

***Drosophila suzukii* (Matsumura): que perspectivas de controlo desta praga à luz dos últimos conhecimentos?**

Célia Mateus^{1,4}, Rita Teixeira¹, Maria do Céu Godinho² & Elisabete Figueiredo^{3,4}

¹Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV, IP), Av. da República, Quinta do Marquês, 2784-505 Oeiras, celia.mateus@iniav.pt, rita.teixeira@iniav.pt

²Escola Superior Agrária de Santarém, Instituto Politécnico de Santarém, Quinta do Galinheiro, S. Pedro, Apartado 310, 2001-904 Santarém, maria.godinho@esa.ipsantarem.pt

³Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa. Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, elisalacerda@isa.ulisboa.pt

⁴LEAF - Centro de Investigação em Agronomia, Alimentos, Ambiente e Paisagem, Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa.

Resumo

Até muito recentemente, as drosófilas ou moscas-do-vinagre eram habitualmente vistas como insetos-sentinela, alertando-nos para a presença de frutos “tocados” ou como insetos-modelo, em estudos de genética em laboratório. Contudo, em 2008, uma espécie, *Drosophila suzukii*, “spotted wing drosophila SWD” ou, em português, “drosófila-da-asa-manchada”, detetada em Espanha e quase simultaneamente nos EUA (parte continental), rapidamente se disseminou e começou a causar prejuízos a nível agrícola. Portugal, não foi exceção. Esta espécie tem preferência por se alimentar e realizar a postura em frutos sãos, as larvas alimentam-se dos frutos, e as feridas provocadas pelo ovíscapto constituem portas de entrada para patógenos. Entre os fatores que têm contribuído para o seu estatuto de praga contam-se: elevada fecundidade e ciclo de vida rápido (elevado número de gerações por ano), que promovem grande crescimento populacional; vasta gama de hospedeiros (com preferência por pequenos frutos), cultivados e espontâneos que propiciam a reinfestação; elevada tolerância térmica (baixas e altas temperaturas), que amplia a sua distribuição geográfica; inserção dos ovos no interior dos frutos, que oculta a primeira fase de infestação; aumento dos custos de produção; redução da “vida em prateleira” e efeito negativo nas exportações. Apesar da sua preferência por ambientes frescos e húmidos, a produção de pequenos frutos no sul da Europa tem sido muito afetada. O objetivo desta comunicação é apresentar os conhecimentos mais recentes para o desenvolvimento de estratégias de proteção das culturas mais eficazes, sob o compromisso de cumprimento dos princípios da proteção integrada.

Palavras-chave: drosófila-da-asa-manchada, pequenos frutos, proteção integrada.

Abstract

***Drosophila suzukii* (Matsumura): what perspectives for its control in the light of the latest knowledge?**

Until very recently, species of Drosophilidae, known as vinegar flies, were usually viewed as sentinel insects, warning us to the presence of damaged fruits or model insects in genetic studies in the lab. Nevertheless, in 2008, *Drosophila suzukii*, "spotted wing drosophila SWD" or, in Portuguese "drosófila-da-asa-manchada" was

detected in Spain and almost simultaneously in the USA (mainland), and quickly spread and began to cause agricultural losses. Portugal was no exception. This species prefers healthy fruits since the ovipositor can pierce the fruits' intact skin. The larvae feed on the fruits and the ovipositor hole allows the entrance of pathogens (secondary infections). Among the factors that have contributed to its pest status are: high fecundity and short life cycle (high number of generations per year) that promote high population growth; wide host range (soft fruit preference), cultivated and spontaneous plants, which promote re-infestation; high thermal tolerance (to low and high temperatures), that expands its geographical distribution; eggs inside the fruits, which hides the first stage of the infestation; increased production costs; reduction of the "shelf life" and difficulties in exportation. Despite the species preference for fresh and moist environments, the small fruits production at the southern Europe has been very affected economically. The main goal of this paper is to present the more recent knowledge for the development of crop protection strategies on an IPM basis.

Keywords: spotted wing drosophila, SWD, soft fruits, berries, IPM.

Introdução

Até há bem pouco tempo, as drosófilas ou moscas-do-vinagre eram aqueles insetos-sentinela que regularmente povoam o ambiente doméstico, alertando-nos para a presença de frutos “tocados”, ou os insetos-modelo que em laboratório têm visto a sua genética exaustivamente explorada. Contudo, já se sabia que mais longe, na Ásia, havia algumas, poucas, espécies bem diferentes com capacidade de infestar frutos sãos, mas... estavam longe. A situação alterou-se quando, em 2008, uma delas, *Drosophila suzukii*, “spotted wing drosophila SWD” ou, em português, “drosófila-da-asa-manchada” foi detetada em Espanha, e quase simultaneamente nos EUA (continente), e rapidamente se disseminou. Detalhes sobre a origem e dispersão desta espécie a nível mundial, incluindo em Portugal, podem ser encontrados em Figueiredo & Godinho (2016).

A sua identificação taxonómica com base em características morfológicas é erroneamente simples (ver descrição e ilustração em Mateus et al., 2016).

D. suzukii tem preferência em se alimentar e realizar a postura em frutos sãos em fase de maturação, em detrimento dos muito maduros e/ou danificados, sendo que o ovíscapto grande e robusto consegue romper o tegumento intacto dos frutos, principalmente dos mais frágeis (Cini et al., 2012).

Os estragos diretos de *D. suzukii* são os causados pela atividade de postura das fêmeas, que perfuram a superfície dos frutos, e pelas larvas, que se alimentam do seu interior. Os frutos podem colapsar alguns dias após a postura. Acrescem ainda estragos indiretos, que são causados pelo ataque oportunista de microrganismos como fungos (por exemplo, *Botrytis cinerea*) e bactérias, que penetram nos frutos pelos orifícios de postura, são espalhados no seu interior pelas larvas e causam podridões (Teixeira & Rego, 2011). Os orifícios e podridões desvalorizam comercialmente os frutos e os prejuízos nas principais culturas (cereja, morango, framboesa, amora e mirtilo) podem ultrapassar 70% do valor comercial (Bolda et al., 2010). O impacto económico na produção pode variar entre 30% e 100%, em função da cultura e da região (Goodhue et al. 2011; Walsh et al. 2011). Na contabilização dos prejuízos há ainda que ter em conta a intensa aplicação de inseticidas, que aumenta os custos de produção, compromete o cumprimento do intervalo de segurança e aumenta o risco de rejeição dos frutos por presença de resíduos.

Entre os fatores que têm contribuído para o estatuto de praga desta espécie contam-se: a elevada fecundidade e ciclo de vida rápido (elevado número de gerações por ano) que promovem um crescimento populacional explosivo; a vasta gama de hospedeiros (com preferência por pequenos frutos / bagas), cultivados e espontâneos, que propiciam a reinfestação; a elevada tolerância térmica (para baixas e altas temperaturas), que amplia a sua distribuição geográfica; a inserção dos ovos no interior dos frutos, que oculta a primeira fase da infestação, facilitando a dispersão passiva da espécie; o aumento dos custos de produção (monitorização, meios de proteção e seleção dos frutos), a redução da “vida em prateleira” e os efeitos negativos nas exportações. Apesar da sua preferência por ambientes frescos e húmidos, a produção de pequenos frutos no sul da Europa, incluindo Portugal, tem sido muito afetada negativamente.

Seguidamente apresenta-se uma revisão bibliográfica com atualização dos conhecimentos essenciais ao desenvolvimento de estratégias de proteção das culturas, de acordo com os princípios da proteção integrada.

Aspetos da bioecologia

Ciclo de vida

O ciclo de vida de *D. suzukii* compreende vários estados: ovo, três instares larvares, pupa e adulto.

Cada fêmea produz, em média, 200 a 500 ovos no decurso da sua vida, dependendo de vários fatores, principalmente o hospedeiro e a temperatura (ver detalhes em Mitsui et al., 2006; Walsh et al., 2011; Cini et al., 2012). Cada fêmea pode colocar mais do que um ovo por fruto, o qual pode alojar ovos de diferentes fêmeas. Um a três dias após a postura, o ovo eclode e a larva permanece dentro dele, alimentam-se e desenvolvem-se durante três a 13 dias. A pupa, geralmente, permanece dentro dos frutos (embora também possa estar externamente no tegumento ou mesmo no solo), durante três a 43 dias (ver detalhes em Cini et al., 2012). Em condições ótimas, um ou dois dias após a emergência, o adulto atinge a maturidade sexual.

Assim se depreende que o intervalo de tempo entre a postura e a emergência do adulto pode ser muito curto: 8 a 10 dias, a 25 °C, e 21 a 25 dias, a 15 °C. Dependendo das condições ambientais, podem ocorrer 7 a 15 gerações num ano, possibilitando um crescimento populacional “explosivo” (Kanzawa, 1939; Cini et al., 2012; Tochen et al., 2014).

Apesar das discrepâncias nos resultados obtidos em diferentes estudos sobre a biologia de *D. suzukii* (por exemplo, Kanzawa, 1939; Dalton et al., 2011; Lee et al., 2011; Cini et al., 2012 e referências nele contidas; Thistlewood et al., 2012; Tochen et al., 2014; Guzmán et al., 2015), há valores de referência que importa reter: esta espécie tem preferência por temperaturas amenas (entre 20 °C e 25 °C) e humidade relativa elevada, condições em que ocorre o máximo de desenvolvimento e atividade; o limiar mínimo para o desenvolvimento ronda os 10°C; abaixo desse valor a sobrevivência é substancialmente reduzida, dependendo do número de dias de permanência nessas condições; acima de 10°C os adultos estão ativos; a 30°C a atividade é reduzida e a sobrevivência também; esta será a temperatura limite para a fertilidade dos machos; a postura realiza-se entre os 10 °C e os 30-32 °C. No verão, os adultos estão mais ativos ao nascer e pôr-do-sol (crepúsculo) e, no inverno, a meio do dia (Hamby et al., 2013). De referir que *D. suzukii* é considerada uma espécie com elevada tolerância térmica: sobrevive aos verões quentes, nomeadamente de Espanha, e aos invernos das regiões frias do Japão, Colúmbia Britânica e Alpes, na forma de fêmeas em diapausa reprodutiva (Kanzawa, 1939; Mitsui et al., 2010). Em temperaturas extremas deverá

sobreviver em pequenos habitats protegidos com microclimas favoráveis ou mesmo em habitações ou outras estruturas aquecidas pelo Homem (Kimura, 2004). A qualidade do hospedeiro é também determinante. Por exemplo, Tochen et al. (2014) observaram maior sobrevivência dos adultos em cereja do que em mirtilo.

Dinâmica populacional

Os níveis populacionais desta espécie numa região estão diretamente ligados às condições ambientais, nomeadamente temperatura e humidade relativa, havendo a possibilidade de esta espécie se manter ativa durante todo o ano (OEPP, 2013). Na Catalunha e na Califórnia, a abundância de indivíduos foi maior na primavera (maio-junho) e no outono (outubro-dezembro), com diminuição durante o verão (Haviland & Rill, 2011; Sorribas & Lekinberri, 2013; Escudero-Colomar, 2015; Gabarra et al., 2015). A norte de Itália, nos Alpes, a abundância de *D. suzukii* aumentou a partir de meados de agosto, para atingir o maior pico em novembro (Amiresmaeili, 2015). As posturas começam na primavera, à medida que vão surgindo frutos nas plantas hospedeiras, e decorrem ainda no outono. Temperaturas amenas, por períodos prolongados, durante o verão conduzem a elevados níveis populacionais no outono. Pelo contrário, períodos longos de temperaturas elevadas promovem a diminuição da fertilidade e a diminuição da densidade populacional (Figueiredo et al., 2016).

A disseminação da praga a longa distância faz-se essencialmente através do transporte de frutos infestados, se bem que também ocorram voos migratórios em distâncias consideráveis (Mitsui et al., 2010). As plantas sem frutos não deverão ser repositórios da praga e, portanto, não deverão contribuir para a sua dispersão (exceto se transportadas com terra- pode aí haver pupas).

Hospedeiros

A alimentação e postura ocorrem preferencialmente em frutos sãos, em fase de maturação, nas árvores ou caídos no solo, e menos nos frutos muito maduros e/ou danificados (Mitsui et al., 2006; Lee et al., 2011; Poyet et al., 2014). Pontualmente, foi observada alimentação em seiva exposta em feridas de árvores *Quercus* sp. (Kanzawa, 1939).

A lista de hospedeiros é muito vasta, com cerca de 40 espécies vegetais de 21 famílias botânicas, com preferência pelos frutos de tegumento não muito resistente, como os pequenos frutos (morango, framboesa, amora, mirtilo), cereja e outras prunóideas, uva (de mesa e para vinho), figo, quivi, assim como frutos danificados como maçã, nêspera, diospiro e tomate (ver mais detalhes em Cini et al., 2012; Gargani et al., 2013; Poyet et al., 2015). As espécies hospedeiras e as variedades/cultivares, a dureza/ resistência da epiderme, o pH e o brix do fruto são fatores importantes aquando da seleção dos hospedeiros no campo (Lee et al., 2011; Burrack et al., 2013; Kinjo et al., 2013; Solà et al., 2013; Ioriatti et al., 2015; Molina et al., 2015; Riudavets & Gabarra, 2015; Riudavets et al., 2015).

Os frutos são suscetíveis de ser infestados assim que começam a ganhar cor; o aumento dos níveis de brix é acompanhado pelo aumento do número de ovos postos e do número de insetos emergidos (Lee et al., 2011).

O número de plantas hospedeiras (cultivadas e espontâneas) é muito vasto, com períodos de frutificação/amadurecimento dos frutos muito diverso, pelo que as populações desta espécie conseguem sobreviver ao longo do ano, trocando de hospedeiro. Estas plantas são ainda utilizadas como refúgio em condições ambientais adversas e de tratamentos fitossanitários, constituindo fontes de reinfestação para as culturas (OEPP, 2010; Poyet et al., 2015).

Estimativa do risco

Monitorização de adultos

Para a deteção de adultos utilizam-se armadilhas com isco já disponíveis a nível comercial. Vários estudos têm sido desenvolvidos, tanto quanto à cor, forma e estrutura do recipiente das armadilhas, tipo de isco utilizado, e onde e quando as armadilhas devem ser colocadas, como em baixo se descreve.

As armadilhas mais usadas têm dispositivos de 250-750 ml (por exemplo, tipo garrafa) com vários orifícios laterais (de diâmetro entre 5-10 mm) - a dimensão dos orifícios (tapados ou não com rede) condiciona a taxa de evaporação/difusão do isco e a seletividade da armadilha (tamanho dos indivíduos capturados). Quanto à cor do recipiente, o vermelho aberto é a cor mais utilizada por se ter revelado muito atrativa e o branco parece ser a cor menos atrativa (ver, por exemplo, Edwards et al., 2012; Basoalto et al., 2013; Kirkpatrick et al., 2016). Basoalto et al. (2013) concluíram que as moscas são muito atraídas para cores escuras, de vermelho a preto, e que a colocação de três bandas (vermelha-preta-vermelha) apresentou vantagens em termos de seletividade para *D. suzukii*. Mas Escudero-Colomar (2015) não encontrou diferenças significativas entre o vermelho e o amarelo quanto às capturas. As discrepâncias nos resultados de diversos trabalhos disponíveis na bibliografia quanto às cores mais atrativas, podem dever-se às diferentes tonalidades usadas de cada cor e, ainda, ao tipo/cor/odor da cultura que variam ao longo da época de produção (Lee et al., 2013; Kirkpatrick et al., 2016).

Os estudos sobre quais os melhores iscos têm-se intensificado (Landolt et al., 2011, 2012; Kleiber, 2013; Cha et al., 2014; Iglesias et al., 2014, Escudero-Colomar, 2015, entre outros), visando que a atração destes se sobreponha à atração exercida pelos frutos, tendo presente que há hospedeiros mais atrativos do que outros e que os odores de fundo de uma estufa são diferentes dos presentes em culturas ao ar livre. Para além dos iscos comerciais, está comprovado o elevado poder de atração do vinagre de sidra (acidez 5%) e da combinação vinagre de sidra e vinho (se bem que outros tipos de vinagre também tenham dado bons resultados); as proporções da mistura são muito variáveis, consoante o tipo de vinagre e de vinho usado (Dreves et al., 2009; Landolt et al., 2011; Cini et al., 2012). Grassi & Maistri (2013) adicionaram açúcar a essa mistura, com bons resultados. O mesmo sucedeu misturando açúcar à levedura (Knight et al., 2013). Deve adicionar-se uma gota de surfatante ao isco (por exemplo, detergente para a loiça), ou colocar-se uma superfície coberta de cola (do tipo armadilha adesiva) dentro da armadilha, com o objetivo de reter os indivíduos que lá entraram (Walsh et al., 2011).

As armadilhas devem ser observadas, pelo menos, uma vez por semana e o isco renovado também, semanalmente (Castrillo et al., 2013; Liburd & Iglesias, 2013). As armadilhas devem ser colocadas no campo quando a temperatura ambiente esteja consistentemente acima de 10 °C (Castrillo et al., 2013) e são mais eficientes se colocadas em locais frescos e sombrios, quer penduradas quer sobre o solo (Walsh et al., 2011). Devem ser colocadas na orla das parcelas de cultura, em sebes e plantas hospedeiras próximas, para determinação do início do voo, e depois colocadas na parcela, quando se inicia a formação dos frutos, no mínimo um mês antes da maturação dos mesmos (Baker et al., 2010; Castrillo et al., 2013). O conhecimento da existência de culturas hospedeiras ou de hospedeiros alternativos silvestres na vizinhança da parcela é essencial, pelo risco de contaminação associado (acima já referido).

A eficiência de captura das armadilhas é afetada pela competição exercida pelos frutos, na parcela e na vizinhança, principalmente se estiverem em fase de maturação. Após a colheita, verifica-se um aumento significativo de indivíduos capturados nas

armadilhas e uma intensificação do ataque aos frutos não colhidos (Thistlewood et al., 2012).

No sudoeste alentejano, em culturas de pequenos frutos, decorreu um estudo de comparação de armadilhas (Bruno, 2014; Bruno et al., 2014), num período (primavera-verão) em que a incidência da praga foi baixa, o que deve ser tido em conta na leitura dos resultados: (1) o dispositivo DROSO-TRAP® de cor vermelha revelou maior eficiência na atração de *D. suzukii*, independentemente do isco usado; (2) não foi comprovada a vantagem em se introduzir uma placa amarela nos dispositivos com iscos líquidos; (3) a levedura, o líquido DROS'ATTRACT® e o vinagre, quando combinados com o dispositivo DROSO-TRAP® de cor vermelha, mostraram ser os iscos mais eficazes; (4) a utilização de levedura levanta duas dificuldades: o líquido-isco não é transparente, o que dificulta a visualização das moscas capturadas, além de requerer uma frequente substituição para manter a eficácia; (5) o isco de fruta mostrou-se ser o menos eficaz e menos seletivo (captura um elevado número de outras drosófilas).

Monitorização de frutos atacados e de imaturos

A deteção de frutos infestados e observação de larvas e pupas no seu interior faz-se por inspeção visual, de preferência com ajuda de lupa (ampliação 15-20x). Os frutos atacados apresentam inicialmente pequenas pontuações e filamentos brancos que marcam o local onde as fêmeas de *D. suzukii* inseriram os ovos. Num estado mais avançado do ataque, que poderá ser ao fim de apenas 2 ou 3 dias, os frutos amolecem, colapsam e são atacados por fungos. Posteriormente, observam-se pupas no seu interior ou à superfície das zonas afetadas (Dreves & Rhodaback, 2011). Para quantificação das larvas, há que extraí-las dos frutos: esmagam-se ligeiramente os frutos infestados, submergem-se numa solução açucarada ou salgada (uma parte de açúcar ou de sal para 6 partes de água) e espera-se cerca de 10 minutos para que as larvas saiam e flutuem à superfície da solução. As proporções de açúcar ou sal e água, assim como o tempo de espera, variam consoante os autores. A quantificação deve-se realizar logo de seguida, porque as larvas ao morrer afundam-se, misturam-se com os restos dos frutos no fundo, e torna-se difícil distingui-las (Davis, 2008; Dreves & Rhodaback, 2011).

Meios de proteção

Proteção biológica

Drosophila suzukii é uma espécie invasora que até há pouco tempo não existia na Europa. Como tal, não tem inimigos naturais especializados que tenham ao longo do tempo evoluído conjuntamente. Esta questão da coevolução é mais premente no caso dos parasitoides que tendem a ser mais especializados, enquanto os predadores são normalmente mais generalistas, consumindo uma maior diversidade de presas. A falta de inimigos naturais, ou a sua pouca eficácia, é, aliás, geralmente, apontada como um fator para o sucesso das espécies invasoras.

Contudo, na Europa, há outras espécies de *Drosophila* Fallen, algumas autóctones, outras introduzidas há mais tempo, pelo que têm os seus inimigos naturais, já instalados. Há a esperança de que alguns deles sejam compatíveis ou se adaptem rapidamente a esta nova espécie de *Drosophila*; as espécies de parasitoides em zonas recentemente invadidas podem gradualmente adaptarem-se e estabelecer novas associações em resposta aos novos invasores.

Em Itália, França, Espanha e EUA tem-se estado a avaliar o parasitismo natural sobre *D. suzukii* (Tottin et al., 2014; Amiresmaeili et al., 2015; Arnó et al., 2015; Gabarra et al., 2015b; Miller et al., 2015; Mazzetto et al., 2016). Até agora os parasitoides mais promissores encontrados a parasitar esta espécie (taxas elevadas de

parasitismo e maior eficácia nas diferentes populações de *D. suzukii*) foram: *Trichopria* cf. *drosophilae* Perkins (Hymenoptera: Diapriidae) e *Pachycrepoideus vindemmiae* (Rondani) (Hymenoptera: Pteromalidae), ambos ectoparasitoides pupais e com um leque de hospedeiros relativamente grande (ver maior desenvolvimento em Figueiredo & Godinho, 2016). Estas espécies não se encontram registadas para Portugal mas estão referidas em Itália, no Sul de França e em Espanha, pelo que é possível que também existam no nosso país. Em laboratório, foi testada a eficácia de três espécies de parasitoides larvares de *Drosophila* spp., comuns na Europa: *Leptopilina heterotoma* (Thomson), *L. bouvardi* (Barbotin, Carton & Kelner-Pillault) (Hymenoptera: Eucoilidae) e *Asobara tabida* (Hymenoptera: Braconidae) (Chabert et al., 2012; Amiresmaeli et al., 2015; Arnó et al., 2015; Mazzetto et al., 2016). Os resultados não foram promissores, porque mesmo com populações que conseguiam induzir mortalidade no hospedeiro, verificou-se que não se desenvolviam, ou seja, não emergiam novos adultos. São parasitoides mais especializados do que os pupais, anteriormente mencionados, e crê-se que esteja envolvida uma forte resposta imunitária por parte das larvas de *D. suzukii* ao ataque de duas destas espécies de parasitoides (assunto desenvolvido em Kasoh & Schlenke, 2012).

Na Ásia, outras espécies de parasitoides têm sido apontadas como bem sucedidas (in Renkema et al., 2015; Mazzetto et al., 2016), mas não se encontram na Europa.

Para o aumento dos níveis populacionais dos parasitoides autóctones, em Trottin et al. (2015) e Rossi Stacconi et al. (2015) é relembado o conceito de “augmentorium”- uma criação ao ar livre: caixa/ contentor colocada junto aos campos cultivados, onde se pode depositar frutos infestados. As moscas emergidas são impedidas de sair por rede de malha suficientemente apertada para tal mas que permite a saída dos parasitoides, aumentando a sua população.

Relativamente a predadores, foi testada a eficácia predadora de várias espécies, algumas disponíveis comercialmente. De um modo geral, todas mostraram alimentar-se com maior ou menor intensidade sobre algum dos instares larvares e/ou pupas de *D. suzukii*, nomeadamente *Orius* spp., *Anthocoris nemoralis* (F.), *Cardiasthetus nazareus* Reuter e *C. fasciventris* (Hemiptera: Antochoridae), *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) e *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (Hemiptera: Miridae), *Atheta coriaria* Kraatz (Coleoptera: Staphylinidae) e *Labidura riparia* Pallas (Dermaptera: Labiduridae) (Cuthbertson et al., 2014; Gabarra et al., 2015b; Pérez-Guerrero et al., 2015; Renkema et al., 2015). Para aprofundamento deste assunto pode-se consultar Figueiredo & Godinho (2016). Algumas destas espécies estão referidas em Portugal. Os resultados até agora obtidos não apontam nenhum destes predadores como sendo capaz por si só de controlar as populações de *D. suzukii* no campo até porque são generalistas; cada espécie dá uma contribuição pelo que a sua conservação deve ser encorajada.

Quanto a agentes entomopatogénicos, nomeadamente fungos e nemátodes, os resultados da avaliação de eficácia têm sido inconsistentes, com bons e maus resultados, provavelmente devido aos diferentes métodos utilizados nos ensaios, estirpes e formulações (Arnó et al., 2013; Gargani et al., 2013; Cuthbertson et al., 2014; Naranjo-Lazaro et al., 2014; Yousef et al., 2015).

Proteção química

A proteção química por si só não se tem revelado solução para o combate a esta praga, em especial em produção biológica.

Os estudos de eficácia de inseticidas visam a eliminação dos adultos antes da ocorrência de postura em frutos suscetíveis com valor de mercado, uma vez que as

larvas estão protegidas dentro dos frutos: espinosinas, neonicotinóides, organofosforados e piretróides têm mostrado eficácia contra *D. suzukii* (ver por exemplo, Beers et al., 2011; Bruck et al., 2011; Yee & Alston, 2012; Arnó et al., 2013; van Timmeren & Isaacs, 2013; Cowles et al., 2015). Contudo, a presença de indivíduos em volta das parcelas tratadas, em frutos da vegetação natural espontânea (bagas) e a necessidade de tratamentos muito frequentes face ao ciclo evolutivo muito rápido desta espécie são exemplos de fatores que reduzem a sua eficácia. O desenvolvimento de resistência por uso exclusivo e frequente é outra questão premente (Bruck et al., 2011; Zimmer et al., 2016) que decorre de um longo período global de maturação dos frutos hospedeiros (diferentes tipos de frutos, com diferentes variedades de maturação escalonada) e de um ciclo evolutivo rápido que conduz a várias gerações nesse período. Há ainda os limites de resíduos que o mercado dos pequenos frutos impõe, questão difícil de contornar com os tratamentos a serem realizados muito próximo da colheita. Cowles et al. (2015) verificaram que a adição de açúcar aos inseticidas quer de ingestão quer mesmo aos de contacto aumentava a mortalidade causada nestas moscas.

Os atrativos que têm estado a ser desenvolvidos para uma mais eficiente monitorização da praga podem ainda ser utilizados numa estratégia de atração e morte, em que os inseticidas são aplicados nos dispositivos (armadilhas) e/ou numa área reduzida em volta dos mesmos, numa tentativa de reduzir as quantidades utilizadas, áreas tratadas (Hampton et al., 2014) e o nível de resíduos nos frutos.

Atualmente, em Portugal, encontram-se autorizados produtos fitofarmacêuticos, com base em piretróides (lambda-cialotrina) e neonicotinóides (acetamiprida) para o controlo de *D. suzukii*, nas culturas de pequenos frutos (amora, framboesa, mirtilo), morangueiro, ameixeira, cerejeira e ginjeira, pelo recurso à figura dos usos menores. Em 2015 e 2016 foram concedidas autorizações de emergência, pela DGAV, a pedido de organizações de agricultores, por um período de 120 dias (Mendes & Cavaco, 2016), para as substâncias ativas spinosade em cerejeira e spinetorame em morango, mirtilo e framboesa ao ar livre (DGAV, 2016).

Com o intuito de se evitar os efeitos negativos dos inseticidas de síntese, tem-se estudado o efeito de extratos vegetais ou de seus derivados, alguns com resultados promissores (Gargani et al., 2013; Tovar-Hernandez, 2013).

Enxofre em pó aplicado sobre frutos de mirtilo, em laboratório, revelou um efeito significativo de redução da postura, assim como toxicidade e efeito letal sobre adultos (Pérez e Molina, 2016). Em laboratório, coberturas comestíveis à base de ceras de carnaúba utilizadas na indústria alimentar deram resultados interessantes na redução da postura e da sobrevivência das formas imaturas em pequenos frutos, se bem que os autores tenham enfatizado a necessidade de se fazer uma boa cobertura dos frutos no campo, o que pode apresentar dificuldades técnicas (Swoboda-Bhattarai & Burrack, 2014). Erland et al. (2015) obtiveram resultados muito promissores com diferentes óleos essenciais e de alguns dos seus constituintes, em especial com o óleo de abacate e o de *Lavandula latifolia* Vill. Mas já em González et al. (2015) este último óleo não se revelou interessante ao contrário do caulino (redução substancial da postura), que, contudo, Pérez e Molina (2016) tinham concluído não ser interessante. Estes resultados discrepantes prendem-se com diferentes metodologias de ensaio, diferentes formulações e concentrações dos produtos em estudo e, eventualmente, diferentes condições climáticas.

Proteção cultural e biotécnica

Algumas medidas de higiene das culturas são apontadas como relevantes no combate a esta praga: (1) eliminação frequente dos frutos caídos no solo e dos frutos

infestados ou sobremaduros que permanecem nas plantas, os quais devem ser colocados em sacos de plástico fortes e bem fechados; (2) remoção de hospedeiros alternativos espontâneos, que produzindo frutos fora da época das culturas permitem uma disponibilidade contínua de hospedeiros e permanência da praga nas zonas de cultura; (3) poda da canópia das fruteiras, para facilitar o arejamento e entrada de luz, e, assim, promover a existência de condições desfavoráveis à praga. Quanto à eliminação dos frutos não comercializáveis, em Caprile et al. (2011) e OMAFRA (2016) recomenda-se a solarização dos frutos sob plástico e enterrá-los em profundidade (medida não consensual) e salienta-se que não se deve recorrer à compostagem, porque as larvas podem conseguir sobreviver e desenvolver-se dando origem a adultos, constituindo assim um foco de reinfestação.

Poyet et al. (2015) revelam a existência de plantas que atraem as fêmeas para a postura, mas onde os ovos ou as larvas não conseguem terminar o seu desenvolvimento e de onde, por isso, não emergem adultos. Estas plantas poderão ser utilizadas como plantas-armadilha, quando plantadas junto às culturas, para diminuir a densidade populacional da praga.

Medidas como utilização de variedades/cultivares que amadurecem no cedo, para evitar o período de maior abundância da praga; colheita temporã e frequente (assim que os frutos começam a amadurecer) dos frutos comercializáveis das culturas suscetíveis; e aplicação de redes de exclusão, após a polinização e antes dos frutos começarem a amadurecer, podem ajudar a proteger os frutos e a reduzir populações (Caprile et al., 2011; Hampton et al., 2014; OMAFRA, 2016).

Alvarez & Oliva (2015) apresentaram resultados preliminares sobre o efeito de quatro malhas anti-inseto e de um tipo de manta térmica quanto a impedirem o acesso de *D. suzukii* às culturas, e fazem considerações importantes sobre as dimensões dos poros destes têxteis e o efeito da velocidade da deslocação de ar na sua eficácia. Estes produtos testados estão disponíveis no mercado para outros fins.

A captura em massa, com utilização de armadilhas com isco altamente atrativo e com um desenho que impeça a saída das moscas a elas atraídas é outra medida a implementar, com maior eficácia quando os níveis populacionais da praga não são ainda elevados. Os estudos de Hampton et al. (2014) apontam para um aumento dos níveis de infestação num raio de 5,5 m em torno das armadilhas, pelo que aconselham a colocação das mesmas no perímetro da parcela de cultura em vez de no seu interior e a aplicação de tratamentos químicos localizados à armadilha ou nesse perímetro da armadilha. Em Anónimo (2012) faz-se referência à colocação de armadilhas no perímetro da cultura cada dois metros.

Richoz et al. (2013) exploraram a estratégia atração-repulsão (“push & pull”), utilizando plantas repelentes de *Pelargonium* sp. (gerânio) e de *Ocimum kilimandscharicum* Guerke (basílico canforado), no interior das estufas com a cultura e colocando uma boa densidade de armadilhas atrativas em torno das estufas e na vegetação envolvente (cortinas de abrigo) de *Sambucus nigra* L. (sabugueiro) ou *Viburnum opulus* L., que criam condições favoráveis de ensombramento, humidade e temperatura. Alerta-se para o facto destas plantas envolventes com bagas que por um lado oferecem bagas que servem de alimento às aves, desviando a sua atenção da cultura, mas por outro poderão ser hospedeiras de *D. suzukii* e como tal repositórios da praga. Renkema et al. (2016), face ao efeito repelente obtido com óleo de menta, sugeriram que o mesmo seja testado no âmbito da estratégia atração-repulsão.

Tal como aconteceu com outras pragas exóticas e invasoras, é expectável que o aumento do conhecimento sobre a bioecologia da espécie e a experiência crescente na

gestão da praga, por parte dos produtores de pequenos frutos, permitam o desenvolvimento de um programa de controlo eficiente, tanto ao nível da cultura como também na pós-colheita.

De salientar ser constante nas conclusões de todos estes trabalhos a referência a que os resultados promissores alcançados abrem portas à utilização destes produtos/estratégias no âmbito de programas de proteção integrada, em articulação com outros meios de proteção; nunca são apresentados como soluções por si só.

Referências

- Alvarez, A.J. & Oliva, R.M. 2015. Primeros resultados sobre la eficacia de barreras físicas frente a *Drosophila suzukii*. Phytoma España 269: 36-38.
- Amiresmaeili, N. 2015. Spotted wing drosophila: notes on dynamics in Lombardy (Italy) and susceptibility of some small fruits. Proc. XX Workshop on the Developments in the Italian PhD research on Food Science, Technology and Biotechnology, Perugia, Italy, 23-25 September.
- Amiresmaeili, N., Jucker, C., Rocco, A., Girgenti, P., Colombo, M., Marchetti, E. & Lupi, D. 2015. *Trichopria drosophilae*: a potentially successful control agent of *Drosophila suzukii*. XVIII International Plant Protection Congress, Berlin, Germany 24–27 August.
- Anónimo 2012. Controllo della *Drosophila suzukii* attraverso la técnica della cattura massale. IASMA Notizie Piccoli Frutti i Ortaggi 11(22) n°9, 2pp. http://www.fmach.it/content/download/18308/178289/version/3/file/9096_PICCOLI_FRUTTI_E_ORTAGGI_9_Controllo_della_Drosophila_suzukii_attraverso_la_tecnica_della_cattura_massale.pdf
- Arnó, J., Riudavets, J. & Gabarra, R. 2013. Ensayos de laboratorio para determinar a eficacia de diversos produtos com actividad insecticida frente a la mosca *Drosophila suzukii*. Phytoma España n°250:88–94.
- Arnó, J., Rocha, A., Riudavets, J. & Gabarra, R. 2015. Avances en el control biológico de *Drosophila suzukii* (Matsumura). IX Congreso Nacional de Entomología Aplicada - Libro de Resúmenes, Valencia, España 19–23 octubre, p. 87.
- Baker, R., Bauflied, P., Grassi, A., Guitián, J. M.C., Hauser, M., Hueppelsheuser, T., Knight, J., Reynaud, P., Sunley, R. & Petter, F. 2010. *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) spotted wing drosophila. https://www.eppo.int/QUARANTINE/Alert_List/insects/Drosophila_suzukii_factsheet_12-2010.pdf
- Basoalto, E., Hilton, R. & Knight, A. 2013. Factors affecting the efficacy of a vinegar trap for *Drosophila suzukii* (Diptera; Drosophilidae). Journal of Applied Entomology 137:561–570.
- Beers, E., van Steenwyk, R.A., Shearer, P.W., Coates, W.W. & Grant, J.A. 2011. Developing *Drosophila suzukii* management programs for sweet cherry in the western United States. Pest Management Science 67(11):1386–1395.
- Bolda, M., Goodhue, R. & Zalom, F. 2010. Spotted wing drosophila: potential economic impact of a newly established pest. Agricultural Resource Economy Update 13(3):5–8. http://s.giannini.ucop.edu/uploads/giannini_public/81/fe/81feb5c9-f722-4018-85ec-64519d1bbc95/v13n3_2.pdf

- Bruck, D.J., Bruck, D.J., Bolda, M., Tanigoshi, L., Klick, J., Kleiber, J., DeFrancesco, J., Gerdeman, B. & Spitler, H. 2011. Laboratory and field comparisons of insecticides to reduce infestation of *Drosophila suzukii* in berry crops. *Pest Management Science* 67:1375–1385.
- Bruno, D.F.V. 2014. Comparação de dispositivos e iscos para monitorização de *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae) em pequenos frutos. Diss. Mestrado, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Bruno, D., Godinho, M.C. & Figueiredo, E. 2014. Captura de *Drosophila suzukii* em armadilhas alimentares. *Caderno Pequenos Frutos, Agrotec*, nº 6:27-28.
- Burrack, H., Fernandez, G., Spivey, T. & Kraus, D. 2013. Variation in selection and utilization of host crops in the field and laboratory by *Drosophila suzukii* Matsumura (Diptera: Drosophilidae), an invasive frugivore. *Pest Management Science* 69(10):1173-1180.
- Caprile, J.L., Flint, M.L., Bolda, M.P., Grant, J.A., van Steenwyk, R. & Haviland, D.R., 2011. Spotted wing drosophila, integrated pest management for home gardeners and landscape professionals. University of California Agriculture and Natural Resources Publication nº74158. <http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/PESTNOTES/pn74158.html>
- Castrillo, B., Fernandez, O., Gutiérrez, S., Mora, M., Redondo, A. & Miguel, B.S. 2013. *Drosophila suzukii*. Gobierno de Cantabria - Dirección General de Desarrollo Rural, Información Técnica de Sanidad Vegetal 1/2013.
- Cha, D.H., Adams, T., Werle, C.T., Sampson, B.J., Adamczyk Jr, J.J., Rogg, H. & Landolt, P.J. 2014. A four-component synthetic attractant for *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) isolated from fermented bait headspace. *Pest Management Science* 70:324–331.
- Chabert, S., Allemand, R., Poyet, M., Eslin, P. & Gibert, P. 2012. Ability of European parasitoids (Hymenoptera) to control a new invasive Asiatic pest, *Drosophila suzukii*. *Biological Control* 63:40–47.
- 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.
- Cowles, R.S., Rodriguez-Saona, C., Holdcraft, R., Loeb G.M., Elsensohn, J.E. & Hesler, S.P. 2015. Sucrose improves insecticide activity against *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). *Journal of Economic Entomology* 108(2):640–653.
- Cuthbertson, A.G.S., Balckburn, L.F. & Audsley, N. 2014. Efficacy of commercially available invertebrate predators against *Drosophila suzukii*. *Insects* 5:952–960.
- Dalton, D., Vaughn, W., Shearer, P., Walsh, D., Caprile, J. & Rufus, I. 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 Management Science* 67:1368–1374.
- Davis, R.S. 2008. Spotted wing drosophila. Utah Pests Fact Datasheet, ENT-140-10. Utah State University Extension & Utah Plant Pest Diagnostic Laboratory.
- DGAV. 2016. Produtos fitofarmacêuticos - autorizações de emergência em vigor (à data de 06/05/2016). http://www.dgv.min-agricultura.pt/xeov21/attachfileu.jsp?look_parentBoui=18296241&att_display=n&att_download=y
- Dreves, A.J. & Rhodaback, G.A.L. 2011. Protecting garden fruits from spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii*. Oregon State University Extension service, Corvallis.

- Dreves, A.J., Walton, V. & Fisher, G. 2009. A new pest attacking healthy ripening fruit in Oregon: spotted wing *Drosophila* - *Drosophila suzukii* (Matsumura). EM 8991 October 2009. Oregon State University Extension Service, Corvallis. <http://ir.library.oregonstate.edu/xmlui/bitstream/handle/1957/13090/em8991.pdf?sequence=3>
- Edwards, D.L., Lee, J. & Bruck, D. 2012. Spotted wing drosophila monitoring: building a better fly trap. Proc. 71st Annual Pacific Northwest Insect Management Conference, Portland, USA, 9-10 January, p. 30-34.
- Erland, L.A.E., Mark R. Rheault, M.R. & Soheil S. Mahmoud, S.S. 2014. Insecticidal and oviposition deterrent effects of essential oils and their constituents against the invasive pest *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae). Crop Protection 78:20–26.
- Escudero-Colomar, L.A. 2015. Estudios desarrollados sobre los métodos biotecnológicos disponibles para el seguimiento y control de *Drosophila suzukii* en España. Phytoma España 269:36-38.
- Figueiredo, E. & Godinho, M.C. 2016. Dispersão e impacto económico: origem, distribuição geográfica, hospedeiros, estragos e importância económica. p. 9–16. In: E. Figueiredo (coord.) Mosca da Asa Manchada - *Drosophila suzukii*. Cadernos Técnicos nº4, Sustinia, Agricultura Sustentável Lda., Lisboa.
- Figueiredo, E., Godinho, M.C. & Mateus, C. 2016. Estratégias de proteção: estimativa do risco. p. 17–21. In: E. Figueiredo (coord.) Mosca da Asa Manchada - *Drosophila suzukii*. Cadernos Técnicos nº4, Sustinia, Agricultura Sustentável Lda., Lisboa.
- Gabarra, R., Arnó, J. & Riudavets, J. 2015a. *Drosophila suzukii*: biologia e ecologia. Phytoma España 269:12-13.
- Gabarra, R., Riudavets, J., Rodríguez, G.A., Pujade-Villar, J. & Arnó, J. 2015b. Prospects for the biological control of *Drosophila suzukii*. BioControl 60: 331–339.
- Gargani, E., Tarchi, F., Frosinini, R. & Simoni, S. 2013 Notes on *Drosophila suzukii* Matsumura (Diptera Drosophilidae): field survey in Tuscany and laboratory evaluation of organic products. Redia Giornale di Zoologia 96:85–90.
- González-Núñez, M., Fernández, C.E., Pascual, S. & Sánchez-Ramos, I. 2015. Evaluación de caolín, azadiractina y aceites esenciales de plantas como disuasorios de la puesta de *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae). IX Congreso Nacional de Entomología Aplicada - Libro de Resúmenes, Valencia, España 19–23 octubre, p. 204.
- Goodhue, R., Bolda, M., Farnsworth, D., Williams J. & Zalom, F. 2011. Spotted wing drosophila infestation of California strawberries and raspberries: economic analysis of potential revenue losses and control costs. Pest Management Science 67:1396–1402.
- Grassi, A. & Maistri, S. 2013. *Drosophila suzukii* su piccoli frutti e ciliegio. Terra Trentina 58:47-53.
- Guzmán, V., González-Núñez, M., Fernández, C.E., Pascual, S., Sánchez-Ramos, I. 2015. Estudios de laboratorio para el desarrollo de estrategias de manejo integrado de *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae). IX Congreso Nacional de Entomología Aplicada - Libro de Resúmenes, Valencia, España, 19–23 octubre, p. 202.
- Hamby, K.A., Kwok, R.S., Zalom, F.G. & Chiu, J.C. 2013. Integrating circadian activity and gene expression profiles to predict chronotoxicity of *Drosophila suzukii* response to insecticides. PLoS ONE 8(7):e68472.

- Hampton, E. Koski, C., Barsoian, O., Faubert, H. Cowles, R.S. & Alm, S.R. 2014. Use of early ripening cultivars to avoid infestation and mass trapping to manage *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in *Vaccinium corymbosum* (Ericales: Ericaceae). *Journal of Economic Entomology* 107(5): 1849–1857.
- Haviland, D. R. & Rill, S. M. 2011. Status of Spotted Wing *Drosophila* as a pest in hot inland valleys of California. Abstract Book 85th Annual Orchard Pest and Disease Management Conference, Portland, USA, 12-14 January, p. 40.
- Iglesias, L.E., Nyoike, T.W. & Liburd, O.E. 2014. Effect of trap design, bait type, and age on captures of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in berry crops. *Journal of Economic Entomology* 107:1508–1518.
- Ioriatti, C., Walton, V., Dalton, D., Anfora, G., Grassi A., Maistri, S. & V. Mazzoni. 2015. *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) and its potential impact to wine grapes during harvest in two cool climate wine grape production regions. *Journal of Economic Entomology* 108:1148–1155.
- Kacsoh, B.Z. & Schlenke, T.A. 2012. High hemocyte load is associated with increased resistance against parasitoids in *Drosophila suzukii*, a relative of *D. melanogaster*. *PLoS One* 7(4):e34721.
- Kanzawa, T. 1939. [Studies on *Drosophila suzukii* Mats.]. Yamanashi Agricultural Experiment Station, Kofu. (Abstract in: *Review of Applied Entomology* 29:622).
- Kimura, M. T. 2004. Cold and heat tolerance of drosophilid flies with reference to their latitudinal distributions. *Oecologia* 140:442–449.
- Kinjo, H., Kunimi, Y., Ban, T. & Nakai, M. 2013. Oviposition efficacy of *Drosophila suzukii* (Diptera: *Drosophilidae*) on different cultivars of blueberry. *Journal of Economic Entomology* 106(4):1767–1771.
- Kirkpatrick, D.M., McGhee, P.S., Hermann, S.L., Gut, L.J. & Miller, J.R. 2016. Alightment of spotted wing drosophila (Diptera: Drosophilidae) on odorless disks varying in color. *Environmental Entomology* 45:185–191.
- Kleiber, J.R. 2013. Comparison of Baits for Monitoring the Spotted Wing *Drosophila*, *Drosophila suzukii*. MSc. thesis, Oregon State University, Corvallis.
- Knight, A., Yee, W., Hilton, R. 2013. Developing a new bait for spotted-wing *Drosophila* in organic cherry production. *Acta Horticulturae (ISHS)* 1001:147–152
- Landolt, P.J., Adams, T. & Rogg, H. 2011. Trapping spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae), with combinations of vinegar and wine, and acetic acid and ethanol. *Journal of Applied Entomology* 136:148–154.
- Landolt, P.J., Adams, T., Davis, T. Thomas, S. & Rogg, H. 2012. Spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae), trapped with combinations of wines and vinegars. *Florida Entomologist* 95:326–332.
- Lee, J., Bruck, D. J., Curry, H., Edwards, D., Haviland, D. R., Steenwykd, R.A. & Brian, M.Y. 2011. The susceptibility of small fruits and cherries to the spotted-wing drosophila, *Drosophila suzukii*. *Pest Management Science* 67:1358–1367.
- Lee, J.C., Shearer, P.W., Barrantes, L.D., Beers, E. H., Burrack, H. J., Dalton, D.T., Dreves, A.J., Gut, L.J., Hamby, K.A., Haviland, D.R., Isaacs, R., Nielsen, A.L., Richardson, T., Rodriguez-Saona, C.R., Stanley, C.A., Walsh, D.B., Walton, V.M., Yee, W.L., Zalom, F.G. & Bruck, D.J. 2013. Trap designs for monitoring *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). *Environmental Entomology* 42:1348–1355.
- Liburd, O.E. & Iglesias L.E. 2013. Spotted Wing *Drosophila*: Pest Management Recommendations for Southeastern Blueberries. IFAS Extension, Univ. Florida, , ENY-869.

- Mateus, C., Teixeira, R. & Figueiredo, E. 2016. Características da espécie: bioecologia, morfologia e identificação. p. 4–8. In: E. Figueiredo (coord.) Mosca da Asa Manchada - *Drosophila suzukii*. Cadernos Técnicos nº4, Sustainia, Agricultura Sustentável Lda., Lisboa.
- Mazzetto, F., Marchetti, E., Amiresmaeili, N., Sacco, D., Francati, S., Jucker, C., Dindo, M.L., Lupi, D. & Tavella, L. 2016. *Drosophila* parasitoids in northern Italy and their potential to attack the exotic pest *Drosophila suzukii*. Journal of Pest Science 89:837–850.
- Mendes, F. & Cavaco, M. 2016. Estratégias de proteção: meios de proteção. p. 22–25. In: E. Figueiredo (coord.) Mosca da Asa Manchada - *Drosophila suzukii*. Cadernos Técnicos nº4, Sustainia, Agricultura Sustentável Lda., Lisboa.
- Miller, B., Anfora, G., Buffington, M., Daane, K.M., Dalton, D.T., Hoelmer, K.M., Rossi-Stacconi, M.V., Grassi, A., Ioriatti, C., Loni, A., Miller, J.C., Ouantar, M., Wang, X., G. Wiman, N.G. & Walton, V.M. 2015. Seasonal occurrence of resident parasitoids associated with *Drosophila suzukii* in two small fruit production regions of Italy and the USA. Bulletin of Insectology 68(2):255–263.
- 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. Entomological Science 13:60–67.
- Mitsui, H., Takahashi, K.H. & Kimura, M.T. 2006. Spatial distributions and clutch sizes of *Drosophila* species ovipositing on cherry fruits of different stages. Population Ecology 48:233–237.
- Molina, J.M.R., Pérez, S.G. & Vargas-Osuna, E. 2015. Susceptibilidad potencial de variedades de arándano a *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae). IX Congreso Nacional de Entomología Aplicada - Libro de Resúmenes, Valencia, España, 19–23 octubre, p. 210.
- Naranjo-Lazaro, J.M., Mellin-Rosas, M.A., Gonzalez-Padilla, V.D.; Sánchez-González, J.A., Moreno-Carrillo, G. & Arredondo-Bernal, H.C. 2014. Susceptibility of *Drosophila suzukii* Matsumura (Diptera: Drosophilidae) to entomopathogenic fungi. Southwestern Entomologist 39:201–203.
- OEPP. 2010. Pest Risk Analysis for: *Drosophila suzukii*. 11-17189. https://www.eppo.int/QUARANTINE/Pest_Risk_Analysis/PRAdocs_insects/11-7189_PRA_record_Drosophila_suzukii_final%20.pdf
- OEPP. 2013. PM 7/115 (1) *Drosophila suzukii*. OEPP/EPPO Bulletin 43(3):417–424.
- OMAFRA - Ontario Ministry of Agriculture, Food, and Rural Affairs. 2014. Management guidelines for spotted wing drosophila in Ontario. <http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/swd-management.htm>.
- Pérez-Guerrero, S. & Molina, J. M. 2016. Laboratory approach to the use of sulphur and kaolin as preventive control against *Drosophila suzukii*. Spanish Journal of Agricultural Research 14(2):e10SC01.
- Pérez-Guerrero, S., Molina J.M. & Vargas-Osuna, E. 2015. Potencial depredador de hemípteros comerciales sobre huevos de *Drosophila suzukii* (Matsumura). IX Congreso Nacional de Entomología Aplicada - Libro de Resúmenes, Valencia, España 19–23 octubre, p. 200.
- Poyet, M., Eslin, P., Heraude, M., Le Roux, V., Prevost, G., Gibert, P. & Chabreri, O. 2014. Invasive host for invasive pest: when the Asiatic cherry fly (*Drosophila suzukii*) meets the American black cherry (*Prunus serotina*) in Europe. Agricultural and Forest Entomology 16:251–259.

- Poyet, M., Le Roux, V., Gibert, P., Meirland, A., Prévost, G. & Eslin, P. 2015. The wide potential trophic niche of the asiatic fruit fly *Drosophila suzukii*: the key of its invasion success in temperate Europe? PLoS ONE 10(11):e0142785.
- Renkema, J.M., Zachariah, T., Garipey, T. & Hallett, R.H. 2015. *Dalotia coriaria* as a predator of *Drosophila suzukii*: functional responses, reduced fruit infestation and molecular diagnostics. Biological Control 89:1–10.
- Richoz, P., Baroffio, C. & Fischer, S. 2013. Stratégie “push and pull” contre la *Drosophila suzukii*. Congrès de la Société Suisse de Phytologie, Société Suisse de Phytologie, Nyon, Suisse 26 septembre, 1-1. <http://www.agroscope.admin.ch/publikationen/einzelpublikation/index.html?lang=en&aid=32579&pid=32576>
- Riudavets, J. & Gabarra, R. 2015. Incidência de la plaga invasiva *Drosophila suzukii* en la vid y sus posibles efectos en la calidad del vino. Phytoma España 274:42–44.
- Riudavets, J., Valera, H., Arno, J. & Gabarra, R. 2015. Incidencia y susceptibilidad de diferentes variedades de uvas para vinificación a *Drosophila suzukii*. Phytoma España 269:74–75.
- Rossi-Stacconi, M.V., Buffington, M., Daane, K.M., Dalton, D.T., Grassi, A., Kaçar, G., Miller, B., Miller, J.C., Baser, N., Ioriatti, C., Walton, V.M., Wiman, N.G., Wang, X. & Anfora, G. 2015. Host stage preference, efficacy and fecundity of parasitoids attacking *Drosophila suzukii* in newly invaded areas. Biological Control 84:28–35.
- Solà, M., Amó, J., Gabarra R. & Riudavets, J. 2013. Dinámica poblacional de *Drosophila suzukii* Mats. durante el período hibernally susceptibilidad de los fresones según la variedad y la maduración. Phytoma España 254:16.
- Sorribas, R.R. & Leginberri, A.G. 2013. Mecanismos de control para *Drosophila suzukii*, dentro de la GIP. III Jornadas Internacionales sobre Feromonas, Atrayentes, Trampas y Control Biológico. Murcia, España, 19-20 noviembre. http://www.feromonasmurcia.es/Ponencias2013/21_texto_ponencia_Ricard_Sorribas.pdf
- Swoboda-Bhattarai, K.A. & Burrack, H.J. 2014. Influence of edible fruit coatings on *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae) oviposition and development. International Journal of Pest Management 60: 279–286.
- Teixeira, R. & Rego, C. 2011. Drosófila da asa manchada. Instituto Nacional de Recursos Biológicos, Boletim Técnico UIPP-BT/11, 2pp. http://www.inia.pt/fotos/editor2/drosophila_suzukii_mosca_do_vinagre.pdf.
- Thistlewood, H., Shearer, P.W., Steenwyk, B., Walton, V. & Acheampong, S. 2012. *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae), a new pest of stone fruits in western North America. IOBCwprs Bulletin 74:133–137.
- Tochen, S., Dalton, D.T., Wiman, N., Hamm, C., Shearer, P.W. & Walton, V.M. 2014. Temperature-related development and population parameters for *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) on cherry and blueberry. Environmental Entomology 43:501–510.
- Tovar-Hernandez, H. 2013. Efectividad biológica de insecticidas botánicos para el control de la mosca del vinagre de las alas manchadas *Drosophila suzukii* Matsumura en el cultivo de zarzamora. Cultura Orgánica, nºsetiembre-octubre:22–24.
- Trottin, Y., Paulhiac, E., Zicot, A., Baffert, V., Leyre, J.M., Weydert, C., Poyet, M., Ris, N. & Gibert, P. 2015. Experimental studies on *Drosophila suzukii* in protected strawberry crops: biology of the pest and effectiveness of a parasitoid of pupa in field conditions. IOBCwprs Bulletin 103: 219–224.

- van Timmeren, S & Isaacs, R. 2013. Control of spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii*, by specific insecticides and by conventional and organic crop protection programs. *Crop Protection* 54:126–133.
- 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.
- Yee, W.L. & Alston, D.G. 2012. Behavioral responses, rate of mortality, and oviposition of western cherry fruit fly exposed to malathion, zeta cypermethrin, and spinetoram. *Journal of Pest Science* 85: 141–151.
- Yousef, M., Fernández-Bravo, M., Quesada-Moraga, E. & Garrido-Jurado, I. 2015. Aplicación del aislado EAMa 01/58-Su de *Metarhizium brunneum* Petch. (Ascomycota: Hypocreales) y su extracto bruto para el control de la “mosca del vinagre de alas manchadas” *Drosophila suzukii* Matsumura (Diptera: Drosophilidae). IX Congreso Nacional de Entomología Aplicada - Libro de Resúmenes, Valencia, España 19–23 octubre, p. 88.
- Zimmer, C.T., Garrod, W.T., Puinean, A.M., Eckel-Zimmer, M., Williamson, M.S., Davies, T.G.E. & Bass, C. 2016. A CRISPR/Cas9 mediated point mutation in the alpha 6 subunit of the nicotinic acetylcholine receptor confers resistance to spinosad in *Drosophila melanogaster*. *Insect Biochemistry and Molecular Biology* 73: 62– 69.

V Colóquio Nacional da Produção de Pequenos Frutos

Oeiras, 2016



Índice

Sessão I - A produção de pequenos frutos em solo, substrato e hidroponia

Improving strawberry tray plant production technology in Ireland	11
<i>Eamonn Kehoe</i>	
Fertirrega de pequenos frutos	13
<i>Ana Barata</i>	
Influência do substrato na fenologia, na biometria e produtividade das cultivares de morangueiro Camarosa, Rábida, San Andreas e Portola	19
<i>Joana Lisboa, Maria da Graça Palha & Cristina M. Oliveira</i>	
Efeito da fertilização azotada de viveiro na produção precoce de primavera em lançamentos <i>long cane</i> de duas cultivares de framboesa remontante	29
<i>Sara H. Gôja, H. M. Ribeiro & Pedro B. Oliveira</i>	
Proposta de escala BBCH da Camarinha (<i>Corema album</i> (L.) D. Don)	41
<i>Tomás Magalhães, Teresa Valdiviesso, Cristina M. Oliveira & Pedro B. Oliveira</i>	
Avaliação dos efeitos da aplicação de micorrizas ericóides no crescimento de mirtilo (<i>Vaccinium corymbosum</i> L.)	51
<i>Patrícia A.F. Gonçalves, M.A. Nunes da Silva, Joana F.F. Machado, Marta W. Vasconcelos & Susana Carvalho</i>	
<i>Vaccinium cylindraceum</i> : Desenvolvimento, produtividade e qualidade dos frutos produzidos, em exemplares plantados numa faixa tampão na bacia hidrográfica das Furnas (Ilha de São Miguel, Açores)	61
<i>Maria João Pereira, Fábio Martins, Tiago Costa, Elisabete Lima & José Baptista</i>	
Estudo da adaptação de quatro variedades de mirtilo à região Centro	71
<i>B. Rodrigues & J. Franco</i>	
O medronheiro: o material vegetal e a fertilização à instalação, o efeito na produção e qualidade de fruto.....	81
<i>Filomena Gomes, Goreti Botelho, Sandra Santos, Diogo Godinho, Filipe Melo, Neusa Nazaré, Ana Frias, Sandrine Ressureição, João Gama, Patrícia Figueiredo, Rosinda Pato, Fátima Curado & Justina Franco</i>	
Propagação de estacas de camarinha	91
<i>Tomás Magalhães, Cristina Moniz Oliveira, Pedro B. Oliveira & Teresa Valdiviesso</i>	
Estado de desenvolvimento do embrião durante a germinação de sementes de <i>Corema album</i>	101
<i>Ana Lisboa, Cândida S. Trindade, Teresa Valdiviesso, Cristina M. Oliveira, Filomena Nóbrega & Pedro B. Oliveira</i>	
Abordagens moleculares para o estabelecimento da <i>Corema album</i> como nova cultura.....	107
<i>Filomena Nóbrega, Isabel Evaristo, Ana Lisboa, Teresa Valdiviesso, Cândida S. Trindade & Pedro B. Oliveira</i>	
Análise das propriedades óticas dos frutos e ensaio de técnicas de reprodução vegetativa de <i>Corema album</i> em condições de viveiro	115
<i>Diaz-Barradas MC., Martín-Cordero C., Navarro-Zafra I., Costa C., & Correia O.</i>	

Caraterização por marcadores microsatélites da coleção de endemismos de <i>Rubus</i> spp e descendência híbrida	121
<i>Isabel Evaristo, Filomena Nóbrega, Teresa Valdiviesso, Cândida S. Trindade, & Pedro B. Oliveira</i>	

Sessão II – Sanidade Vegetal

<i>Phytophthora</i> root rot - A continuous problem in raspberries	129
<i>Alexandra Schlenzig</i>	
<i>Drosophila suzukii</i> (Matsumura): que perspetivas de controlo desta praga à luz dos últimos conhecimentos?	133
<i>Célia Mateus, Rita Teixeira, Maria do Céu Godinho & Elisabete Figueiredo</i>	
‘ <i>Candidatus Phytoplasma Rubi</i> ’: uma ameaça para a produção de <i>Rubus</i> em Portugal.....	149
<i>Esmeraldina Sousa, Célia Mateus, Isabel Calha & Pedro B. Oliveira</i>	
Doenças causados por fungos detetadas em mirtilo em Portugal	157
<i>Eugénio Diogo, Gisela Chicau & Helena Bragança</i>	
Acarofauna da amora em Portugal	169
<i>Maria dos Anjos Ferreira</i>	
Os tripses na cultura de framboesa	177
<i>Célia Mateus</i>	
Acarofauna da framboesa em Portugal	183
<i>Maria dos Anjos Ferreira</i>	
Prospecção dos potenciais vetores de ‘ <i>Candidatus Phytoplasma rubi</i> ’ em culturas de <i>Rubus</i> spp.	187
<i>Célia Mateus, João Ângelo, Frederico Preza, Elisabete Figueiredo, Esmeraldina Sousa, Pedro B. Oliveira & Michael R. Wilson</i>	
Levantamento de pragas e doenças associadas às culturas de framboesa, mirtilo e amora	193
<i>Miguel Pimpão, Maria dos Anjos Ferreira, Célia Mateus, Eugénia Maria de Andrade, Rita Teixeira, Eugénio Diogo, Gonçalo Bernardo & Pedro B. Oliveira</i>	

Sessão III – Qualidade e pós-colheita

Pequenos frutos com grandes problemas: recomendações para a qualidade na cadeia de abastecimento	199
<i>Domingos P. F. Almeida</i>	
Avaliação da qualidade pós-colheita de diferentes cultivares de mirtilo (Norte, Sul e <i>Rabbiteye</i>) produzidas em Viseu	209
<i>Sérgio Martins, Arminda Lopes, Adriana Gonçalves, Andreia Santos & Daniela Costa</i>	
Impacto do microencapsulamento na estabilidade do corante natural obtido a partir dos subprodutos do morango e do mirtilo	217
<i>Joana Gomes, Carmo Serrano, Conceição Oliveira & Margarida Moldão</i>	
Controlos oficiais no âmbito da higiene a explorações que produzem pequenos frutos	227
<i>Miguel Lamela & André Magalhães</i>	

Qualidade comercial de duas cultivares de morangos produzidos em sistema sem solo	237
<i>Celina Santos, Anabela Nave, Cristina Amaro da Costa & Daniela Costa</i>	
Cultivares de morango em substrato: qualidade dos frutos	245
<i>Maria Beatriz Sousa, Ana Cristina Ramos, Carmo Serrano, Marta Abreu & Maria Graça Palha</i>	
Potencial agronómico e atividade antioxidante de genótipos remontantes de morangueiro, em plantas de raiz nua e de raiz protegida	253
<i>Maria da Graça Palha & Carmo Serrano</i>	
Características dos frutos de duas variedades de mirtilo em agricultura biológica na região Centro	263
<i>R. Silva, J. Franco & A. Fonseca</i>	
Amoras silvestres: Caracterização dos frutos	269
<i>Maria Beatriz Sousa, Ana Cristina Ramos & Carmo Serrano</i>	
Evolução da qualidade e causas de perdas de morango a diferentes temperaturas: implicações para retalhistas e consumidores	279
<i>Rita Alcéo & Domingos P. F. Almeida</i>	

Sessão IV – Contributo dos pequenos frutos para a saúde humana

Caracterização química e avaliação da atividade biológica da framboesa (<i>Rubus idaeus</i> L.). Contribuição para o desenvolvimento de uma alegação de saúde	289
<i>M. Bettencourt-Câmara, J. Ferreira, A. Varela Coelho, R. Feliciano, A. Bento da Silva, E. Mecha, R. Bronze, R. Direito, B. Sepodes & M.E. Figueira</i>	
Diversidade química em diversas espécies de pequenos frutos	303
<i>Alexandre Foito, Regina Menezes, Artem Sorokin, Pilar Banados, Lingsheng Wang, Sabine Freitag, Ines Costa, Carolina Jardim, Goncalo Garcia, Rita Ramos, Cláudia N. Santos & Derek Stewart</i>	

Sessão V – Organização da produção e comercialização

Efeitos da parceria entre os produtores e o canal industrial na melhoria da rentabilidade associada à produção de pequenos frutos	311
<i>Vitor Morais & M. Helena Gomes</i>	
Contributos para a divulgação da Camarinha – da produção de um vídeo a percursos interpretativos em ecossistemas dunares	315
<i>M. Alexandra Abreu Lima; Pedro B. Oliveira; Lia T. Vasconcelos & Jorge Ramalho</i>	
Lista de Participantes	323