

IMPACTO DA TROCA DE FRUTOS NA SOBREVIVÊNCIA DE *Drosophila suzukii*IMPACT OF HOST SHIFT IN *Drosophila suzukii* SURVIVALIsabelle Bueno SILVA¹; Wesley Augusto Conde GODOY²

RESUMO

A introdução de espécies em novas áreas pode causar danos ecológicos e econômicos para culturas agrícolas locais. Estudos investigando como populações introduzidas se mantêm em diferentes plantas hospedeiras são cruciais para compreender a dinâmica de espécies exóticas. *Drosophila suzukii* é uma espécie recentemente introduzida no Brasil de significativa importância agrícola, pois ataca frutos de tegumento fino. Sua influência sobre a viabilidade ecológica quando submetida à troca de hospedeiros é praticamente desconhecida. Esse estudo teve o objetivo de analisar os efeitos da troca de frutos na longevidade e sobrevivência de *D. suzukii*. Populações de *D. suzukii* foram submetidas a um experimento de troca de frutos utilizando morango e framboesa. Com o registro de mortes diárias, aplicou-se a análise de sobrevivência utilizando o estimador de Kaplan-Meier. Foi observada diferença significativa entre as curvas de sobrevivência de cada tratamento e foi constatada menor longevidade em adultos submetidos à troca de framboesa por morango, se comparada aos que se desenvolveram somente na framboesa. Os resultados encontrados no estudo têm implicações relevantes para o potencial de sucesso de *D. suzukii* em resposta à troca de hospedeiros, principalmente no contexto de colonização de novas áreas.

Palavras-chave: Mosca da asa-manchada, Espécie introduzida, Análise de sobrevivência.

ABSTRACT

The introduction of new species into new areas can cause ecological and economic damages to local crops. Studies investigating how introduced populations are maintained in different host plants are crucial to understand the dynamics of exotic species. *Drosophila suzukii* is a species recently introduced to Brazil, with significant agricultural importance because it attacks fruits of fragile integument. Its influence on ecological viability when submitted to host exchange is practically unknown. This study aims to analyze the effects of the fruit exchange on the longevity and survival of *D. suzukii*. Populations of *D. suzukii* were submitted to fruit exchange, using raspberry and strawberry. By recording daily deaths, survival analysis was applied by using the Kaplan-Meier estimator. Significant difference was observed between survival curves from different treatments and shorter lifespan was found in adults submitted to change from raspberry to strawberry, if compared to insects developing only in raspberry. The results observed in the current study have relevant implications for the potential for *D. suzukii* success in response to host exchange, mainly in the context of new area colonization.

Keywords: Spotted-wing *Drosophila*, Introduced species, Survival analysis.

¹Mestra em Ciências com ênfase em Entomologia do Programa de pós-graduação de Entomologia- Departamento de Entomologia e Acarologia- Universidade de São Paulo - USP - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ. Professora na Unimogi, Campus IESF. E-mail: isabellebuenos@usp.br

² Professor Associado do Departamento de Entomologia e Acarologia - Universidade de São Paulo – USP - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ, Laboratório de Ecologia de Insetos e Entomologia Floresta – Piracicaba, SP. E-mail: wacgodoy@usp.br

Introdução

A movimentação de espécies entre diferentes habitats é de extrema importância em razão da variabilidade genética de populações, podendo influenciar o desempenho de espécies em diferentes sistemas biológicos no âmbito ecológico e evolutivo (GARNAS et al., 2016). A movimentação de insetos, em especial os que têm atributos associados à rápida e eficiente colonização de novas áreas necessita ser investigada em diferentes escalas em razão da complexidade inerente de cada uma delas, seja em nível de paisagem agrícola ou mesmo em unidade de plantas. Nesse contexto, a introdução de espécies em novos ambientes tem significativa relevância tanto no âmbito ecológico como econômico (KENIS et al., 2009; GUILLEMAUD et al., 2011; SIMBERLOFF et al., 2013).

Para se manter em novo ambiente, espécies introduzidas necessitam encontrar condições favoráveis à sobrevivência, e perpetuação *a posteriori* (BLACKBURN et al. 2011). Dentre as condições inerentes à sobrevivência a disponibilidade de alimentos emerge como fator imprescindível e no caso de insetos, pode estar diretamente relacionada com espécies de plantas hospedeiras (DADD, 1985; CHAPMAN, 1998).

Ambientes agrícolas podem prover recursos de forma abundante aos insetos, o que pode facilitar a sobrevivência deles, induzindo-os a um rápido crescimento populacional. O aumento de indivíduos de uma população em ambiente com inexistência ou baixa abundância de competidores e predadores naturais em fase inicial de colonização, pode ocasionar perdas significativas em produções agrícolas mudando o *status* dos insetos para a condição de pragas (GUILLEMAUD et al., 2011; WILLIAMSON; FITTER, 1996).

Dentre as espécies de insetos reconhecidas como pragas, o gênero *Drosophila* pode ser destacado por dispor de duas espécies de importância agrícola, *Zaprionus indianus* (GUPTA, 1970), conhecida como “mosca do figo-roxo” e *Drosophila suzukii* (MATSUMURA, 1931). *Drosophila suzukii* (figura 1) tem origem asiática, tendo sido relatada em países da Europa e também nos EUA desde 2008 (BOLDA; GOODHUE; ZALOM, 2010; CALABRIA et al., 2012) atacando morango, uva, mirtilo, framboesa, figo, cereja e outros frutos de tegumento fino (WALSH et al., 2011). Os danos econômicos registrados nos EUA foram de até 80% (WALSH et al., 2011) devido ao fato de que as fêmeas possuem um ovipositor serrilhado que permite perfurações no fruto para depositarem seus ovos. Após a eclosão, as larvas passam a se alimentar do fruto, inviabilizando-o para o consumo humano.



Figura 1- Indivíduos de *Drosophila suzukii*. Em A, o macho com as manchas na asa; em B a fêmea com o ovipositor de 1,73 mm. Foto: Silva, I. B.

No Brasil, *D. suzukii* foi registrada pela primeira vez em 2013, na região Sul do país (DEPRÁ et al., 2013), sendo relatada ocorrendo em outras regiões como sudeste (VILELA; MORI, 2014; SANTOS, 2014; SILVA; DA SILVA; GODOY, 2018; ZANUNCIO-JUNIOR et al., 2018) e também no distrito federal (PAULA et al., 2014). Nessas regiões foi verificada sua presença em diversos cultivos de frutos (SANTOS, 2014; MÜLLER; NAVA, 2014; SIVORI et al., 2016; SILVEIRA et al., 2015), bem como em fragmentos de florestas (DEPRÁ et al., 2014; SILVA; DA SILVA; GODOY, 2018).

A chegada de *D. suzukii* pode causar danos em ambientes agrícolas, principalmente no âmbito da fruticultura brasileira. Como já reportado anteriormente essa espécie pode dispersar para cultivos de frutos vizinhos (KLICK et al., 2016) e até para plantas ornamentais próximas ao cultivo (LEE et al., 2015). A verificação de como a troca de hospedeiro pode impactar parâmetros biológicos ainda não foi realizada, principalmente em populações dessa espécie, que se encontram no Brasil. Nesse sentido, os estudos de abordagem ecológica auxiliam a compreender aspectos relacionados com a permanência da espécie em novos ambientes e plantas hospedeiras.

Em se tratando de viabilidade ecológica, a longevidade é relevante para investigar a dinâmica populacional do inseto em cultivos de diferentes frutos, já que a garantia da sobrevivência da espécie vem da aceitação do fruto e dos nutrientes necessários para o pleno desenvolvimento do inseto até a fase adulta (SIMPSON; RAUBENHEIMER, 2011).

Apesar da existência de estudos analisando a presença de *D. suzukii* em diferentes plantas, não há relatos sobre o impacto da troca de frutos sobre a sobrevivência desse inseto. Com esse estudo, objetivou-se analisar os padrões da sobrevivência de *D. suzukii* em resposta à submissão de suas populações à troca de frutos hospedeiros em condições laboratoriais.

Método

As populações de *D. suzukii* foram mantidas em gaiolas (30 x 21 x 17 cm), inicialmente apenas com framboesa como fonte alimentar. As gaiolas foram acondicionadas em câmaras climáticas com controle de temperatura a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 5\%$ e fotoperíodo de 14-10h. Os frutos utilizados não continham nenhum produto químico, e eram trocados diariamente.

Os frutos com os ovos foram separados individualmente de acordo com o primeiro dia de oviposição, até a obtenção da fase adulta. Após uma geração, foram formadas cinco réplicas contendo 10 casais em recipientes com framboesa e outras cinco réplicas com 10 casais

em recipientes contendo morango (Figura 2). Os grupos foram observados diariamente e o número de mortes registradas por dia, até que a população se extinguisse. Esse experimento foi repetido duas vezes.

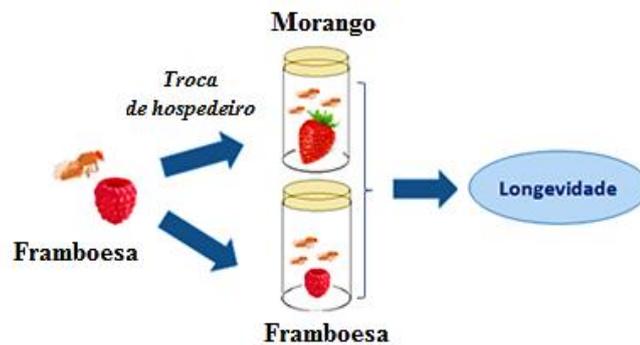


Figura 2. Esquema do experimento de troca de frutos. Espécimes de *D. sukii* se alimentando inicialmente em framboesa, com adultos da geração subsequente mantidos em framboesa ou morango.

A partir dos dados de longevidade de ambos os grupos, foi feita a análise estatística que consistiu da elaboração de curvas de sobrevivência através de estimador de *Kaplan-Meier* ($\loglik < 0,1$). A análise de sobrevivência pode ser vista como um conjunto de procedimentos estatísticos, que visa a análise de dados, em que o resultado de interesse é o tempo transcorrido até que determinado evento ocorra (KLEINBAUM, 1996). Por evento podemos entender morte, incidência de algum fato de interesse para mensuração em qualquer indivíduo ou organismo. O estimador de *Kaplan-Meier* baseia-se no tempo de ocorrência de um evento, nesse estudo caracterizado pela morte dos adultos. O evento é então classificado como fracasso ou sucesso.

O tratamento estatístico é feito pela utilização de uma função de probabilidade de ocorrência do evento por períodos de tempo, resultando assim na curva de sobrevivência. A função de probabilidade, para o caso de estimativa da sobrevivência, mede a probabilidade que determinada variável aleatória exceda o tempo especificado para o evento sob análise (KLEINBAUM, 1996).

Teoricamente, quando o tempo tem amplitude compreendida entre zero e o infinito, a função de sobrevivência é geralmente produzida graficamente por uma curva com decréscimo caracterizado por suavização. Na prática, com a utilização de dados, a função gera uma trajetória decrescente por passos de tempo. Por fim, em casos em que há mais tratamentos, compara-se estatisticamente se as curvas são distintas (COLOSIMO; GIOLO, 2006).

Resultados e Discussão

Os resultados sobre a longevidade de *D. sukii* indicam claramente o impacto da troca de frutos sobre a sobrevivência do inseto, pois as curvas obtidas diferiram significativamente ($\loglik p < 0,1$) entre os dois grupos analisados (figura 3). No tratamento em que os adultos foram submetidos à troca da framboesa para o morango, a longevidade dos adultos foi inferior a 10 dias, enquanto que no grupo em que os indivíduos continuaram na framboesa a longevidade máxima encontrada foi de 44 dias (tabela 1).

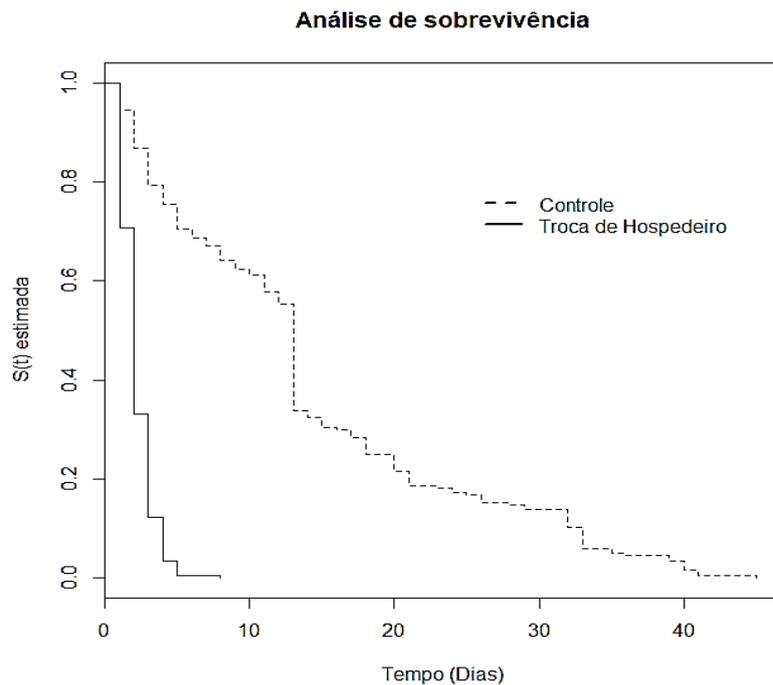


Figura 3. Estimador *Kaplan-Meier* de sobrevivência para indivíduos submetidos ou não à troca de framboesa por morango.

Tabela 1. Número máximo de dias de sobrevivência em cada réplica, cada fruto e nas duas repetições do experimento.

Experimento	Réplica	Fruto	Sobrevivência máxima em dias
1	R1	Framboesa	12
1	R2	Framboesa	20
1	R3	Framboesa	44
1	R4	Framboesa	20
1	R5	Framboesa	41
2	R1	Framboesa	35
2	R2	Framboesa	35
2	R3	Framboesa	32
2	R4	Framboesa	14
2	R5	Framboesa	28
1	R1	Morango	2
1	R2	Morango	3
1	R3	Morango	5
1	R4	Morango	4
1	R5	Morango	4
2	R1	Morango	8
2	R2	Morango	5
2	R3	Morango	3
2	R4	Morango	3
2	R5	Morango	3

O hábito altamente polífago de *D. suzukii* já foi observado anteriormente (LEE et al., 2011). Esse comportamento é provavelmente decorrente da habilidade do inseto para identificar e escolher o fruto de

melhor qualidade nutricional. Para compreender esse aspecto são feitos estudos de Geometria Nutricional em que se testa especificamente como determinadas proporções de proteínas e de carboidrato (P:C)

na dieta podem ser determinantes no comportamento de adulto e aptidão da prole (SIMPSON; RAUBENHEIMER, 2011). A habilidade de identificação e escolha de alimentos de acordo com as condições nutricionais já foi verificada em fêmeas do gênero *Drosophila* (MATAVELLI et al., 2015; SILVA-SOARES et al, 2017), e especificamente para *D. suzukii* (YOUNG; BUCKIEWICZ; LONG, 2018).

A escolha da fonte alimentar, tanto para alimentação do adulto, quanto para imaturos, é relevante para o sucesso no desenvolvimento do inseto em razão dos impactos já observados na longevidade e na fecundidade (LEE et al., 2008; TATAR; POST; YU, 2014; MATAVELLI et al., 2015;). Além disso, a alimentação com qualidade inadequada da fase de larva pode refletir na fase adulta (MATAVELLI et al., 2015; RODRIGUES et al., 2015), e ainda no comportamento de adultos da geração seguinte (MATZKIN et al., 2013).

Apesar de ter sido registrado em outros países como os EUA que essa espécie pode colonizar culturas vizinhas de frutos (KLICK et al., 2016) e inclusive ser encontrada em plantas ornamentais (LEE et al., 2015), não há análises anteriores dos possíveis impactos dessa troca de fonte alimentar nos parâmetros biológicos da espécie, que poderia influenciar de forma negativa na perpetuação de populações de *D. suzukii*. Ademais, nesses casos, as moscas tiveram chance de escolher outra fonte alimentar, ainda que a qualidade nutricional não fosse devidamente adequada.

Em condições laboratoriais, também com experimentos delineados com chance de escolha, verificou-se que as fêmeas de *D. suzukii* são mais atraídas para framboesa do que morango (ABRAHAM et al, 2015). Em relação à longevidade, já foi observada alta dependência da fonte alimentar, com resultados que pode variar de 1,5 a 114 dias, conforme revisado por Hamby et al (2016). O experimento conduzido no presente estudo não foi delineado como

teste de escolha em fêmeas de *D. suzukii*, portanto, o resultado gerado possibilitou a verificação do impacto da qualidade do fruto sobre a sobrevivência da espécie.

O conhecimento existente sobre a composição química dos dois frutos utilizados, framboesa e morango, indica que há diferença quanto à composição nutricional de cada um deles (USDA, 2018). Essa diferença nutricional entre os dois frutos utilizados pode explicar a disparidade na longevidade encontrada em indivíduos que foram submetidos à troca de hospedeiros. Por isso, dado que os insetos necessitam do balanço ótimo de nutrientes para sobreviverem (DADD, 1985; CHAPMAN, 1998; SIMPSON; RAUBENHEIMER, 2011), a troca em condições sem chance de escolha afetou a população de forma direta e em apenas uma geração.

A alteração da concentração de nutrientes pode desencadear uma mudança no metabolismo e inclusive um estresse fisiológico (CARSTEN; WATTS; MARKOW, 2005). Em um estudo com a espécie *Drosophila melanogaster*, em que os indivíduos foram submetidos à troca de dieta artificial para banana, verificou-se molecularmente como a expressão de genes ligados ao metabolismo pode alterar devido à mudança de fonte alimentar (CARSTEN; WATTS; MARKOW, 2005). Dessa forma, considerando o importante papel dos nutrientes para o metabolismo do inseto, a alteração da concentração nutricional pode de fato impactar diretamente o indivíduo.

Portanto, os resultados obtidos para longevidade de *D. suzukii* associados à composição dos frutos, traz evidências suficientes para concluir que a viabilidade da espécie é afetada pela troca de frutos hospedeiros. O impacto na longevidade leva à consequências diretas na dinâmica da população do inseto, o que pode influenciar positiva ou negativamente a permanência da espécie em diferentes áreas, dependendo da

diversificação frutífera nos plantios em áreas de produção de frutos.

Conclusão

Para *Drosophila suzukii* o resultado encontrado indica impacto significativo da troca de frutos sobre a longevidade, o que permite associar o sucesso da espécie à diversidade e disponibilidade de frutos em diferentes áreas de plantio.

Referências

- ABRAHAM, J. et al. Behavioral and Antennal Responses of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) to Volatiles from Fruit Extracts. *Environmental Entomology*, v. 44, n. 2, p. 356–367, 2015.
- BLACKBURN, T. M. et al. A proposed unified framework for biological invasions. *Trends in Ecology and Evolution*, v. 26, n. 7, p. 333–339, 2011.
- 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*, v. 13, n. 3, 2010.
- CALABRIA, G. et al. First records of the potential pest species *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in Europe. *J. Appl. Entomol.*, v. 136, p. 139–147, 2012.
- CARSTEN, L. D.; WATTS, T.; MARKOW, T. A. Gene expression patterns accompanying a dietary shift in *Drosophila melanogaster*. *Molecular Ecology*, v. 14, n. 10, p. 3203–3208, 2005.
- CHAPMAN, R. F. *The insects- Structure and Function*. 4th. ed. Nova York: Cambridge University Press, 1998, p.69-93.
- COLOSIMO, E. A.; GIOLO, S. R. *Análise de sobrevivência aplicada*. Edgard Blücher, São Paulo, 2006.
- DADD, R.H. Nutrition: Organisms. In: *Comprehensive insect physiology, biochemistry and pharmacology*. KERKUT, G.A.; GILBERT, L.I. OXFORD: Pergomon Press, 1985, v. 4. cap. 8, p. 313-390.
- DEPRÁ, M. et al. The first records of the invasive pest *Drosophila suzukii* in the South American continent. *Journal of Pest Science*, v. 87, n. 3, p. 379–383, 2014.
- GARNAS, J. R. et al. Complex patterns of global spread in invasive insects: eco-evolutionary and management consequences. *Biological Invasions*, v. 18, n. 4, p. 935–952, 2016.
- GUILLEMAUD, T. et al. Biological invasions in agricultural settings: Insights from evolutionary biology and population genetics. *Comptes Rendus - Biologies*, v. 334, n. 3, p. 237–246, 2011.
- GUPTA, J.P. Description of a new species of *Phorticella* and *Zaprionus* (Drosophilidae) from Índia. *Proc. Indian Nat. Sci. Acad.*, v. 36, p. 62-70, 1970
- HAMBY, K. A. et al. Biotic and abiotic factors impacting development, behavior, phenology, and reproductive biology of *Drosophila suzukii*. *Journal of pest science*, v. 89, n. 3, p. 605-619, 2016.
- KENIS, M. et al. Ecological effects of invasive alien insects. *Biol Invasions (2009)*, v. 11, p. 21–45, 2009.
- KLEINBAUM, D. G. *Survival analysis. A Self-learning text*. Springer, 1996.
- KLICK, J. et al. Distribution and activity of *Drosophila suzukii* in cultivated raspberry and surrounding vegetation. *Journal of applied entomology*, v. 140, n. 1-2, p. 37-46, 2016.
- LEE, K. P. et al. Lifespan and reproduction in *Drosophila*: New insights from nutritional geometry. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 105, n. 7, p. 2498–2503, 2008.
- LEE, J. C. et al. In Focus : Spotted wing drosophila , *Drosophila suzukii* , across perspectives. *PestManag Sci*, v. 67, p. 1349–1351, 2011.
- LEE, J. C. et al. Infestation of Wild and Ornamental Noncrop Fruits by *Drosophila suzukii*(Diptera: Drosophilidae), *Annals of the Entomological Society of America*, v. 108, n.2, p. 117–129,2015.
- MATAVELLI, C. et al. Differences in larval nutritional requirements and female oviposition preference reflect the order of fruit colonization of *Zaprionus indianus* and *Drosophila simulans*. *Journal of Insect Physiology*, v. 82, 2015.

- MATSUMURA, S. 6000 illustrated insects of Japan-empire (in Japanese). Tokohshoin, Tokyo, 1931, 1497 pp.
- MATZKIN, L. M. et al. Preadult Parental Diet Affects Offspring Development and Metabolism in *Drosophila melanogaster*. PLoS ONE, v. 8, n. 3, p. 1–6, 2013.
- MÜLLER, F. A.; NAVA, D. E. Primeiro relato de *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) em frutos de araçá e pitanga em municípios da região sul do Rio Grande do Sul, Brasil. XXV Congresso Brasileiro de Entomologia. Anais...2014 Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1003107/1/resumo1750.pdf>>. Acesso em: 26 jul. 2017
- PAULA, M. A.; LOPES, P. H. S.; TIDON, R. First record of *Drosophila suzukii* in the Brazilian Savanna. *Drosophila Information Service*, v. 97, p. 113–115, 2014.]
- RODRIGUES, M. A. et al. *Drosophila melanogaster* larvae make nutritional choices that minimize developmental time. *Journal of Insect Physiology*, v. 81, p. 69–80, 2015.
- SANTOS, R. S. S. DOS. *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae) atacando frutos de morangueiro no Brasil. *Enciclopédia Biosfera*, v. 10, n. 18, p. 4005–4011, 2014.
- SILVA, I. B.; DA SILVA, S. E.; GODOY, W. A. C., *Drosophila suzukii* occurrence in a native forest fragment in São Paulo state, Brazil. *Dros. Inf. Serv.*, v. 101, 2018.
- SILVA-SOARES, N. F. et al. Adaptation to new nutritional environments: larval performance, foraging decisions, and adult oviposition choices in *Drosophila suzukii*. *BMC Ecol*, v. 17, n. 21, 2017.
- SILVEIRA, S. V. DA; et al. Diagnóstico do Sistema de Produção do Quivi em Pomares de Farroupilha/RS: Principais Demandas. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1025615/1/Doc93.pdf>>. Acesso em: 26 jul. 2017.
- SIMBERLOFF, D. et al. Impacts of biological invasions: what's what and the way forward. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 28, n. 1, p. 58–66, 2013.
- SIMPSON, S. J.; RAUBENHEIMER, D. The nature of nutrition: a unifying framework Review. *Australian Journal of Zoology*, v. 59, p. 350–368, 2011.
- SIVORI, R. et al. Ocorrência e Danos de *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) em Pomar de Macieira. Bento Gonçalves, RS: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1041133/1/ComunicadoTecnico180.pdf>>. Acesso em: 26 jul. 2017.
- TATAR, M.; POST, S.; YU, K. Nutrient control of *Drosophila* longevity. *Trends in Endocrinology and Metabolism*, v. 25, n. 10, p. 509–517, 2014.
- USDA- Department of Agriculture. National Nutrient Database for Standard Reference - Raw Strawberries. Nutrient Data Laboratory. [Citação: 10 de dezembro de 2018.] [Online]
- VILELA, C. R.; MORI, L. The invasive spotted-wing *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) has been found in the city of São Paulo (Brazil). *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 58, n. 4, p. 371–375, 2014.
- WALSH, D. B. et al. *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, 2011.
- WILLIAMSON, M. H.; FITTER, A. The characters of successful invaders. *Biological Conservation*, v. 78, p. 163–170, 1996.
- YOUNG, Y.; BUCKIEWICZ, N.; LONG, T. A. F. Nutritional geometry and fitness consequences in *Drosophila suzukii*, the Spotted-Wing *Drosophila*. *Ecology and Evolution*, p. 1–10, 2018.
- ZANUNCIO-JUNIOR, A. J. S. et al. Spread of Two Invasive Flies (Diptera : Drosophilidae) Infesting Commercial Fruits in Southeastern Brazil Spread of two invasive flies (Diptera : Drosophilidae) infesting commercial fruits in southeastern Brazil. *Florida Entomologist*, v. 101, n. 3, p. 522–525, 2018.