

Leonardo Tullio

(Organizadores)



Investigación, tecnología e innovación

EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

2


Atena
Editora
Ano 2022

Investigación, tecnología e innovación en ciencias agrícolas 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaiddy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Leonardo Tullio

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

I62 Investigación, tecnología e innovación en ciencias agrícolas
 2 / Organizador Leonardo Tullio. – Ponta Grossa - PR:
 Atena, 2022.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografía
ISBN 978-65-258-0275-6
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.756222705>

1. Ciencias agrícolas. I. Tullio, Leonardo (Organizador).
II. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

PROSPECÇÃO DE POTENCIAIS BIOAGENTES PARA CONTROLE DA DROSÓFILA-DA-ASA-MANCHADA

Data de aceite: 02/05/2022

Data de submissão: 14/04/2022

Jeanne Scardini Marinho-Prado

Laboratório de Quarentena “Costa Lima”/
Embrapa Meio Ambiente
Jaguariúna - São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/8742593129238690>

Maria Conceição Peres Young Pessoa

Embrapa Meio Ambiente
Jaguariúna - São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/7609273004875279>

Janaína Beatriz Aparecida Borges

Bolsista Embrapa Meio Ambiente/Graduanda
em Engenharia Agrônoma UFSCar (Período:
fevereiro a agosto/2021)
Taquarivaí – SP
<http://lattes.cnpq.br/9377931408070062>

Beatriz de Aguiar Giordano Paranhos

Embrapa Semiárido
Petrolina – Pernambuco
<http://lattes.cnpq.br/6606136052148527>

Rafael Mingoti

Embrapa Territorial
Campinas- São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/3479283038505977>

Giovanna Galhardo Ramos

Bolsista Embrapa Meio Ambiente/Graduanda
Medicina Veterinária UNIFAJ (Período:
março/2020 a julho/2021)
Jaguariúna - São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/9267496163655298>

RESUMO: *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae) é um inseto polífago, nativo da Ásia e de importância econômica para cultivos no Brasil, onde é conhecido por Drosófila-da-Asa-Manchada (DAM) ou “Spotted Wing Drosophila” (SWD). DAM é uma importante praga de pequenas frutas em diferentes países, com sua principal estratégia de manejo baseada no controle químico. Entretanto, algumas características do controle biológico o tornam uma boa estratégia para o manejo desse inseto. Entre elas estão a capacidade de muitos parasitoides atacarem as larvas dentro das frutas, onde os agrotóxicos são geralmente menos eficazes, bem como pelo fato de que inimigos naturais são capazes de interferir na mortalidade natural de populações de pragas presentes em áreas naturais, onde hospedeiros silvestres estão presentes e o controle não é empregado. Este trabalho apresenta um levantamento realizado em literatura técnico-científica nacional e internacional com o objetivo de prospectar potenciais bioagentes de *D. suzukii*, identificando aqueles mais eficazes. Entomopatógenos (fungos, bactérias, vírus e nematoides), predadores e parasitoides foram apresentados, sendo que o parasitoide larval *Ganaspis* sp. (Hymenoptera: Figitidae) e o parasitoide pupal *Trichopria anastrephae* Lima (Hymenoptera: Diapriidae) destacaram-se como alternativas para o manejo de *D. suzukii* no Brasil. **PALAVRAS-CHAVE:** Drosófila-da-asa-manchada (DAM), controle biológico, inimigos naturais, parasitoide, proteção de cultivos.

PROSPECTING POTENTIAL BIOAGENTS TO CONTROL SPOTTED WING DROSOPHILA

ABSTRACT: *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae) is a polyphagous insect, endemic to Asia, and of economic importance for crops in Brazil, where it is known as “Drosófila-da-asa-manchada” (DAM) or Spotted Wing Drosophila (SWD). SWD is an important pest of small fruit crops in different countries with main management strategy based on chemical control. Despite that, some biological control characteristics make it a good strategy for the management of this insect. Among them are the capacity of many parasitoids to attack the larvae inside the fruits, where pesticides are usually less effective, and the fact that natural enemies can interfere with the natural mortality of pest populations present in natural areas, where wild hosts are present and the control is not applied. This work presents a survey conducted on both national and international technical-scientific literature in order to prospect potential biocontrol agents of *D. suzukii*, identifying the most effective ones. Entomopathogens (fungi, bacteria, viruses, and nematodes), predators, and parasitoids were presented, and both the larval parasitoid *Ganaspis* sp. (Hymenoptera: Figitidae) and the pupal parasitoid *Trichopria anastrephae* Lima (Hymenoptera: Diapriidae) stood out as alternatives for the management of *D. suzukii* in Brazil.

KEYWORDS: Spotted wing drosophila (SWD), biological control, natural enemies, parasitoid, crop protection.

1 | INTRODUÇÃO

Drosophila suzukii (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae), também conhecido por Drosófila-da-Asa-Manchada (DAM) ou “Spotted Wing Drosophila” (SWD), é um inseto nativo da Ásia e considerado como de importância econômica para cultivos no Brasil (SCHLESENER et al, 2015; NAVA et al., 2015), onde foi identificado pela primeira vez em 2013, no estado do Rio Grande do Sul, em um horto-florestal do município de Capão do Leão, e em áreas de reservas do estado de Santa Catarina, com primeiro ataque registrado em morango ocorrido no início de 2014 no município de Vacaria, RS (NAVA et al, 2015; SANTOS, 2014; SOUZA et al, 2013). Bortoncello et al (2019) também detectaram a ocorrência de *D. suzukii* nas safras de 2014 e 2015 em pomares de pêsego das cultivares Premier e Chimarrita, do município de Cotiporã, RS, corroborando com outros relatos de ataque a essa cultura (ANDREAZZA et al., 2016).

DAM é importante praga de pequenas frutas em diferentes países, principalmente das Américas do Norte e Sul, da Ásia e Europa, onde o controle químico é a sua principal estratégia de manejo (SANTOS, 2014; SCHLESENER et al, 2015; NAVA et al, 2015; WOLLMANN et al, 2016).

Diferentemente da maioria das espécies frugívoras de *Drosophila*, que depositam seus ovos em frutas danificadas ou em apodrecimento, a DAM pode ovipositar em frutas intactas e em fase de amadurecimento devido ao seu ovipositor único em forma de serra, o que abre caminho para infecções secundárias e provoca rápida degradação das frutas

(WANG et al., 2020c). De forma direta, os danos da praga são causados em decorrência das oviposições no interior do fruto, onde a fase larval se desenvolve consumindo a polpa ou formando galerias. Indiretamente os danos também propiciam a ocorrência de aberturas ou lesões nos frutos, que podem favorecer a entrada de microrganismos e, assim. Dessa forma, os danos do inseto podem atingir até 100%, variando conforme aspectos climáticos, cultivo-alvo e, em alguns casos, até mesmo variedades específicas, e o manejo empregado no local de cultivo (CORNELL UNIVERSITY, 2017; ANDREAZZA et al., 2016; NAVA et al., 2015; SANTOS, 2014; COATES, 2009; BOLDA et al., 2010). De hábito polífago, estes insetos vêm sendo reportados em ameixa, amora, amora-preta, caqui, cereja, citros, damasco, figo, flores framboesa, mirtilo, morango, nectarina, seiva de carvalhos, pêssego, uva, entre outros (BORTONCELO et al., 2019; CORNELL UNIVERSITY, 2017; MATEUS et al, 2016; WANG et al., 2016; WILMAN et al., 2016; NAVA et al., 2015; SANTOS, 2014; WALSH et al, 2011; BOLDA et al., 2010).

O uso de agrotóxicos tem sido a principal estratégia de controle de *D. suzukii*, apesar de elevar o custo de produção, prejudicar a ação de organismos benéficos (inimigos naturais) e favorecer a ocorrência de resistência na população. Acrescenta-se, ainda, que enquanto no interior dos frutos, ocorre a menor efetividade no uso de inseticidas no combate das fases de ovo e larva que nele se desenvolvem, implicando na necessidade de busca de novas opções para o controle dessas fases imaturas (SCHLENESER et al 2019; VIEIRA et al., 2020; WANG et al 2020b; WANG et al 2020c).

Visando o controle de *D. suzukii* no Brasil, vários resultados vêm sendo disponibilizados, estando entre os mais recentes, zoneamentos territoriais e a seleção de produtos químicos com base em seu potencial de transporte e de impacto aos polinizadores (MINGOTI et al., 2021; RAMOS et al., 2021; FERRACINI et al., 2020). Esses trabalhos sinalizam a aptidão à ocorrência de *D. suzukii* em todas as regiões do país e relatam o número restrito de produtos químicos autorizados (BRASIL, 2022).

Algumas características do controle biológico o tornam uma boa estratégia para o manejo de *D. suzukii*. Entre elas, a capacidade de muitos parasitoides atacarem as larvas dentro das frutas, onde os agrotóxicos apresentam-se menos eficazes, e o fato de que inimigos naturais são capazes de interferir na mortalidade natural de populações de pragas presentes em áreas naturais, onde hospedeiros silvestres podem estar presentes (WANG et al., 2020c).

Este trabalho apresenta um levantamento realizado em literatura técnico-científica nacional e internacional com o objetivo de prospectar potenciais bioagentes de *D. suzukii*, identificando aqueles mais eficazes para o controle do inseto no Brasil.

2 I POTENCIAIS BIOAGENTES DE *Drosophila suzukii*

Vários agentes de controle biológico vêm sendo relatados ao redor do mundo, com

potencial para controlar infestações de *D. suzukii*. Entre esses bioagentes, reportam-se entomopatógenos (fungos, bactérias, vírus e nematoides), predadores e parasitoides, onde os mais citados em literatura técnico-científica serão apresentados a seguir.

2.1 Entomopatógenos

Muitos entomopatógenos têm sido testados contra a DAM em condição controlada de laboratório. WANG et al. (2020c) apresentaram uma revisão de trabalhos de avaliação de diversos entomopatógenos realizados mundialmente. Em relação às bactérias, das 22 variantes testadas de *Bacillus thuringiensis* Berliner, *B. thuringiensis* var. *israelensis* provocou baixo aumento da mortalidade em apenas um dos 15 bioensaios, *B. thuringiensis* var. *kurstaki* aumentou a mortalidade em 5 de 12 bioensaios, mas também provocou aumento da oviposição de DAM; *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* causou aumento da mortalidade larval, pupal ou adulta; *B. thuringiensis* var. *aizawai* não teve efeito significativo sobre a mortalidade e causou aumento na oviposição das moscas; *B. thuringiensis* var. *bolivia* aumentou a mortalidade larval; *B. thuringiensis* var. *higo*, *B. thuringiensis* var. *packistani* e *B. thuringiensis* var. *thompsoni* aumentaram a mortalidade larval em altas doses; as demais variantes avaliadas não apresentaram efeitos significativos sobre DAM. Das outras 12 espécies de bactérias estudadas e relatadas pelos autores, destacam-se *Bacillus altitudinis* e *B. simplex*, que provocaram 100% de mortalidade de adultos de DAM, além de *Leuconostoc pseudomesenteroides*, com aumento da mortalidade de adultos e redução da ingestão de alimentos em larvas. Todas estas bactérias foram oferecidas ao inseto via ingestão (WANG et al., 2020c).

A ação de fungos entomopatogênicos geralmente é realizada preparando-se uma solução com o isolado, que é aplicada em frascos ou pequenas superfícies que são posteriormente expostos às moscas adultas, ou pulverizadas diretamente sobre os adultos, ou utilizadas para a imersão destes (WANG et al., 2020c). Em avaliações realizadas com isolados de *Isaria javanica*, estes causaram 100% de mortalidade em adultos de DAM; enquanto *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., *Isaria fumosorosea* Wise, *Metarhizium anisopliae* (Metch.) Sorok e *M. brunneum* Petch tiveram várias cepas avaliadas e apresentaram resultados variados; todos os demais isolados avaliados apresentaram efeito não significativo sobre a mortalidade ou baixo efeito, com exceção de *Lecanicillium lecanii*, que varia de não significativo a 72% de mortalidade (WANG et al., 2020c). O fungo *Entomophthora muscae* (Cohn) Fresen foi citado como observado no campo causando epizootia em DAM, mas o patógeno foi difícil de cultivar em laboratório e, portanto, é improvável ser comercializado (WANG et al., 2020c).

A avaliação de nematóides já foi também citada em literatura, através da aplicação direta desses sobre larvas e pupas de DAM ou por aplicação em frutas infestadas, em dieta ou no solo (WANG et al., 2020c). A espécie *Oscheius oniric* causou alta mortalidade em larvas, 90% por exposição e 82% através de frutos infestados, porém foi citada a necessidade de

ser investigada a ação em espécies não alvo. Outros nematoides apresentaram resultados variados ou causaram mortalidade inferior a 50%, tais como: *Heterorhabditis indica*, que causou mortalidade de 33% em pupas e 47% em adultos; *H. bacteriophora* (Poinar) que foi patogênico em 11 de 18 bioensaios, podendo alcançar até 94% de mortalidade; *Steinernema carpocapsae* (Weiser), que em 20 de 23 bioensaios, provocou até 90% de mortalidade, sendo que 89% de adultos foram contaminados quando emergiram de pupas em contato com solo tratado; *S. feltiae* (Filipjev), que em 18 de 21 bioensaios causou até 94% de mortalidade; e *S. kraussei* (Steiner), que em 2 de 3 bioensaios, resultou em 38 a 50% de mortalidade de *D. suzukii* (WANG et al., 2020c).

Três vírus foram citados como tendo sido avaliados através de injeção intratorácica, causando mortalidade total de DAM: *Drosophila C virus* (DCV), *Cricket paralysis virus* (CrPV) e *Flock house virus* (FHV) (WANG et al., 2020c).

2.2 Predadores

Os predadores aracnídeos (classe Arachnida) relatados em literatura internacional para controle de DAM foram as aranhas de teia, das famílias Agelenidae, Araneidae, Linyphiidae e Theridiidae, e as aranhas caçadoras, das famílias Clubionidae, Lycosidae, Oxyopidae, Philodromidae, Pisauridae, Salticidae, Thomisidae. O ácaro *Strateolaelaps scimitus* (Acari: Laelapidae) foi avaliado quanto à predação de larvas e pupas de DAM, mas sem sucesso (WANG et al., 2020c).

Na classe Insecta (insetos) foram relatados também diversos predadores de *D. suzukii* (BREWER et al., 2011 *apud* NAVA et al., 2015; MATEUS et al., 2016; WANG et al., 2020c; GABARRA et al., 2021), os quais são brevemente apresentados a seguir. Na ordem Coleoptera foram citados *Bembidion quadrimaculatum* e *Pterostichus mutus* (Carabidae), além de *Dalotia coriaria* e *Atheta coriaria* (Staphylinidae). Na ordem Dermaptera relataram-se *Forficula auricularia* (Forcifulidae) e *Labidura riparia* (Labiduridae), enquanto na ordem Diptera foram mencionados *Coenosia attenuata* (Muscidae). Já na ordem Hemiptera, foram relatados: *Anthocoris nemoralis*, *Cardiasthetus fasciventris*, *C. nazareus*, *Orius insidiosus*, *O. laevigatus* e *O. majusculus* (Anthocoridae), *Dicyphus hesperus*, *D. tamaninii*, *Macrolophus pygmaeus* e *Nesidiocoris tenuis* (Miridae), *Himacerus mirmicoides* (Nabidae) e *Podisus maculiventris* (Pentatomidae). Por sua vez, na ordem Hymenoptera houve relatos de predação por formigas em campo (Formicidae). Na ordem Mantodea, indivíduos da família Mantidae foram citados, enquanto da ordem Neuroptera houve relato de *Chrysoperla carnea* (Chrysopidae). Na ordem Orthoptera houve citação de *Gryllus pennsylvanicus* (Gryllidae).

Segundo Mateus et al. (2016), a utilização de predadores de DAM deve ser considerada dentro de uma estratégia de manejo integrado da praga, pois não há estudos que revelem um predador com potencial para controlar sozinho populações de *D. suzukii* em campo.

2.3 Parasitoides

Os parasitoides foram citados como os mais promissores inimigos naturais utilizados para controle de indivíduos do gênero *Drosophila*, com níveis de parasitismo na Europa de 80 a 100% por mais de 50 famílias da ordem Hymenoptera já descritas atacando larvas e pupas de drosofilídeos em geral. Não é conhecido nenhum parasitoide de ovos ou adultos de *Drosophilae* (WANG et al., 2020b).

Os **parasitoides de pupas** de drosofilídeos são solitários e pertencem às famílias **Pteromalidae e Diapriidae** (WANG et al., 2020b). Os Pteromalidae são ectoparasitoides que deixam seus ovos na hemocele, entre o pupário e a pupa (KACSOH; SCHLENKE, 2012), e as espécies conhecidas por parasitarem DAM são *Muscidifurax raptorellus*, *Pachycrepoideus* sp., *Pachycrepoideus vindemmiae* (syn. *P. vindemmiae*), *Spalangia erythromera*, *Spalangia simplex* e *Vrestovia fidenas*. Os himenópteros da família Diapriidae são endoparasitoides e os conhecidos para controle de DAM são *Phaenopria* sp., *Trichopria anastrephae* e *T. drosophilae* (WANG et al., 2020b).

Trichopria anastrephae Lima e *Pachycrepoideus vindemmiae* (Rondani) foram reportados ocorrendo naturalmente junto com *D. suzukii* no Brasil (OLIVEIRA et al., 2020). Em estudos realizados em laboratório, com ambas as espécies, os autores concluíram que existe competição interespecífica entre *T. anastrephae* e *P. vindemmiae* em pupas de DAM, com *T. anastrephae* apresentando uma vantagem competitiva maior (OLIVEIRA et al., 2020).

Pachycrepoideus vindemmiae foi reportado como parasitoide generalista e hiperparasitoide facultativo, característica indesejável para um bioagente de controle (SCHNEIDER, 2017).

Trichopria anastrephae foi citada em várias regiões brasileiras parasitando *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae), tendo sido encontrada também parasitando pupas de *D. suzukii* no Sul do Brasil, em condição de campo (SCHLENESER et al., 2019, VIEIRA et al., 2020). Cada fêmea de *Trichopria* sp. pode matar até 100 indivíduos de *D. suzukii* durante seu ciclo de vida de cerca de três semanas e atualmente *T. anastrephae* vem sendo considerada um dos melhores candidatos a parasitoides para o controle biológico de *D. suzukii* no Brasil, com estudos desenvolvidos para conhecimento de sua biologia e desenvolvimento de metodologia para sua criação (KRUGER et al., 2019; VIEIRA et al., 2019; 2020). Diferentes temperaturas afetam a produção de descendentes de *T. anastrephae*, como também a razão sexual e as taxas de parasitismo.

Todos os **parasitoides larvais** relatados em literatura para o controle de *Drosophila* são endoparasitoides solitários coinobiontes das famílias **Braconidae e Figitidae** (WANG et al., 2020b). A larva do parasitoide alimenta-se da larva do hospedeiro e emerge quando este encontra-se já em último estágio da fase imatura, após a formação do pupário (WANG et al., 2020b). Os parasitoides larvais classificados como pertencentes à família Braconidae

foram: *Aphaereta* sp., *Areotetes striatiferus*, *Asobara anastrephae*, *A. brevicauda*, *A. citri*, *A. japonica*, *A. leveri*, *A. mesocauda*, *A. pleuralis*, *Asobora* sp., *A. tabida*, *A. triangulata*, *A. unicolorata*, *Tanycarpa chors* e *Tanycarpa* sp. Aqueles pertencentes à família Figitidae foram *Diceratapis grenadensis*, *Ganaspis brasiliensis*, *G. xanthopoda* (syn *G. brasiliensis* G5)¹, *Leptopilina clavipes*, *Leptopilina* sp., *L. boulardi*, *L. guineaensis*, *L. heterotoma*, *L. japonica*, *Leptopilina j. formosana*, *Leptopilina j. japonica* e *L. victoriae* (WANG et al., 2020b).

Estudos demonstraram que a maioria das espécies de parasitoides larvais, mesmo quando apresentando uma elevada capacidade de parasitismo, foi incapaz de gerar descendentes em *D. suzukii*, devido principalmente à elevada capacidade de defesa do hospedeiro (KACSOH; SCHLENKE, 2012; NOMANO et al., 2015, DAANE et al., 2016, WANG et al., 2016). Avaliando a resposta de *D. suzukii* e *D. melanogaster* a 24 vespas parasitoides, de 15 espécies, os dados informados pelos autores sugeriram relação entre a produção de hemócitos de DAM e a resistência às vespas (KACSOH; SCHLENKE, 2012). Das espécies citadas como avaliadas, aquelas com maior potencial para uso em biocontrole de *D. suzukii* foram os parasitoides larvais *A. japonica* (coletada no Japão) e uma espécie de *Ganaspis* sp. 1 (coletada na Flórida e no Havaí, EUA), além do parasitoide pupal *Trichopria* sp. (coletado na Califórnia, EUA) (KACSOH; SCHLENKE, 2012). *Asobara japonica* foi bem-sucedida infectando DAM, depositando mais ovos quando comparada a outros parasitoides larvais, e os autores sugerem que esse sucesso seja resultado de coevolução para a estratégia de virulência do parasitoide, capaz de superar a defesa da praga, provavelmente pelo fato da espécie ser simpátrica com *D. suzukii*. O outro parasitoide larval apresentado como capaz de produzir descendentes em *D. suzukii* foi *Ganaspis* sp.1, uma espécie não classificada coletada na Flórida e no Havaí (KACSOH; SCHLENKE, 2012).

Em levantamento realizado no estado do Rio Grande do Sul foram citadas as seguintes espécies *Leptopilina boulardi* (Barbotin, Carton & Kelner-Pillault) (Hymenoptera: Figitidae) e *Trichopria anastrephae* Lima (Hymenoptera: Diapriidae) como coletadas em cultivos de amora-preta e morango atacados por DAM, onde *T. anastrephae* (parasitoide de pupas) representou mais de 70% dos parasitoides emergidos dos frutos amostrados no estado, enquanto menos de 30% foram *L. boulardi* (parasitoide larval) (WOLLMANN et al., 2016). Este fato foi citado estar relacionado à resposta celular apresentada por larvas de *D. suzukii* contra himenópteros parasitoides, que segundo os autores desencadeia um processo de encapsulamento em seus ovos, ao contrário dos parasitoides de pupas, que são menos afetados (KACSOH; SCHLENKE, 2012). Na avaliação da defesa de *D. suzukii* e *D. melanogaster* às diferentes espécies de parasitoides, os autores observaram que, ao contrário do ocorrido para parasitoides larvais, DAM não teria vantagem de sobrevivência clara em relação a *D. melanogaster* quando infectada pelas duas espécies de parasitoides pupais avaliadas, *Trichopria* sp. e *Pachycrepoideus* sp. Embora os autores tenham citado

¹ syn - Sinônimo (do grego, *synonymon*)

que *Trichopria* atuasse como um endoparasitoide pupal, a pupa de *D. suzukii* não se apresentou capaz de montar o encapsulamento melanótico contra seu ataque (KACSOH; SCHLENKE, 2012).

No Brasil, dados obtidos em um levantamento realizado a partir de frutos oriundos de 13 estados brasileiros, coletados aleatoriamente das árvores e/ou do solo, e de armadilhas instaladas em Piracicaba, SP, coletou indivíduos de *L. boulandi* e também de *Ganaspis* sp, sendo que os indivíduos de *L. boulandi* foram obtidos exclusivamente de larvas de drosofilídeos (GUIMARÃES et al., 2004). Em outro levantamento realizado, parasitoides larvais da família Figitidae foram coletados associados a *D. suzukii* na cultura do morangueiro (NAVA et al., 2015). Dos potenciais parasitoides de DAM aqui relatados, resultados de coletas realizadas em Brasília, DF, citaram captura das espécies *L. boulandi*, *Aphaereta* sp., *Trichopria* sp., *P. vindemiae*, *S. simplex* e *Ganaspis* sp., contudo sem indicar coletas de *D. suzukii* (SCHNEIDER, 2017). Segundo Schneider et al. (2017), não foi possível identificar indivíduos de *Ganaspis* ao nível de espécie, mas foram reconhecidas quatro morfoespécies levando-se em conta diferenças no anel de cerdas do sintergo, no formato do escutelo e, principalmente, na forma da placa escutelar. Ainda segundo os autores, há poucas descrições recentes de espécies desse gênero e existe a possibilidade de que os indivíduos encontrados ainda não tenham sido descritos (SCHNEIDER, 2017).

Ganaspis brasiliensis (Ihering, 1905) é considerada uma das principais alternativas para o controle biológico de *D. suzukii* (WANG et al., 2020b; GIROD, 2018). *Ganaspis* cf. *brasiliensis* foi o parasitoide mais abundante coletado em frutos infestados por DAM no Japão, com parasitismo de 75,6%, e geralmente encontra-se citado entre a maioria dos parasitoides coletados parasitando DAM na Ásia (WANG et al., 2020b). A espécie-tipo de *G. brasiliensis* é nativa do Brasil, onde foi descrita em moscas-das-frutas, mas, apesar disso, não tem sido identificada em coletas recentes (BUFFINGTON; FORSHAGE, 2016; GIROD, 2018; NOMANO et al., 2017; WANG et al., 2020c). Há registro da ocorrência de *G. brasiliensis* em vários continentes (BUFFINGTON; FORSHAGE, 2016) e estudos apontam a possibilidade de ela se tratar de um complexo de espécies crípticas com diferentes distribuições e vários graus de especificidade (NOMANO et al., 2017). Análises moleculares de diferentes indivíduos sugeriram que o grupo dos indivíduos já morfologicamente identificados como *G. brasiliensis* pode ser subdividido em cinco linhagens ou grupos (NOMANO et al., 2017), a saber: G1 - indivíduos coletados de DAM em Sendi e Tóquio (Japão), Yunnan (China) e Coreia do Sul; G2 - indivíduos de uma ilha subtropical japonesa (parasitoide de *Drosophila ficusphila* Kikkawa & Peng); G3 - indivíduos de regiões temperadas do Japão e altas montanhas do Sudeste da Ásia - Indonésia e Malásia - parasitando diferentes espécies de *Drosophila*, Yunnan (China) e Coreia do Sul; G4 - indivíduos da Indonésia (parasitando *Drosophila eugracilis* Bock & Wheeler); e G5 - indivíduos previamente relatados como *G. xanthopoda* ou *Ganaspis* sp. de Tailândia e Filipinas, além de indivíduos de Havaí (EUA), Uganda, Indonésia, Malásia, Benin, Porto Rico e Mar do Caribe, Brasil e México (KACSOH;

SCHLENKE, 2012; BUFFINGTON; FORSHAGE, 2016; WANG et al., 2020b).

Os grupos G1 e G3 coexistem em muitos locais e atacam DAM e espécies intimamente relacionadas, tais como *D. pulchrella* e *D. subpulchrella*. A gama de hospedeiros de outras linhagens não foi ainda esclarecida, havendo relatos apenas de que os indivíduos do grupo G5, provavelmente do espécime brasileiro, não é exclusivo de *D. suzukii* (BUFFINGTON; FORSHAGE, 2016; WANG et al., 2020b).

Avaliações em laboratório realizadas com *G. brasiliensis* originária do México (grupo G5, mesmo do Brasil) e *L. boulandi* indicaram em teste de escolha que ambas as espécies tiveram preferência por *D. melanogaster* como hospedeiro em vez de *D. suzukii*. Verificou-se também que ambas conseguiram parasitar *D. suzukii*, mas as larvas não completaram seu desenvolvimento e mataram o hospedeiro. Assim, os autores concluíram que, embora nenhum dos parasitoides complete seu desenvolvimento em DAM, eles causam a morte do hospedeiro e poderiam manter suas populações em campo em *D. melanogaster*, uma vez que ambas as espécies de drosofilídeos estão presentes no país (SANCHEZ-GONZALES et al., 2020).

Populações de *G. brasiliensis* e *L. japonica* coletadas na China e na Coreia do Sul foram avaliadas em laboratório sob diferentes temperaturas (HOUGARDY et al., 2019). Em relação à sobrevivência da prole, não houve diferenças significativas entre as populações na faixa de 19,4 a 27,5°C, exceto para *L. japonica* população China, que apresentou valor maior para 24,8°C. Dentro de cada população de parasitoides, a fecundidade foi mais alta a 28,2°C, exceto para *L. japonica* população China, que apresentou melhor desempenho a 19,9 °C. Nenhum parasitoide emergiu a 11,8°C e 14,4°C e a taxa de emergência foi de baixa a nula a 17,2°C. De 17,2 a 27,5°C, o tempo de desenvolvimento de ovo a adulto diminuiu conforme aumentaram as temperaturas e nenhuma emergência foi observada a 29,3°C. Hougardy et al., (2019) disponibilizaram informações de necessidades térmicas para o desenvolvimento de imaturos de *G. brasiliensis* população Coreia do Sul e de *G. brasiliensis* população China, além das necessárias para *D. suzuki*.

Acrescenta-se, ainda, que são necessários mais levantamentos em território nacional e estudos taxonômicos para a identificação dos exemplares de *Ganaspis* sp. presentes no Brasil, bem como avaliar o potencial de parasitismo das populações nacionais sobre larvas de DAM.

3 | COMENTÁRIOS FINAIS

Diversos bioagentes com potencial para controlar infestações de *D. suzukii* no exterior e no Brasil foram identificados e relatados neste trabalho. A partir dos dados apresentados, destaca-se como possível estratégia para o manejo do inseto no Brasil a associação entre o parasitoide larval *Ganaspis* sp. e o parasitoide de pupas *Trichopria anastrephae*.

Ganaspis brasiliensis destacou-se entre os bioagentes larvais, considerando o fato de que indivíduos de *Ganaspis* sp. se encontram presentes no país e que *G. brasiliensis* tem apresentado potencial para sua aplicação como agente de controle biológico de larvas de *D. suzukii* em países da Ásia.

REFERÊNCIAS

- ANDREAZZA, F.; BARONIO, C. A.; BOTTON, M.; VALGAS, R. A.; RITSCHHEL, P. S.; MAIA, J. D. G.; NAVA, D. E. Suscetibilidade de bagas de genótipos de videira pela infestação por *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae), **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, v. 51, n.5, p. 599-606, 2016.
- BOLDA, M. P.; GOODHUE, R. E.; ZALOM, F.G.; Spotted-wing drosophila: potential economic impact of a newly established pest. **Agricultural and Resource Economics Update**, Univ. Calif. Giannini Foundation Agric. Econ. v.13, n.3, p.5-8, 2010.
- BORTONCELLO, A.; FOPPA, F.; BORBA, R. da S. Ocorrência de *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae) em pêssego. **Revista Thema**, v.16, n.4, p. 865-877, 2019.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários** (AGROFIT), Brasília, DF: Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins/DFIA/DAS/MAPA, 2003. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons Acesso em: 08 de abr. 2022.
- BUFFINGTON, M.L.; FORSHAGE, M. Redescription of *Ganaspis brasiliensis* (Ihering, 1905), new combination (Hymenoptera: Figitidae), a natural enemy of the invasive *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae). **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, v. 118, p. 1–13. 2016.
- COATES, B. Spotted wing drosophila: host observations. In: **Spotted wing drosophila meeting**, 2., nov. 2009, Davis, CA. USA Presentations... Davis, CA: UC IPM, 2009. Disponível em: <http://www.ipm.ucdavis.edu/IPMPROJECT/SWD/Spotted-Wing-Drosophila-Host-Observations.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2020.
- CORNELL UNIVERSITY. **Economic and Environmental impact** – Spotted Wing Drosophila, Cornell Fruit Resources- Resources for commercial growers. 2p. 2017.
- DAANE, K. M.; WANG, X. G.; BIONDI, A. et al. First exploration of parasitoids of *Drosophila suzukii* in South Korea as potential classical biological agents. **Journal Of Pest Science**, v. 89, n. 3, p. 823-835, 2016.
- FERRACINI, V.L.; PESSOA, M. C.P. Y.; MINGOTI, R.; GOMES, M. A. F.; MARINHO-PRADO, J. S.; RAMOS, G. G.; DAMACENO, T. G.; SIQUEIRA, C. de A.; JACOMO, B. de O. **Seleção de produtos químicos para o controle de *Aleurocanthus woglumi* e de *Drosophila suzukii***. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente/Embrapa Territorial, 74p. (Relatório Técnico de comprovação de resultados do projeto DefesaInsetos). 2020.
- GABARRA, R.; ARNÓ, J.; RIUDAVETS, J. **Primeros resultados sobre *Drosophila suzukii*: huéspedes, susceptibilidad de los frutos y enemigos naturales**. RTA-Entomología. 2021. Disponível em: <https://docplayer.es/92774618-F-rutales-primeros-resultados-sobre-drosophila-suzukii-huespedes-susceptibilidad-de-los-frutos-y-enemigos-naturales-introduccion.html>. Acesso em: 03 mar. 2021.

GIROD, P. **From Asia to Europe, evaluation of parasitoids for the biological control of the invasive fruit pest *Drosophila suzukii***. University of Neuchâtel, Switzerland Faculty of Science, Department of Biology Interuniversity Doctoral Program in Organismal Biology. 151 p. 2018.

GUIMARÃES, J. A., FILHO, M. F. D. S.; RAGA, A.; ZUCCHI, E R. A. Levantamento e interações tritróficas de figítideos (Hymenoptera: Eucoilinae) parasitoides de larvas frugívoras (Diptera) no Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, 71:51–56. 2004.

HOUGARDY, E.; HOGG, B. N.; WANG, X.; DAANE, K. M. Comparison of thermal performances of two Asian larval parasitoids of *Drosophila suzukii*. **Biological Control**, v. 136, 6 p. 2019

KACSOH, B. Z; SCHLENKE, T.A. High hemocyte load is associated with increased resistance against parasitoids in *Drosophila suzukii*, a relative of *D. melanogaster*. **PLoS One**, v. 7, n. 4, 16 p. 2012.

KRUGER, A.P.; SCHEUNEMANN, T.; VIEIRA, J.G.A. et al. Effects of extrinsic, intraspecific competition and host deprivation on the biology of *Trichopria anastrephae* (Hymenoptera: Diapriidae) reared on *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). **Neotropical Entomology**, v. 48, p. 957–965, 2019.

MATEUS, C.; TEIXEIRA, R.; GODINHO, M. do C.; FIGUEIREDO, E. *Drosophila suzukii* (Matsumura): que perspectivas de controlo desta praga à luz dos últimos conhecimentos? **Actas Portuguesas de Horticultura**, n. 26, 2016. pp. 133-148. (V Colóquio Nacional da Produção de Pequenos Frutos, Sessão II - Sanidade Vegetal). Disponível em: https://aph.aphorticultura.pt/wp-content/uploads/2019/10/drozofila_suzuki.pdf . Acesso em: 16 nov. 2021.

MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; MARINHO-PRADO, J. S.; SIQUEIRA, C. A.; JACOMO, B. de O.; RAMOS, G. G.; DAMACENO, T. G. Áreas com favorabilidade mensal à ocorrência de *Drosófila* da Asa Manchada no Brasil. In: RIBEIRO, J. C. (Org.). **A face transdisciplinar das ciências agrárias**. Ponta Grossa, PR: Atena, p. 204-218. cap. 21. 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/225097/1/5925.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2021.

NAVA, D. E.; BOTTON, M.; BERNARDI, D.; ANDREAZZA, F.; BARONIO, C. A. **Bioecologia, monitoramento e controle de *Drosophila suzukii* na cultura do morangueiro**. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, Outubro, 28p. 2015. (Documentos, 398). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/144829/1/Documento-398-capa.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2021.

NOMANO FY, KASUYA N, MATSUURA A et al. Genetic differentiation of *Ganaspis brasiliensis* (Hymenoptera: Figitidae) from East and Southeast Asia. **The Japanese Society of Applied Entomology and Zoology**, v. 52, p. 429–437. 2017.

OLIVEIRA, D.C., STUPP, P., MARTINS, L.N. et al. Interspecific competition in *Trichopria anastrephae* parasitism (Hymenoptera: Diapriidae) and *Pachycrepoideus vindemmiae* (Hymenoptera: Pteromalidae) parasitism on pupae of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). **Phytoparasitica**, v. 49, p. 207–215. 2020.

RAMOS, G. G.; FERRACINI, V. L.; PESSOA, M. C. P. Potencial de transporte de agrotóxicos utilizados no controle de *Drosophila suzukii* e *Aleurocanthus woglumi* por modelos *screening*. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 15., 2021, Campinas. **Anais...** Campinas: Instituto de Zootecnia, 12 p. 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/227339/1/Ferracini-Potencial-transporte-2021.pdf> Acesso: 24 out. 2021.

SANCHEZ-GONZALES, J. A.; LOMELI-FLORES, R.; RODRIGUEZ-LEYVA, E.; ARREDONDO-BERNAL, H. C.; GONZALEZ-CABRERA, J. *Drosophila suzukii* response to *Leptopilina boulardi* and *Ganaspis brasiliensis* parasitismo. **Bulletin of Insectology**, v. 73, n. 2, p. 209-215, 2020.

- SANTOS, R. S. S. dos. *Ocorrência de Drosophila suzukii (Matsumura, 1931), (Diptera: Drosophilidae) atacando frutos de morango no Brasil*, Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 4p. (Comunicado Técnico, 159). 2014.
- SCHLESENER DCH, WOLLMANN J, PAZINI JB et al. Insecticide toxicity to *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) parasitoids: *Trichopria anastrephae* (Hymenoptera: Diapriidae) and *Pachycrepoideus vindemmiae* (Hymenoptera: Pteromalidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 112, p. 1197–1206. 2019.
- SCHLESENER, D.C. H.; WOLLMANN, J.; NUNES. A. M.; CORDEIRO, J.; GOTTSCHALK. M. S.; GARCIA, F. R. M. *Drosophila suzukii*: Nova praga para a fruticultura brasileira. **Biológico**, São Paulo, v.77, n.1, p.45-51, 2015. Disponível em: http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/docs/bio/v77_1/schlesener.pdf. Acesso em: 16 nov. 20121.
- SCHNEIDER, D. I. D. **Caracterização das vespas parasitoides (Hymenoptera) associadas aos drosofilídeos (Diptera, Drosophilidae) no cerrado**. Monografia (Especialização) - Curso de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, 76 p. 2017.
- SOUZA, D. S.; VALER, F. B.; CORDEIRO, J; GOTTSCHALK, M. S. **Primeiro registro de Drosophila suzukii no Brasil**. In: Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Pelotas, 2013, Pelotas, RS. **Anais...** Pelotas: UFPEL, 2013.
- VIEIRA, J. G. A. **Técnicas de criação e biologia de Trichopria anastrephae (Hymenoptera: Diapriidae) em Drosophila suzukii (Diptera: Drosophilidae)**. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.
- VIEIRA JGA, KRUGER AP, SCHEUNEUMANN T. et al. Some aspects of the biology of *Trichopria anastrephae* (Hymenoptera: Diapriidae), a resident parasitoid attacking *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v. 113, p. 81–87. 2020.
- WALSH, D. B.; BOLDA, M. P.; GOODHUE, M. P.; DREVES, A. J.; LEE, J; BRUCK, D. J.; WALTON, V. M.; O'NEIL, S. D.; ZALOM, F. G. *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae): Invasive pest of ripening soft fruit expanding its geographic range and damage potential, **Journal of Integrated Pest Management**, v. 2, n.1, 7 p. 2011.
- WANG, X.; BIONDI, A.; DAANE, K. M. Functional Responses of Three Candidate Asian Larval Parasitoids Evaluated for Classical Biological Control of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 113, n. 1, p. 73–80, 2020a.
- WANG X., DAANE K.M., HOELMER K.A., LEE J.C. Biological Control of Spotted-Wing Drosophila: An Update on Promising Agents. In: GARCIA F.R.M. (eds) **Drosophila suzukii Management**. Springer, Cham. 2020b.
- WANG, H.; LEE, J. C.; DAANE, K. M.; BUFFINGTON, M. L.; HOELMER, K. A. 2020c. Biological control of *Drosophila suzukii*. **CAB Reviews**, v.15, n. 054. 2020.
- WANG, X.; STEWART, T. J.; BIONDI, A.; CHAVEZ, B.A.; INGELS, C.; CAPRILE, J.; GRANT, J. A.; WALTON. V. M.; DAANE, K. M. Population dynamics and ecology of *Drosophila suzukii* in Central California, **Journal of Pest Science**, v. 89, p. 701–712. 2016.

WILMAN, N. G.; DALTON, D. T.; ANFORA, G.; BIONDI, A.; CHIU, J. C.; DAANE, K. M.; GERDEMAN, B.; GOTTARDELLO, A.; HAMBY, K. A.; ISAACS, R.; GRASSI, A.; IORIATTI, C.; LEE, J. C.; MILLER, B.; STACCONI, M. V. R.; SHEARER, P. W.; TANIGOSHI, L.; WANG, X.; WALTON, V. M. *Drosophila suzukii* population response to environment and management strategies. **Journal of Pesticide Science**, n.89, p. 653-665. 2016.

WOLLMANN, J., SCHLESENER, D.C.H.; FERREIRA, M.S. et al. Parasitoids of Drosophilidae with potential for parasitism on *Drosophila suzukii* in Brazil. *Drosophila Inform Serv* 99:38–42. 2016.