
Eucalipto ( <i>Eucalyptus radiata</i> Spreng.)
Citronela ( <i>Cymbopogon winterianus</i> Jowitt)
Lavanda ( <i>Lavandula angustifolia</i> Mill.)
Romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> L.)
Tomillo ( <i>Thymus vulgaris</i> L. (thymol chemotype))
Tuja del Canadá ( <i>Thuja occidentalis</i> L.)
Abeto balsámico ( <i>Abies balsamea</i> (L.) Mill.)*
Picea blanca ( <i>Picea glauca</i> (Moench) Voss)
Pino blanco americano ( <i>Pinus strobus</i> L.)**

\* Aceite esencial de abeto balsámico, no tuvo respuesta de repelencia sobre hembras de *D. suzukii*

\*\* Aceite esencial de pino blanco americano, no tuvo respuesta de repelencia sobre macho de *D. suzukii*

### 9.6. Mallas o redes

Las barreras físicas o mallas, constituyen una alternativa especialmente para cultivos orgánicos y lotes pequeños (Fig. 14). El uso de este sistema estará determinado por la rentabilidad del cultivo, la variedad a proteger (principalmente tempranas o cuyo pico de producción se superponga con el de la plaga) y el mercado al cual va destinada la fruta. Si bien la inversión inicial es alta, tienen varias ventajas: el período de amortización de las mallas es 7 años, permiten proteger también del ataque de pájaros y del granizo, y reducir las aplicaciones de insecticidas (59). Las mallas plásticas de 80 g resultan eficientes para la exclusión de *D. suzukii*, pero pueden afectar negativamente el contenido de sólidos solubles (azúcares) del fruto y dificultar las tareas diarias de mantenimiento del cultivo (37).



**Fig. 14.** Ejemplos de sistemas de exclusión para frutales. A y B sistemas de exclusión incompletos; C y D sistemas de exclusión completos (59).

### 9.7. Control Químico

Dada la reciente irrupción de la plaga en el país, hasta el momento no hay productos químicos registrados para su control, pero se dispone de abundante información proveniente básicamente de Europa y EEUU (Tabla 5). Los productos que son efectivos contra moscas de la fruta “tefrítidos” (mosca sudamericana y mosca del Mediterráneo, por ejemplo) también son considerados efectivos contra *D. suzukii* (62). Sin embargo, es necesario consultar en el Registro Nacional de Terapéutica Vegetal de SENASA la lista de productos autorizados para cada cultivo, para cumplir con los requerimientos de buenas prácticas agrícolas (BPA).

**Tabla 5.** Insecticidas utilizados para el control de *D. suzukii*. Adaptado de Bruck (61) y Sweeney (62).

Nombre comercial	Ingrediente activo	IRAC (Grupo químico)	Cultivo	Dosis	Tiempo de carencia (días)	Reingreso al predio (horas)	Intervalo de aplicación (días)	N° máximo de aplicación	LMR EU (ppm)	
Exirel	Cyantraniliprole	28 (Diamidas)	Arandano	1000-1500 mL/ha	3	12 h	5	4	0.01	
			Frambuesa	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D		
			Zarzamora	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D		
			Frutilla	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D		
Delegate WG	Spinetoram	5	Arandano	315 a 420 g/ha	3	12	7	3	0.4	
			Frambuesa		1				1.0	
			Zarzamora	280 gr/ha	1				1.0	
			Frutilla						0.2	
Entrust SC	Spinosad	5	Arandano	333 a 444 ml/ha	3	12	5	3	1.5	
			Frambuesa		1				0.3	
			Zarzamora	292 a 364 ml/ha	1				1	1
			Frutilla							
Mako EC	cypermethrin	3 (Piretriode)	Arandano	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	0.05	
			Frambuesa	150 ml/ha	2	12	S/D	1	0.5	
			Zarzamora						0.5	
			Frutilla						0.07	
Capture 240 EC	Bifenthrin	3 (Piretriode)	Arandano	300 a 450 ml/ha	3	12	7	2	0.01	
			Frambuesa	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	1.0	
			Frutilla	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	1.1	
			Zarzamora	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	1.2	
Malathion 85E	Malathion	1B (fosforado)	Arandano	600 a 1000 ml/ha	2	12	7-10	3	0.02	
			Frambuesa	880 ml/ha	1					
			Frutilla	975 ml/ha	3					
			Zarzamora	610 a 975 ml/ha	1					
Karate Zeon	Lambdacialotrina 9,48%	3A(Piretriode)	Arandano	0,34	S/D	S/D	S/D	S/D	0.2	
			Frambuesa	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	0.2	
			Zarzamora	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	0.2	
			Frutilla	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	0.5	
Calipso	Thiacloprid 44%	neonicotinoide	Arandano	0,34	S/D	S/D	S/D	S/D	1.0	
			Frambuesa	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	6.0	
			Zarzamora	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	1.0	
			Frutilla	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	1.0	
Trebon	etofenprox	Piretroide	Arandano	0,85	S/D	S/D	S/D	S/D	1.0	
			Frambuesa	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	1.0	
			Zarzamora	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	1.0	
			Frutilla	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	1.0	

### 9.8. Tratamientos poscosecha

Entre los tratamientos/medidas poscosecha de mitigación para esta plaga se incluyen fumigaciones con bromuro de metilo, dióxido de azufre, irradiación ionizante y tratamiento con frío, en frutas para exportación. Del total de arándano exportado por Argentina un 65% lo comercializa a EE.UU., convirtiéndose en el tercer proveedor del mercado estadounidense, seguido de Chile y Perú (63). Sin embargo, para poder vender a ese país arándano argentino, que no provenga de la región Patagónica (reconocida por el USDA-APHIS-PPQ como área libre de moscas de la fruta), la fruta debe fumigarse con bromuro de metilo (BM), con el propósito de evitar el ingreso de insectos plagas al país de destino (64).

La aplicación de BM es uno de los tratamientos cuarentenarios internacionalmente reconocidos y es aceptado por el SENASA para el ingreso de frutas a las zonas libres de mosca de los frutos en el territorio nacional, definidas por el Programa de control y erradicación de la mosca de los frutos (PROCEM). El tratamiento con BM es exigido por el USDA APHIS para la exportación de frutas frescas a EE.UU.

La exportación de frutas finas frescas a mercados internacionales requiere de la certificación de un tratamiento fitosanitario para cumplir con los requisitos del país importador (65). En el caso de la exportación de frutas frescas de arándano, frutilla y cereza, varios destinos regulan a las moscas de las frutas y a *D. suzukii* como plaga cuarentenaria y requieren la aplicación de un tratamiento cuarentenario poscosecha para mitigar la amenaza de introducción de estas plagas. El desafío es seleccionar aquel tratamiento que incremente significativamente la vida útil poscosecha de estas frutas, sin comprometer sus propiedades nutricionales y/o sensoriales.



### 9.8.1. Tratamiento cuarentenario con bromuro de metilo

El bromuro de metilo (BM) se aplica a la fruta empacada o a granel en ciertas dosis, por un periodo de tiempo y a una temperatura de pulpa y ambiente fijada y de acuerdo al Manual de Tratamientos del USDA, principal país importador de frutas finas de Argentina.

En general, el tratamiento cuarentenario con BM en las distintas frutas finas evaluadas ejerció un buen control de *D. suzukii*. En frutilla el tratamiento poscosecha con 48 mg/L de BM durante 3 h, con temperatura de pulpa  $\geq 18^{\circ}\text{C}$  produce una completa mortalidad *D. suzukii* aún de los estadios larvales, que son los más tolerantes al fumigante (59). Para arándano, la mejor opción es 32 mg/L de BM durante 2 h, con temperatura de pulpa  $\geq 22,2^{\circ}\text{C}$ ; o bien 72 mg/L con temperatura de pulpa de 8,3 a  $10,6^{\circ}\text{C}$  (66).

Considerando que, el protocolo cuarentenario para control de mosca de la fruta (*Ceratitis capitata*) utilizado por Argentina para exportar arándano a EEUU establece la aplicación de BM a una concentración de 32 mg/L durante 3,5 h a  $15,6^{\circ}\text{C}$ , habría que evaluar su eficacia para el control de *D. suzukii*.

### 9.8.2. Radiaciones ionizantes

El tratamiento de la fruta con radiaciones ionizantes es una tecnología física basada en la emisión de rayos gamma directamente sobre frutas a temperatura ambiente. Este consiste en la exposición de la fruta a una fuente de radiación (fuente isotópica usando cobalto 60) hasta que se absorba una dosis de rayos gamma requerida. La dosis tolerada por muchas frutas prevé la esterilización del insecto o evita la emergencia del adulto pero no lo mata (67). Una de las ventajas de la irradiación es que puede efectuarse en un amplio rango de temperaturas, a partir de los  $0^{\circ}\text{C}$ , sin afectar la eficiencia del tratamiento. La dosis genérica de 400 Gy controla casi todas las plagas independientemente de la especie frutal (68), por lo que este tratamiento puede usarse rápidamente para abrir o mantener un mercado de exportación.

La norma NINF 28 (Phytosanitary treatments for regulated pests) en su Anexo 7 describe el tratamiento por irradiación para las moscas de la fruta de la familia Tephritidae, mencionando la dosis cuarentenaria de 150 Gy. En lo que se refiere a la normativa nacional, el Código Alimentario Argentino en su artículo 174, aprueba el proceso en general pero no existen antecedentes de los efectos de las radiaciones sobre el control de esta plaga en frutos rojos.

La tolerancia de *D. suzukii* a la radiación aumenta con el progreso de los distintos estadios de desarrollo del insecto. Es decir, aumenta de larva a adulto. Dosis de 80 Gy en cereza y uva resultaron eficaces como propuesta para tratamiento cuarentenario (69).

En estudios sobre el efecto de la exposición a radiaciones gamma en diferentes dosis: 0,75, 1,5, 2,25 y  $3,0\text{ kGy}$  en arándano, variedad Climax, la dosis máxima de radiaciones que toleraron sin que se observen alteraciones físicas o fisiológicas fue  $0,75\text{ kGy}$ , concluyendo que este tratamiento es una alternativa al tratamiento cuarentenario con BM (70). Por otro lado, se determinó que bajas dosis de irradiación gamma (150, 400 y  $1000\text{ Gy}$ ) no afectan la calidad del fruto de arándano de la variedad Brigitta, almacenado a  $0^{\circ}\text{C}$  y durante 10 días postratamiento (71).

### 9.8.3. Tratamiento de frío

Cuando la fruta se encuentra en tránsito durante los envíos marítimos, la exposición a  $1^{\circ}\text{C}$  durante 17 días causa la mortalidad completa de *D. suzukii*, lo cual tiene un buen potencial de uso práctico (24). En Nueva Zelanda el tratamiento de frío es aceptado como una eficaz medida fitosanitaria para el manejo de larvas de *D. suzukii* asociadas a uva de mesa importada (66). Este protocolo se puede cumplir perfectamente durante el viaje en barco desde otros continentes. Hasta el 2010, el protocolo exigía un tratamiento de frío a temperatura de pulpa no superior a  $1,11^{\circ}\text{C}$  durante 12 días. En 2013, se introducen las siguientes modificaciones:

fumigación con SO<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> (1:6 en %) por 30 min a 16°C, seguida por tratamiento de frío a temperatura de pulpa de 0,9°C ± 0,7°C por 12 días.

## 10-Bibliografía

- (1) Escudero LA, Walsh DB, Batlloris L. 2012. *Drosophila suzukii*, una nueva plaga de los frutales. Vida Rural. 18-22
- (2) Sarto Monteys V, Sorribas Royo R. 2011. *Drosophila suzukii* (Matsumura 1931) nueva amenaza para las producciones agrícolas. Phytoma 234: 54-59.
- (3) EPPO. 2017. Distribution details in Argentina. Current pest situation evaluated by EPPO on the basis of information dated 2017: Present, restricted distribution. <https://gd.eppo.int/taxon/DROSSU/distribution/AR>. Accedido en marzo 2018.
- (4) Kaneshiro K Y. 1983. *Drosophila (Sophophora) suzukii* (Matsumura). Proc Hawaiian Entomol Soc 24: 179.
- (5) Hauser M, Gaimari S, Damus M. 2009. *Drosophila suzukii* new to North America. Fly Times. 43: 12-15.
- (6) EPPO. 2010. Factsheet: *Drosophila suzukii*, (Diptera: Drosophilidae), spotted wing *Drosophila*; A pest from the EPPO Alert List. [https://www.eppo.int/QUARANTINE/Alert List/insects/Drosophila\\_suzukii\\_factsheet\\_12-2010.pdf](https://www.eppo.int/QUARANTINE/Alert List/insects/Drosophila_suzukii_factsheet_12-2010.pdf)
- (7) Grassi A, Palmieri L, Giongo L. 2009. *Drosophila (Sophophora) suzukii* (Matsumura) new pest of small fruit crops in Trentino. Terra Trentina 10: 19–23.
- (8) Deprá M, Poppe JL, Schmitz HJ, De Toni DC, Valente VLS. 2014. The first records of the invasive pest *Drosophila suzukii* in the South American continent. J Pest Sci 87: 379–383.
- (9) Gonzalez G, Mary AL, Goñi B. 2015. *Drosophila suzukii* (Matsumura) found in Uruguay. Dros Inf Serv 98: 103-107.
- (10) Cichón L, Garrido S, Lago J. 2015. Primera detección de *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae) en frambuesas del Valle de Río Negro, Argentina. Resúmenes del IX Congreso Argentino de Entomología, Posadas (Argentina). 228 p.
- (11) Santadino MV, Riquelme Virgala MB, Ansa MA, Bruno M, Di Silvestro G, Lunazzi EG, 2015. First record of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in blueberry (*Vaccinium* spp.) from Argentina. Rev Soc Entomol Argent 74: 183–185.
- (12) Díaz BM, Lavagnino NJ, Garrán SV, Hochmaier V, Fanara JJ. 2015. Detección de la mosca plaga *Drosophila suzukii* (Matsumura) en la región de Concordia (Entre Ríos). Resúmenes de las XV Jornadas Fitosanitarias Argentinas, Santa Fe.
- (13) Lue CH, Mottern JL, Walsh GC, Burrington ML. 2017. New record for the invasive spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae) in Anillaco, western Argentina. Proc Entomol Soc Wash 119: 146-150.
- (14) Lavagnino NJ, Diaz BM, Cichón LI, De La Vega GJ, Garrido SA, Lago JD, Fanara JJ. 2018. New records of the invasive pest *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae) in the South American continent. Rev Soc Entomol Argent 77: 27-31.
- (15) Escobar LI, Ovruski SM, Kirschbaum DS. 2018. Foreign invasive pests *Drosophila suzukii* (Matsamura) and *Zaprionus indianus* Gupta (Diptera: Drosophilidae) threaten fruit production in northwestern Argentina. Dros Inf Serv 101: (aceptado).
- (16) Kirschbaum DS. 2017. La invasión de *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) a Sudamérica pone en riesgo la producción de berries del continente. En: D Miranda-Lasprilla, G Fischer, J Blanco-Martínez, C Carranza-Gutiérrez (eds.), Memorias del VII Congreso Colombiano de Horticultura. Cajicá, Cundinamarca. Colombia. P. 52
- (17) EPPO. 2018. EPPO Gobar Database. <https://gd.eppo.int/taxon/DROSSU/distribution>. Accedido en marzo 2018.
- (18) Walsh D, Bolda M, Goodhue R, Dreves A, Lee JC, Bruck DJ, Walton VM, O'Neal SD, Zalom FG. 2011. *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae): Invasive pest of ripening soft fruit expanding its geographic range and damage potential. J Integr Pest Manag 106: 289–295.

- (19) Kanzawa T. 1939. Studies on *Drosophila suzukii* Mats. Kofu, Yamanashi Agricultural Experiment Station. Rev App Entomol 29: 622.
- (20) 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 Manag Sci 67: 1352-1357.
- (21) Kanzawa, T. 1936. Studies on *Drosophila suzukii* Mats. J Plant Prot 23: 66–70, 127–132, 183–191.
- (22) 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: 501-510.
- (23) Hamby KA, Kwok RS, Zalom FG, Chiu JC. 2013. Integrating circadian activity and gene expression profiles to predict chronotoxicity of *Drosophila suzukii* response to insecticides. PLoS One 8, e68472.
- (24) Dalton DT, Walton VM, Shearer PW, Walsh DB, Caprile J, Isaacs R. 2011. Laboratory survival of *Drosophila suzukii* under simulated winter conditions of the Pacific Northwest and seasonal field trapping in five primary regions of small and stone fruit production in the United States. Pest Manag Sci 67: 1368-1374.
- (25) Lasa R, Tadeo E, Dinorín LA, Lima I, Williams T. 2017. Fruit firmness, superficial damage, and location modulate infestation by *Drosophila suzukii* and *Zaprionus indianus*: the case of guava in Veracruz, Mexico. Entomol Exp Appl 162: 4-12.
- (26) Biosecurity Australia. 2010. Draft pest risk analysis report for *Drosophila suzukii*. Biosecurity Australia, Canberra. [http://www.daff.gov.au/\\_data/assets/pdf\\_file/0009/1825497/pra-report-drosophila-final.pdf](http://www.daff.gov.au/_data/assets/pdf_file/0009/1825497/pra-report-drosophila-final.pdf). Accedido en marzo 2018.
- (27) Sorribas Royo R, Lekunberri Gomez A. 2013. Mecanismos de control para *Drosophila suzukii*, dentro de la GIP. III Jornadas Internacionales sobre feromonas, atrayentes, trampas y control biológico: herramientas para la gestión integrada. [http://www.programamoscamed.mx/EIS/biblioteca/libros/informes/Sorribas%20and%20Gomez\\_2013\\_2%20.pdf](http://www.programamoscamed.mx/EIS/biblioteca/libros/informes/Sorribas%20and%20Gomez_2013_2%20.pdf). Accedido en marzo 2018
- (28) Bolda MP, Goodhue RE, Zalom FG. 2010. Spotted wing drosophila: potential economic impact of a newly established pest. Agricultural Resource Economics. Update, University of California, Giannini Foundation of Agricultural Economics 13: 5– 8.
- (29) Cattel J, Kaur R, Gibert P, Martinez J, Fraimout A, Jiggins F, Thibault A, Siozios S, Anfora G, Miller W, Rota-Stabelli O, Mouton L. 2016. Wolbachia in European populations of the invasive pest *Drosophila suzukii*: regional variation in infection frequencies. PLoS ONE 11: e0150050.
- (30) Becher PG, Flick G, Rozpędowska E, Schmidt A, Hagman A, Lebreton S, Larsson MC, Hansson BS, Piškur J, Witzgall P, Bengtsson M. 2012. Yeast, not fruit volatiles mediate *Drosophila melanogaster* attraction, oviposition and development. Funct Ecol 26: 822-828.
- (31) Bernardi D, Andrezza F, Botton M, Baronio CA, Nava DE. 2017. Susceptibility and interactions of *Drosophila suzukii* and *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae) in damaging strawberry. Neotrop Entomol 46: 1-7.
- (32) SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). 2013. Mosca del vinagre de alas manchadas (*Drosophila suzukii* Matsumura). Dirección General de Sanidad Vegetal - Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. México, D.F. Ficha Técnica: 22. <http://www.cesaveson.com/files/5f38648cf56c972708845af676756439.pdf>. Accedido en marzo 2018
- (33) Berry JA. 2012. Pest Risk Assessment: *Drosophila suzukii*: spotted wing drosophila (Diptera: Drosophilidae) on fresh fruit from the USA. MPI Technical Paper. 5. ISBN: 978-0-478-38861-9.
- (34) Ioriatti C, Frontuto A, Grassi A, Anfora G, Simoni S. 2011. *Drosophila suzukii*, una nuova

- specie invasiva dannosa alle colture di piccoli frutti. Accademia dei Georgofili, Giornata di studio "Criticità e prospettive delle emergenze fitosanitarie", Firenze, Italia.
- (35) Harris DW, Hamby KA, Wilson HE, Zalom FG. 2014. Seasonal monitoring of *Drosophila suzukii* in a mixed fruit production system. *J Asia-Pacific Entomol* 17: 857-864.
- (36) Lee JC, Dreves AJ, Cave AM, Kawai S, Isaac R, Miller J, Van Timmeren S, Bruck, Bruck. 2015. Infestation of wild and ornamental noncrop fruits by *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). *Ann Entomol Soc Am* 108: 117-129.
- (37) Escudero-Colomar LA. 2014. *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae), una nueva plaga de los frutales que se está extendiendo mundialmente. Distribución, biología y ecología. *Revta Agron N O Argent* 34: 13-19.
- (38) Skinkis P, 2009. Spotted wing drosophila traps – monitoring adult flight. [http://extension.oregonstate.edu/douglas/sites/default/files/documents/hort/2010/spotte\\_d\\_wing\\_drosophila\\_traps\\_osuviticulture1.pdf](http://extension.oregonstate.edu/douglas/sites/default/files/documents/hort/2010/spotte_d_wing_drosophila_traps_osuviticulture1.pdf) Accedido en marzo 2018
- (39) Cini A, Loriatti C, Anfora G. 2012. A review of the invasion of *Drosophila suzukii* in Europe and a draft research agenda for integrated pest management. *Bull Insectology* 65: 149–160.
- (40) Dreves A J, Walton V, Fisher G. 2009. A new pest attacking healthy ripening fruit in Oregon. Oregon State University Extension Service. <http://ir.library.oregonstate.edu/jspui/bitstream/1957/13090/1/em8991.pdf> Accedido en 2018
- (41) Langellotto GA. 2010. Spotted Wing Drosophilal and Management. Urban and Community Horticulture, Oregon State University Extension. [http://www.ipmnet.org/tim/pesticide\\_ed/Pesticide\\_Courses\\_-\\_2011/Urban\\_Pest/Gail%20Langellotto%20%20Spotted%20Wing%20Drosophila.pdf](http://www.ipmnet.org/tim/pesticide_ed/Pesticide_Courses_-_2011/Urban_Pest/Gail%20Langellotto%20%20Spotted%20Wing%20Drosophila.pdf). Accedido en marzo 2018.
- (42) Lee JC, Burrack HJ, Barrantes LD, Beers EH, Dreves AJ, Hamby K, Haviland DR, Isaacs R, Richardson T, Shearer P, Stanley CA, Walsh DB, Walton VM, Zalom FG, Bruck DJ. 2012. Evaluation of Monitoring Traps for *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in North America. *J Econ Entomol* 105: 1350-1357.
- (43) Landolt PJ, Adams T, Rogg H. 2012. 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.
- (44) Trécé INC. 2016. [http://www.trece.com/PDF/Pherocon\\_SWD\\_flyer.pdf](http://www.trece.com/PDF/Pherocon_SWD_flyer.pdf). Accedido en marzo 2018.
- (45) Burrack HJ, Asplen M, Bahder L, Collins J, Drummond FA, Guédot C, Isaacs R, Johnson D, Blanton A, Lee JC, Loeb G, Rodriguez-Saona C, van Timmeren S, Walsh D, McPhie DR. 2015. Multistate comparison of attractants for monitoring *Drosophila suzukii* in blueberries and caneberries. *Environ Entomol* 44: 704-712.
- (46) Dreves AJ, Cave A, Lee J. 2014. A detailed guide for testing fruit for the presence of spotted wing drosophila (SWD) larvae. Oregon State University. <https://catalog.extension.oregonstate.edu/sites/catalog/files/project/pdf/em9096.pdf> Accedida en marzo 2018.
- (47) Biobest. 2015. Monitoreo efectivo de *Drosophila suzukii*. [studylib.es/doc/7636554/monitoreo-efectivo-de-drosophila.-suzukii](http://studylib.es/doc/7636554/monitoreo-efectivo-de-drosophila.-suzukii). Accedido en marzo 2018.
- (48) Escudero-Colomar LA. 2016. Métodos de control para *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae), una nueva plaga de frutales que se está extendiendo mundialmente. *Revta Agron N O Argent* 36: 19-31.
- (49) Funes CF, Escobar LI, Meneguzzi NG, Ovruski SM, Kirschbaum DS. 2017. Occurrence of *Ceratitidis capitata* and *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) on blackberry and raspberry (*Rubus* spp.) fruit grown under semiarid-temperate and sub-tropical climates of Tucumán, Argentina. *Fla Entomol* 672-674.
- (50) Baker R, Baufeld P, Grassi A, Guitián JM, Hauser M, Hueppelsheuser T, Knight J, Reynaud

- P, Sunley R, Petter P. 2010. *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). Spotted wing drosophila. A pest from the EPPO Alert List. ([http://www.eppo.org/QUARANTINE/Alert\\_List/insects/Drosophila\\_suzukii\\_factsheet\\_12-2010.pdf](http://www.eppo.org/QUARANTINE/Alert_List/insects/Drosophila_suzukii_factsheet_12-2010.pdf))
- (51) Baroffio C, Huber B, Kopp, Marazzi C, Mariethoz J, Sandrini F, Thoss H, Zurfluh M. 2015. *Drosophila suzukii*: strategie 2015 pour les petits fruits. Agroscope Fiche Technique N° 20. Ed. Agroscope, Conthey.
- (52) Kimura TK, Anfora G, March FE. 2012. Evolution and Ecology of *Drosophila suzukii*: a comparison between native and invaded áreas [http://www.programamoscamed.mx/EIS/biblioteca/libros/informes/Kimura%20and%20Anfora\\_2012\\_2%20.pdf](http://www.programamoscamed.mx/EIS/biblioteca/libros/informes/Kimura%20and%20Anfora_2012_2%20.pdf) Accedido en marzo 2018
- (53) Escobar LI, Funes CF, Gallardo FE, Reche VA, Ovruski SM, Kirschbaum DS. 2017. Diversidad de parasitoides de Drosophilidae en cultivos orgánicos de frambuesa en Tafí del Valle (Tucumán), Argentina. Actas de la VI Reunión Argentina de Parasitoidólogos (RAP).
- (54) Jaime AP, Nasca AJ, Lemme MC, Corronca JA, Kirschbaum DS. 1999. Araneae (Arachnida) asociadas al cultivo de la frutilla. Resúmenes de las X Jornadas Fitosanitarias Argentinas, SS de Jujuy.
- (55) Gabarra R, Riudavets J, Rodríguez GA, Pujade-Villar J, Arnó J. 2015. Prospects for the biological control of *Drosophila suzukii*. Biocontrol 60: 331–339.
- (56) Davis RS, Alston D, Vorel C. 2013. Spotted Wing Drosophila. Utah State University Extension and Utah Plant Pest Diagnostic Laboratory (boletín). [https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1655&context=extension\\_curall](https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1655&context=extension_curall) Accedido en marzo 2018
- (57) Lanouette G, Brodeur J, Fournier F, Martel V, Vreysen M, Caceres C, Firlej A. 2017. The sterile insect technique for the management of the spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii*: Establishing the optimum irradiation dose. PLoS ONE 12: e0180821.
- (58) Renkema JM, Wright D, Buitenhuis R, Hallett RH. 2016. Plant essential oils and potassium metabisulfite as repellents for *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). Sci Rep 6: 21432.
- (59) McDermott L, Nickerson L. 2014. Cultural controls of spotted wing Drosophila in organic blueberry production. New York Fruit Quarterly 22: 25-27.
- (60) Renkema JM, Telfer Z, Garipey T, Hallett RH. 2015. *Dalotia coriaria* as a predator of *Drosophila suzukii*: functional responses, reduced fruit infestation and molecular diagnostics. Biol Control 89: 1-10.
- (61) Bruck DJ, Bolda MP, Tanigoshi L, Klick J, Kleiber J, DeFransesco J, Gerdeman B, Splitter H. 2011. Laboratory and field comparisons of insecticides to reduce infestation of *Drosophila suzukii* in berry crops. Pest Manag Sci 67: 1375–1385.
- (62) Sweeney M. 2014. Spotted wing drosophila (SWD) management in BC berry crops (Blueberries, Raspberries, Strawberries, Blackberries). [https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/farming-natural-resources-and-industry/agriculture-and-seafood/animal-and-crops/plant-health/swd\\_management.pdf](https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/farming-natural-resources-and-industry/agriculture-and-seafood/animal-and-crops/plant-health/swd_management.pdf) Accedido en marzo 2018.
- (63) ABC. 2018. Estadísticas. <http://www.argblueberry.com/es/estadisticas.html> Accedido en marzo de 2018
- (64) SENASA. Resolución SENASA 601/2001. 2001. Programa Nacional de Control y Erradicación de Moscas de los Frutos (PROCEM). <http://www.senasa.gov.ar/>. Accedido en marzo 2018.
- (65) Walse S, Bellamy D, Krugner R, Tebbets J. 2012. Postharvest treatment of California USA strawberries with methyl bromide to eliminate the spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii*, in exports to Australia. J Asia-Pac Entomol 15: 451-456
- (66) Tebbets J, Walse S. 2014. Postharvest treatment of blueberries with methyl bromide to control spotted wing, *Drosophila suzukii*. [http://www.calblueberry.org/media/8b%20USDA-ARS\\_SWD\\_MB\\_2014\\_CBC\\_Australia.pdf](http://www.calblueberry.org/media/8b%20USDA-ARS_SWD_MB_2014_CBC_Australia.pdf).



Accedido en marzo 2018.

- (67) Kader A. 2002. Postharvest Technology of Horticultural Crops. Third Ed. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 3311.
- (68) Follett P, Weinert E. 2009. Comparative radiation dose mapping of single fruit type and mixed fruit boxes for export from Hawaii. *Journal of Food Process. Preserv.* 32: 231-244.
- (69) Follet P, Swedman A, Price D. 2014 Postharvest irradiation treatment for quarantine control of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in fresh commodities. *J Econ Entomol* 107: 964-969.
- (70) Miller W, Mitcham E, Mc Donald R. 1994. Postharvest storage quality of Gamma – irradiated Climax rabbiteye blueberries. *HortScience* 29: 98-101.
- (71) Golding J, Blades B, Satyan S, Jessup A, Spohr L, Harris A, Banos C, Davies J. 2014. Low dose gamma irradiation does not affect the quality, proximate or nutritional profile of Brigitta blueberries and Maravilla raspberry fruit. *Postharvest Biol Technol* 96: 49-52.
- (72) Wilson J. 2013. Cold treatment as a phytosanitary measure for the management of *Drosophila suzukii*. International Plant Protection Convention.
- (73) Mitsui H, Beppu K, Kimura MT. 2010. Seasonal life cycles and resource uses of flower and fruit-feeding drosophilid flies (Diptera: Drosophilidae) in central Japan. *Entomol Sci* 13: 60–67.
- (74) 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.



Ministerio de Agroindustria  
Presidencia de la Nación