

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade



Dissertação

Captura massal como estratégia de manejo de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) na cultura da macieira

Paloma Stupp

Pelotas, 2020

Paloma Stupp

Captura massal como estratégia de manejo de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) na cultura da macieira

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área de conhecimento: Entomologia agrícola).

Orientador: Prof. Dr. Marcos Botton
Coorientador: Prof. Dr. Daniel Bernardi

Pelotas, 2020

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

S929c Stupp, Paloma

Captura massal como estratégia de manejo de
Anastrepha fraterculus (Diptera: Tephritidae) na cultura da
macieira. / Paloma Stupp ; Marcos Botton, orientador ;
Daniel Bernardi, coorientador. — Pelotas, 2020.

55 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação
em Fitossanidade, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel,
Universidade Federal de Pelotas, 2020.

1. *Malus domestica*. 2. Mosca-das-frutas sul-americana.
3. Ceratrap®. 4. Telas antigranizo. I. Botton, Marcos, orient.
II. Bernardi, Daniel, coorient. III. Título.

CDD : 634.11

Elaborada por Gabriela Machado Lopes CRB: 10/1842

Paloma Stupp

Captura massal como estratégia de manejo de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) na cultura da macieira

Dissertação aprovada, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 03 de março de 2020.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Daniel Bernardi (Coorientador)

Doutor em Entomologia pela Universidade de São Paulo

Prof. Dra. Adrise Medeiros Nunes

Doutora em Fitossanidade pela Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Dori Edson Nava

Doutor em Entomologia pela Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Uemerson Silva da Cunha

Doutor em Entomologia pela Universidade de São Paulo

Com amor dedico e ofereço

Aos meus pais, Paulo Stupp e Zeli Farias Stupp,

Ao meu irmão, Guilherme Stupp,

Ao meu namorado, Gustavo Junkes.

Agradecimentos

A Deus, pelo dom da vida e por permitir que eu realizasse este grande desafio.

Ao Programa de Pós-graduação em Fitossanidade (PPGFs) da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” (FAEM), Universidade Federal de Pelotas (UFPel), pela oportunidade de cursar o mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

À Estação Experimental da Embrapa Uva e Vinho, unidades de Bento Gonçalves e Vacaria, por ceder as instalações da empresa para análise do experimento, pela colaboração e comprometimento dos funcionários.

Aos meus orientadores Dr. Marcos Botton e Dr. Daniel Bernardi, pelos quais tenho grande admiração. Agradeço pela orientação, ensinamentos, confiança e pelo auxílio durante o mestrado.

Ao responsável técnico do pomar, Eng. Agr. Andrey Hofer, pelas valiosas sugestões e discussões que contribuíram para o êxito deste trabalho, pelo senso crítico, experiência e conhecimento me passado.

Ao Dr. Adalécio Kovalski, pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, pelas sugestões e auxílio na condução do experimento.

Aos assistentes de pesquisa do laboratório de Entomologia da Embrapa Uva e Vinho, Sra. Vânia Maria Ambrosi Sganzerla e Sr. Claudio de Andrade Barros, pelo grande auxílio prestado na condução do experimento.

Ao Sr. Marciano Bittencourt em nome da Agro Comercial Wiser Ltda., pela contribuição com uma quantidade do atrativo alimentar utilizado no experimento.

À Agropecuária Schio Ltda. por disponibilizar as áreas comerciais e demais instalações da empresa para execução do experimento, e pelo fornecimento de materiais.

Aos funcionários da Agropecuária Schio, Fernanda Santos, Cassiana Borges, Valmir Tibola, e Robson e os estagiários Érica Santos, Fabiana Geherke e Cristiano Andrade, dentre tantos outros, pelo auxílio constante na execução dos trabalhos no pomar Santana.

Aos colegas do laboratório de entomologia da Embrapa Uva e Vinho, Ruben Machota Junior, Aline Costa Padilha, Aline Nondillo e Simone Andzeiewski, pela amizade, dicas e auxílio na condução do experimento.

Aos colegas do laboratório de Biologia dos insetos, Daiana Oliveira, Tais Dalla Nora Cardoso, Liliane Martins, Fernanda Geisler, Caroline Treptow, Swamy Tavares, Javier Contreras, e José Gomes Filho pela agradável convivência, companheirismo e pelos divertidos momentos de descontração.

Aos meus pais Paulo Stupp e Zeli Farias Stupp, e meu irmão Guilherme Stupp, exemplo de pessoas honestas, humildes e verdadeiras, sobretudo pelo constante apoio e respeito às minhas escolhas e decisões profissionais.

Ao meu namorado Gustavo Junkes, pelas sugestões na elaboração da dissertação, pelo seu apoio incondicional desde a graduação, pela sua bondade, sinceridade, e por me fazer feliz todos os dias.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram no desenvolvimento desse trabalho, o meu muito obrigado.

Resumo

STUPP, Paloma. **Captura massal como estratégia de manejo de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) na cultura da macieira.** Orientador: Marcos Botton. 2020. 55f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2020.

A mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) é uma das principais pragas associada a cultura da macieira na região Sul do Brasil. A estratégia predominante no manejo de populações de *A. fraterculus* é através do emprego de inseticidas químicos, especialmente, organofosforados, na forma de pulverizações em cobertura ou em formulações de iscas tóxicas. Embora seja eficaz, o emprego de inseticidas organofosforados apresenta restrições com destaque à toxicidade aos aplicadores e resíduos nos frutos. Estratégias de manejo mais seguras são estudadas mundialmente a fim de diminuir o uso de moléculas químicas visando ampliar as alternativas para o Manejo Integrado de Pragas (MIP). Nesse trabalho, foi avaliada a captura massal como estratégia para a supressão populacional de adultos de *A. fraterculus* em pomares de macieira cultivados com e sem cobertura de tela antigranizo. O trabalho foi conduzido durante as safras 2017/2018 e 2018/2019 em quatro áreas comerciais de macieira denominadas A1, A2, A3 e A4, localizadas no município de Vacaria/RS. As áreas A1 e A2 eram cultivos sem cobertura de tela antigranizo, e as áreas A3 e A4 são cultivadas sob proteção de tela antigranizo. Nas áreas onde foi empregada a captura massal, foram utilizadas 120 armadilhas por hectare (A1 e A3) confeccionadas com garrafas PET (600mL) iscadas com 300mL de proteína hidrolisada CeraTrap[®]. As duas áreas restantes (A2 e A4) foram manejadas com a aplicação de inseticidas em cobertura (manejo convencional), com destaque aos inseticidas organofosforados metidationa e fosmete, e a mistura de acetamiprido + etofenproxi. A flutuação populacional de adultos foi avaliada semanalmente utilizando armadilhas McPhail iscadas com suco de uva a 25% e CeraTrap[®]. Os danos nos frutos (galerias) foram avaliados quinzenalmente através da colheita de 500 a 1000 frutos por área de estudo. Em áreas manejadas com a captura massal, o número de adultos de moscas-das-frutas capturadas nas armadilhas de monitoramento McPhail foi inferior ao manejo convencional. Em áreas com proteção de tela antigranizo, a infestação de adultos de *A. fraterculus* foi considerada baixa, uma vez que o nível de controle da espécie de 0,5 MAD foi ultrapassado apenas uma vez durante as duas safras avaliadas. O suco de uva a 25% apresentou maior eficiência na captura de adultos de *A. fraterculus* na fase de crescimento dos frutos (dezembro a janeiro). A partir desse período o CeraTrap[®] foi mais eficiente na captura de adultos de *A. fraterculus*. Durante as safras 2017/2018 e 2018/2019, foi obtido uma média de 0,4% de frutos danificados (galerias) causados por *A. fraterculus* na área A1, e 1,7% e 0,4% na área A2, nas safras 2017/2018 e 2018/2019, respectivamente. Na área A3 os danos foram de 0,6% e 0,7% comparado a 0,8% e 0,5% no manejo convencional (A4). Conclui-se que a captura massal foi eficaz em manter e suprimir a população de adultos de *A. fraterculus* abaixo do nível de controle durante o período de maturação e colheita dos frutos de maçã. E a presença de tela antigranizo reduz a infestação de adultos de *A. fraterculus* nos pomares de macieira.

Palavras-chave: *Malus domestica*. Mosca-das-frutas sul-americana. CeraTrap[®].
Telas antigranizo.

Abstract

STUPP, Paloma. **Mass trapping as a management strategy for *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) in apple culture.** Advisor: Marcos Botton. 2020. 55f. Dissertation (Master Degree) - Plant Protection Graduate Program. Federal University of Pelotas, Pelotas, 2020.

The South American fruit fly *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) is one of the main pests associated with apple culture in southern Brazil. The predominant strategy in the management of *A. fraterculus* populations is through the use of chemical insecticides, especially organophosphates, in the form of spray coatings or toxic bait formulations. Although it is effective, the use of phosphorus insecticides presents restrictions with emphasis on toxicity to the applicators and residues in the fruits. Safer management strategies are studied worldwide in order to reduce the use of chemical molecules in order to expand the alternatives for Integrated Pest Management (IPM). In this work, mass trapping was evaluated as a strategy for population suppression of adults of *A. fraterculus* in apple orchards cultivated with and without anti-hail screen coverage. The work was conducted during the 2017/2018 and 2018/2019 crops in four commercial apple areas called A1, A2, A3 and A4, located in the city of Vacaria/RS. Areas A1 and A2 were cultivated without anti-hail screen cover, and areas A3 and A4 are cultivated under anti-hail screen protection. In the areas where mass trapping was used, 120 traps per hectare (A1 and A3) made with PET bottles (600mL) baited with 300mL of hydrolyzed protein CeraTrap[®] were used. The remaining two areas (A2 and A4) were managed with the application of insecticides in coverage (conventional management), with emphasis on the organophosphate insecticides methidathion and phosmet, and the mixture of acetamiprid + etofenproxy. Adult population fluctuation was assessed weekly using McPhail traps baited with 25% grape juice and CeraTrap[®]. Damage to fruits (galleries) was evaluated every two weeks by harvesting 500 to 1000 fruits per study area. In areas managed with mass trapping, the number of adults of fruit flies caught in McPhail monitoring traps was lower than conventional management. In areas with anti-hail screen protection, the infestation of *A. fraterculus* adults was considered low, since the level of control of the 0.5 FTD species was exceeded only once during the two evaluated harvests. Grape juice at 25% showed greater efficiency in capturing adults of *A. fraterculus* in the fruit growth phase (December to January). From that period on, CeraTrap[®] was more efficient in catching adults of *A. fraterculus*. During the 2017/2018 and 2018/2019 crops, an average of 0.4% of damaged fruits (galleries) caused by *A. fraterculus* in area A1 was obtained, and 1.7% and 0.4% in the area A2, in the 2017/2018 and 2018/2019 crops, respectively. In area A3 the damage was 0.6% and 0.7% compared to 0.8% and 0.5% in conventional management (A4). It was concluded that mass trapping was effective in maintaining and suppressing the adult population of *A. fraterculus* below the level of control during the period of ripening and harvesting of apple fruits. And the presence of anti-hail screen reduces the infestation of *A. fraterculus* adults in apple orchards.

Keywords: *Malus domestica*. South American fruit fly. CeraTrap[®]. Anti-hail screens.

Lista de figuras

Figura 1	Vista aérea do pomar de macieira localizado em Vacaria, RS. Áreas delimitadas pela linha vermelha foram manejadas com a técnica da captura massal e as áreas delimitadas pela linha verde foram mantidas com o manejo convencional. Área A1 e A2 cultivar Royal Gala, sem cobertura de tela antigranizo. Área A3 e A4 cultivar Brookfield®, com cobertura de tela antigranizo.	24
Figura 2	Cobertura com tela antigranizo produzida com material de monofilamento de polietileno de alta densidade (PEAD), instalado em sistema de capela em pomar de macieira.	25
Figura 3	(A) Armadilhas PET transparentes (600mL) iscadas com 300mL de proteína hidrolisada CeraTrap® utilizadas na captura massal de mosca-das-frutas. (B) Localização da armadilha na planta. Vacaria, RS.	26
Figura 4	Número médio ($\pm$ erro padrão) de adultos de <i>A. fraterculus</i> capturados por armadilha por dia (MAD) em armadilhas de monitoramento McPhail iscadas com a proteína hidrolisada CeraTrap® e suco de uva a 25%, instaladas em áreas manejadas com a captura massal (A1) e manejo convencional (A2), sem cobertura de tela antigranizo. (A) Safra 2017/2018. (B) Safra 2018/2019. Vacaria, RS.	31
Figura 5	Número médio ($\pm$ erro padrão) de adultos de <i>A. fraterculus</i> capturados por armadilha por dia (MAD) em armadilhas de monitoramento McPhail iscadas com a proteína hidrolisada CeraTrap® e suco de uva a 25%, instaladas em áreas manejadas com a captura massal (A3) e manejo convencional (A4), com cobertura de tela antigranizo. (A) Safra 2017/2018. (B) Safra 2018/2019. Vacaria, RS.	32
Figura 6	Número médio ($\pm$ erro padrão) de adultos de <i>A. fraterculus</i> capturados por armadilha por dia (MAD) em armadilhas de monitoramento McPhail iscadas com a proteína hidrolisada CeraTrap® e suco de uva a 25%, instaladas em área manejada	

	com a captura massal, sem cobertura de tela antigranizo (A1). (A) Safra 2017/2018. (B) Safra 2018/2019. Vacaria, RS.	33
Figura 7	Número médio ($\pm$ erro padrão) de adultos de <i>A. fraterculus</i> capturados por armadilha por dia (MAD) em armadilhas de monitoramento McPhail iscadas com a proteína hidrolisada CeraTrap [®] e suco de uva a 25%, instaladas em área com manejo convencional, sem cobertura de tela antigranizo (A2). (A) Safra 2017/2018. (B) Safra 2018/2019. Vacaria, RS.	34
Figura 8	Número médio ($\pm$ erro padrão) de adultos de <i>A. fraterculus</i> capturados por armadilha por dia (MAD) em armadilhas de monitoramento McPhail iscadas com a proteína hidrolisada CeraTrap [®] e suco de uva a 25%, em área manejada com a captura massal, com cobertura de tela antigranizo (A3). (A) Safra 2017/2018. (B) Safra 2018/2019. Vacaria, RS.	35
Figura 9	Número médio ($\pm$ erro padrão) de adultos de <i>A. fraterculus</i> capturados por armadilha por dia (MAD) em armadilhas de monitoramento McPhail iscadas com a proteína hidrolisada CeraTrap [®] e suco de uva a 25%, em área com manejo convencional, com cobertura de tela antigranizo (A4). (A) Safra 2017/2018. (B) Safra 2018/2019. Vacaria, RS.	35
Figura 10	Porcentagem total ($\pm$ erro padrão) de frutos de maçã cultivar Royal Gala danificados durante o período de colheita por larvas de <i>A. fraterculus</i> em áreas submetidas à captura massal (A1) e manejo convencional (A2), cultivadas sem cobertura de tela antigranizo. Vacaria, RS.	36
Figura 11	Porcentagem total ($\pm$ erro padrão) de frutos de maçã cultivar Brookfield [®] danificados durante o período de colheita por larvas de <i>A. fraterculus</i> em áreas submetidas à captura massal (A3) e manejo convencional (A4), cultivadas com cobertura de tela antigranizo. Vacaria, RS.	37
Figura 12	Mapa de infestação de adultos de <i>A. fraterculus</i> em pomar de macieira cultivar Royal Gala, sem cobertura de tela antigranizo (A1), safra 2018/2019. Vacaria, RS. Composição utilizando imagem do Google Earth, 2019.	38

Figura 13	Mapa de infestação de adultos de <i>A. fraterculus</i> em pomar de macieira cultivar Brookfield®, com cobertura de tela antigranizo (A3), safra 2018/2019. Vacaria, RS. Composição utilizando imagem do Google Earth, 2019.	39
-----------	--	----

Lista de tabela

Tabela 1	Especificações das áreas experimentais utilizadas para avaliar a supressão populacional de <i>A. fraterculus</i> com e sem o uso da estratégia de captura massal em pomar comercial de macieira com e sem cobertura de tela antigranizo. Vacaria, RS.	24
Tabela 2	Ingrediente ativo, dose, número e data de aplicações dos inseticidas nas áreas de manejo convencional (A2 e A4) durante as safras agrícolas 2017/2018 e 2018/2019. Vacaria, RS.	27
Tabela 3	Descrição das colheitas dos frutos realizadas em áreas com e sem cobertura de tela antigranizo submetidas à captura massal e manejo convencional. Vacaria, RS.....	28

Sumário

1	Introdução geral.....	16
2	Capítulo I - Captura massal como estratégia de manejo de <i>Anastrepha fraterculus</i> (Diptera: Tephritidae) na cultura da macieira	21
2.1	Introdução	21
2.2	Material e métodos	23
2.2.1	Áreas de estudo.....	23
2.2.2	Descrição dos tratamentos.....	25
2.2.3	Monitoramento populacional de adultos de <i>A. fraterculus</i>	27
2.2.4	Avaliação de danos de <i>A. fraterculus</i> em frutos.....	28
2.2.5	Avaliação do número de adultos de <i>A. fraterculus</i> nas armadilhas de captura massal.....	28
2.2.6	Análise estatística	29
2.3	Resultados	30
2.3.1	Monitoramento populacional de adultos de <i>A. fraterculus</i>	30
2.3.2	Avaliação de danos em frutos de maçã ocasionados por <i>A. fraterculus</i>	36
2.3.3	Avaliação do número de adultos de <i>A. fraterculus</i> nas armadilhas de captura massal.....	37
2.4	Discussão.....	39
3	Considerações finais.....	45
	Referências	46

1 Introdução geral

A cultura da macieira (*Malus domestica* Borkh., Rosaceae) foi explorada comercialmente no Brasil no início da década de 70, onde a área cultivada era inferior a 100 hectares (PETRI *et al.*, 2011). Atualmente, os cultivos de macieira ocupam uma área total de 33.187 hectares (IBGE, 2017). No mundo, a China é a maior produtora, sendo responsável pela produção de 41,3 milhões de toneladas. O Brasil ocupa a 11^a posição no ranking, com produção anual de aproximadamente 1,3 milhão de toneladas, o que representa 1,51% da produção mundial ($\approx$ 83 milhões de toneladas) (FAOSTAT, 2017).

No Brasil, a macieira foi a frutífera de clima temperado que apresentou o maior crescimento em produção nos últimos 50 anos (PIO *et al.*, 2019). Os cultivos são tradicionalmente realizados nas regiões altas e frias dos Estados do Sul do Brasil, destacando-se os municípios de Vacaria/RS, São Joaquim e Fraiburgo/SC e Palmas/PR, que são responsáveis por 96% da produção nacional (IBGE, 2017), principalmente, com as cultivares Gala e Fuji (DENARDI *et al.*, 2019).

Apesar da região Sul do país possuir características climáticas favoráveis para a produção de frutíferas de clima temperado, a mesma apresenta frequentemente a ocorrência de precipitações pluviométricas na forma de granizo, que implicam em prejuízos significativos ao setor frutícola. Devido a isto, tem-se intensificado o uso de cobertura com tela antigranizo nos pomares de macieira (HAWERROTH *et al.*, 2017). Este sistema de proteção consiste no uso de uma cobertura de tela fixa ou móvel, sustentada por estrutura de postes de madeira e cabos de aço. A tela é confeccionada com tramas finas, que proporcionam resistência mecânica, capaz de suportar fortes chuvas de granizo (AMARANTE *et al.*, 2009).

Além da ocorrência de precipitações em forma de granizo, outro fator que tem comprometido a produção de maçãs na região Sul é a infestação de mosca-das-frutas, com destaque a *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) (NORA; HICKEL; PRANDO, 2000; TEIXEIRA *et al.*, 2010; NUNES *et al.*, 2013; SANTOS *et al.*, 2017). Devido à elevada capacidade de multiplicação e polifagia, a espécie ocorre desde o Sul dos Estados Unidos até o Norte da Argentina, estando sua dispersão geográfica associada à disponibilidade de hospedeiros nativos que possibilitam a sobrevivência durante todo o ano (MALAVASI *et al.*, 2000; ARIOLI *et al.*, 2018).

Os danos provocados por *A. fraterculus* podem ocorrer tanto em frutos de maçã em desenvolvimento quanto próximos à maturação (SUGAYAMA *et al.*, 1997). Em frutos verdes, ocorre o aparecimento de deformações após a oviposição, devido à morte das células adjacentes ao local da punctura (MAGNABOSCO, 1994; SUGAYAMA *et al.*, 1997). Nos frutos próximos a maturação, devido ao hábito carpófago das larvas, ocorre o amadurecimento precoce e apodrecimento interno da polpa comprometendo, conseqüentemente, a produção e comercialização (GREGÓRIO *et al.*, 2012; SANTOS *et al.*, 2015b). Além dos danos diretos, o ataque de *A. fraterculus* também interfere na exportação dos frutos, devido às restrições quarentenárias impostas pelos países importadores (LANZAVECCHIA *et al.*, 2014; DIAS *et al.*, 2018). Dentre as espécies frutíferas cultivadas na região Sul, a cultura da macieira é a mais afetada pelas restrições quarentenárias, pois é a espécie com maior volume exportado anualmente ($\approx$ 71 mil toneladas) (BOTTON *et al.*, 2016; AGROSTAT, 2018).

O controle racional e eficiente de *A. fraterculus* tem como pré-requisito o monitoramento populacional da espécie (KOVALESKI, 1997; NASCIMENTO *et al.*, 2000; RAGA; VIEIRA, 2015). O monitoramento é baseado no fato de que após a emergência, os adultos de mosca-das-frutas passam pelo período de maturação sexual, durante o qual necessitam ingerir aminoácidos, esteróis, vitaminas e minerais, nutrientes essenciais para assegurar a sua fecundidade (HENDRICH; PROKOPY, 1994; SHELLY *et al.*, 2014).

Baseados nisso, os compostos voláteis liberados em fontes alimentícias é a base para o desenvolvimento de atrativos alimentares para mosca-das-frutas, podendo ser utilizados tanto para fins de monitoramento populacional, quanto para a formulação de atrativos que podem ser usados para a supressão populacional na

forma de iscas tóxicas e captura massal (ROESSLER, 1989; PINERO *et al.*, 2009; NAVARRO-LLOPIS *et al.*, 2011).

Nos pomares comerciais de macieira, o monitoramento de *A. fraterculus* tem sido realizado com armadilhas McPhail contendo suco de uva diluído a 25% e produtos à base de proteína hidrolisada de origem vegetal, animal e a levedura *Torula*® (KOVALESKI; RIBEIRO, 2002; SCOZ *et al.*, 2006; TEIXEIRA *et al.*, 2010; NUNES *et al.*, 2013; BORTOLI *et al.*, 2016; ROSA *et al.*, 2017a). A escolha dos atrativos tem sido discutida constantemente no setor produtivo da macieira. Na prática, os produtores tem utilizado o suco de uva diluído a 25% durante o período inicial de desenvolvimento dos frutos (novembro até início de janeiro), após o suco de uva é substituído pela proteína hidrolisada de origem animal CeraTrap® (ROSA *et al.*, 2017a).

Através da densidade populacional obtida no monitoramento é tomada a decisão de controle, a qual é interpretada pelo nível de controle (HICKEL, 2008). Assim, considera-se que quando a população atinge o limiar de ação de 0,5 moscas por armadilha por dia ou 3,5 moscas por armadilha por semana é necessário à intervenção com o controle químico (KOVALESKI; RIBEIRO, 2002, NORA; HICKEL, 2006).

Durante décadas, o controle químico por meio da aplicação de inseticidas organofosforados em cobertura tem sido a estratégia predominante no manejo de *A. fraterculus* (KOVALESKI; RIBEIRO, 2006; BOTTON *et al.*, 2016). Embora essa seja uma prática eficaz por controlar adultos e larvas no interior dos frutos (HARTER *et al.*, 2015), o uso desses compostos geram constantes preocupações, relacionadas a alta toxicidade aos mamíferos, baixa seletividade aos inimigos naturais e insetos polinizadores (RUIZ *et al.*, 2008; URBANEJA *et al.*, 2009; NAVA; BOTTON, 2010; ARIOLI *et al.*, 2018), e a ressurgência de pragas alvo e surtos de pragas secundárias (SCOZ *et al.*, 2004; HARTE *et al.*, 2015).

Em adição, os inseticidas organofosforados (i.a. fenitrotona, fosmete, e metidationa), registrados para uso na cultura da macieira e recomendados na Produção Integrada de Maçã (PIM, 2018), possuem um período de carência de 7 a 21 dias (AGROFIT, 2019), havendo assim a possibilidade de deixar resíduos tóxicos nos frutos, visto que durante o período de maturação das frutas é quando são detectadas as maiores densidades populacionais de *A. fraterculus* nos pomares de macieira (NORA *et al.*, 2000; SANTOS *et al.*, 2017). Diante dos efeitos

negativos associados ao uso dos inseticidas organofosforados, os mesmos têm sido retirados do mercado, reduzindo significativamente as opções de manejo disponíveis para os produtores (BOTTON *et al.*, 2016).

Associado a isso, com a tendência recente dos consumidores em exigir alimentos isentos de resíduos (REEVES *et al.*, 2019), tem sido enfatizada a necessidade de desenvolver métodos de controle alternativos para o manejo de *A. fraterculus*. Nesse contexto, a estratégia de “atrai e mata” (do inglês, *attract & kill*), que inclui as técnicas de “estações iscas” (do inglês, *bait stations*) e “captura massal” (do inglês, *mass trapping*), tornou-se um método difundido para o controle de mosca-das-frutas (HAFSI *et al.*, 2019a).

A captura massal utiliza alta densidade de armadilhas iscadas com atrativo alimentar que libera substâncias voláteis específicas para atração dos insetos às armadilhas, nas quais os indivíduos são capturados e mortos por afogamento ou pelo contato com agentes letais (EL-SAYED *et al.*, 2006; SHELLY *et al.*, 2014). Essa técnica representa uma alternativa ao uso de inseticidas de amplo espectro contra mosca-das-frutas (LEZA *et al.*, 2008; NAVARRO-LLOPIS *et al.*, 2008; MARTINEZ-FERRER *et al.*, 2012; MACHOTA JR, 2015; FLORES *et al.*, 2017; KOULOSSIS *et al.*, 2017; MERTILUS *et al.*, 2017; HAFSI *et al.*, 2019a), uma vez que promove o controle das espécies, evita resíduos de inseticidas nos frutos e reduz o impacto em organismos não-alvo (HAFSI *et al.*, 2019b).

Em meados da década de 80, a captura massal já havia sido mencionada como estratégia para o manejo de *A. fraterculus* no Brasil (LORENZATO, 1984). No entanto, devido à eficácia reduzida dos atrativos disponíveis na época, a necessidade de reposição frequente nas armadilhas (SALLES, 1995; SCOZ *et al.*, 2006; ZART; FERNANDES; BOTTON, 2009) e a facilidade de controle por meio dos inseticidas organofosforados (SALLES; KOVALESKI, 1990; KOVALESKI; RIBEIRO, 2003; NAVA; BOTTON, 2010) a adoção da técnica foi praticamente inviabilizada para os produtores.

Contudo, com a introdução de novas formulações de atrativos alimentares no mercado brasileiro, com destaque para a proteína hidrolisada CeraTrap® (Bioibérica S.A., Barcelona, Espanha), os trabalhos com a captura massal foram retomados. Desde então, o produto tem sido avaliado, apresentando elevada eficiência na taxa de captura de adultos de *Ceratitis capitata* (Wied., 1824) e de diferentes espécies de *Anastrepha* (SANTOS-RAMOS *et al.*, 2011; SELAMI *et al.*,

2011; LASA; ORTEGA; RULL, 2013; NAVARRO-LLOPIS; PRIMO; VACAS, 2014; HAFSI *et al.*, 2015; BORTOLI *et al.*, 2016; ROSA *et al.*, 2017a,b), e durabilidade em condições de campo, sem a necessidade de reposição ou troca do atrativo pelo período mínimo de 60 dias (MACHOTA Jr, 2015). No Brasil, estas duas importantes características têm sido confirmadas sobre *C. capitata* em uva de mesa na Região Nordeste e sobre *A. fraterculus* na cultura da ameixeira (*Prunus domestica* L.), macieira, pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch.), citros (*Citrus* spp. (L.) Osbeck) e videira (*Vitis vinifera* L.) na Região Sul (BORTOLI, 2014; MACHOTA Jr, 2015).

Diante disso, nesse trabalho foi avaliada a eficácia da captura massal como estratégia para a supressão populacional de adultos *A. fraterculus* em cultivos de macieira com e sem cobertura de tela antigranizo.

2 Capítulo I - Captura massal como estratégia de manejo de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) na cultura da macieira

2.1 Introdução

A macieira (*Malus domestica* Borkh., Rosaceae) é uma das espécies frutíferas de clima temperado mais produzidas no mundo, com elevada importância econômica para muitos países (PETRI *et al.*, 2019). No Brasil, foi a espécie de frutífera de clima temperado que apresentou crescimento mais expressivo nos últimos 50 anos, com a produção total passando de 28.864 toneladas em 1969 para 1.300.943 toneladas em 2017 (FAOSTAT, 2017; PIO *et al.*, 2019).

Os cultivos de macieira concentram-se de forma mais intensa no Sul do país, principalmente, nos Estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Paraná, que propiciam condições climáticas adequadas para a produção e a qualidade dos frutos (AMARANTE *et al.*, 2009; PETRI *et al.*, 2011). Nos últimos anos, tem sido intensificado o uso de cobertura com tela antigranizo como forma de barreira física nos pomares. Este fato tem ocorrido devido à elevada frequência de precipitações de granizo que atingem a região implicando em prejuízos significativos para o setor produtivo (HAWERROTH *et al.*, 2017).

No entanto, além de proteger a cultura das possíveis precipitações na forma de granizo, esta barreira física também pode interferir na infestação de populações de insetos praga. Este fato pode ser considerado de suma importância para o manejo de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae), espécie que apresenta um comportamento migratório de plantas hospedeiras adjacentes ao cultivo para o interior da cultura principal (SUGAYAMA *et al.*, 1997;

BRANCO *et al.*, 1999; SANTOS *et al.*, 2015b). Os danos ocasionados por *A. fraterculus* em frutos de macieira são decorrentes da punctura e oviposição realizada pelas fêmeas, que resultam na deformação ou queda prematura dos frutos, e pela alimentação das larvas que provocam alteração no sabor, amadurecimento precoce e apodrecimento interno da fruta (NORA; HICKEL, 2006; GREGÓRIO *et al.*, 2012).

Para evitar maiores danos, inseticidas organofosforados (i.a., fenitrothion, fosmete e metidationa) registrados para uso na cultura da macieira e recomendados na Produção Integrada de Maçã (PIM) (AGROFIT, 2019), são amplamente empregados para o manejo da praga, sendo utilizados na forma de pulverizações de cobertura ou em mistura com atrativos alimentares em formulações de iscas tóxicas (BOTTON *et al.*, 2016; RAGA *et al.*, 2018). Estima-se que a cada safra são realizados em média de 3 a 4 aplicações desses inseticidas nos pomares de macieira para controlar *A. fraterculus*. Entretanto, um dos problemas da utilização desses produtos está associado com o elevado período de carência que varia de 7 a 21 dias (AGROFIT, 2019). Este fato tem limitado o uso durante o período de pré-colheita da cultura, devido ao risco de deixar resíduos tóxicos com concentração acima do Limite Máximo de Resíduos (LMR) permitido nos frutos (BOTTON *et al.*, 2012; ARIOLI *et al.*, 2018).

Frente a isso, o emprego de inseticidas organofosforados foi revisto no Brasil (ANVISA, 2008), assim como, na Europa e nos Estados Unidos (EPA, 2007). Este fato resultou na retirada do mercado das moléculas fenthion e trichlorfon (BOTTON *et al.*, 2012). Da mesma forma, o inseticida dimetoato autorizado no Brasil, mas com restrição no mercado internacional, implica no seu uso quando se considera a exportação dos frutos (BOTTON *et al.*, 2012). Como consequência, o uso de inseticidas é cada vez mais limitado, tornando necessário avaliar outras estratégias de controle para inclusão em programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP).

Nesse contexto, a estratégia de “atrai e mata” (do inglês, *attract & kill*), que inclui as técnicas de “estações iscas” (do inglês, *bait stations*) e “captura massal” (do inglês, *mass trapping*), tornou-se um método difundido para o controle de espécies de tefritídeos (HAFSI *et al.*, 2019a). A captura massal refere-se aos dispositivos que capturam e retêm as moscas-das-frutas no seu interior (NAVARRO-LLOPIS *et al.*, 2014). Esses dispositivos são iscados com atrativo alimentar que libera substâncias voláteis específicas para atração dos insetos às

armadilhas, acarretando na mortalidade por afogamento ou pelo contato com agentes letais (EL-SAYED *et al.*, 2006; SHELLY *et al.*, 2014).

Dentre os fatores que podem interferir na eficácia da captura massal destaca-se a atratividade das iscas alimentares e o modelo de armadilha de captura empregado (NAVARRO-LLOPIS *et al.*, 2008, 2012, 2014; LASA *et al.*, 2014a; MERTILUS *et al.*, 2017; VILLALOBOS *et al.*, 2017). Contudo, estudos indicam que para a captura massal ser considerada viável economicamente, a utilização de armadilhas confeccionadas com garrafas PET iscadas com um atrativo alimentar estável e de longa duração, como a proteína hidrolisada CeraTrap® (Bioibérica S.A., Barcelona, Espanha), pode ser o mais recomendado para o uso em programas que visam a captura massal de mosca-das-frutas (LASA *et al.*, 2013, 2014a; BORTOLI *et al.*, 2016; BOTTON *et al.*, 2017). Diante disso, nesse trabalho foi avaliada a eficácia da captura massal como estratégia para a supressão populacional de *A. fraterculus* na cultura da macieira, utilizando a proteína hidrolisada CeraTrap®, em áreas comerciais de macieira cultivadas com e sem cobertura de tela antigranizo.

2.2 Material e métodos

2.2.1 Áreas de estudo

Quatro áreas comerciais de macieira denominadas de Áreas 1 (A1) (28°29'13" S e 50°44'24" O), Área 2 (A2) (28°29'09" S e 50°44'29" O), Área 3 (A3) (28°29'09" S e 50°44'10" O) e Área 4 (A4) (28°28'56" S e 50°44'15" O) localizadas no município de Vacaria/RS foram utilizadas no trabalho (Figura 1). As áreas A1 e A2 foram constituídas por plantios da cultivar Royal Gala, implantados em 1997, e conduzidos sem cobertura de tela antigranizo (Tabela 1). As áreas A3 e A4 foram plantios cultivados com a cultivar Brookfield®, implantados em 2007, e conduzidos no cultivo sob cobertura de tela antigranizo (Tabela 1). A tela antigranizo foi produzida com material de monofilamento de polietileno de alta densidade (PEAD) de coloração preta, instalado em sistema de capela, sustentada por estrutura de postes de madeira e cabos de aço (GINEGAR, 2019) (Figura 2). As áreas de estudo foram escolhidas devido ao histórico de infestação de *A. fraterculus*.



Figura 1. Vista aérea do pomar de macieira localizado em Vacaria, RS. Áreas delimitadas pela linha vermelha foram manejadas com a técnica da captura massal e as áreas delimitadas pela linha verde foram mantidas com o manejo convencional. Área A1 e A2 cultivar Royal Gala, sem cobertura de tela antigranizo. Área A3 e A4 cultivar Brookfield®, com cobertura de tela antigranizo.

Fonte: Google Earth, 2019.

Tabela 1. Especificações das áreas experimentais utilizadas para avaliar a supressão populacional de *A. fraterculus* com e sem o uso da estratégia de captura massal em pomar comercial de macieira com e sem cobertura de tela antigranizo. Vacaria, RS.

Área	Cultivar	PE	Espaçamento (entre plantas) x (entrelinhas)	Nº plantas ha ⁻¹	Tamanho da área (ha)
A1	Royal Gala	M.7	1,8m x 4,5m	1234	5,59
A2	Royal Gala	M.7	1,8m x 4,5m	1234	5,59
A3	Brookfield®	M.9	0,45m x 3,5m	6350	1,50
A4	Brookfield®	M.9	0,45m x 3,5m	6350	1,50

Legenda: A1: Área manejada com a captura massal, sem cobertura de tela antigranizo. A2: Área de manejo convencional, sem cobertura de tela antigranizo. A3: Área manejada com a captura massal, com cobertura de tela antigranizo. A4: Área de manejo convencional, coberta de tela antigranizo. PE: Porta-enxerto.



Figura 2. Cobertura com tela antigranizo produzida com material de monofilamento de polietileno de alta densidade (PEAD), instalado em sistema de capela em pomar de macieira.

Fonte: LAHUMAN, 2019.

2.2.2 Descrição dos tratamentos

Para as áreas A1 e A3 foi aplicado a estratégia de captura massal utilizando armadilhas confeccionadas com garrafas plásticas transparentes (PET) de 600mL, contendo dois orifícios de 7mm de diâmetro no terço superior do frasco (Figura 3A). As armadilhas foram iscadas com 300mL de atrativo alimentar CeraTrap®, sem diluição, e fixadas com auxílio de um fio de arame no dossel das plantas de macieira a 1,5m acima do nível do solo, em ramos localizados na face Sul da planta, devido a menor exposição aos raios solares (BIOIBÉRICA, 2015) (Figura 3B). Foi empregado em cada área (A1 e A3) a densidade de 120 armadilhas por hectare (BIOIBÉRICA, 2015).

As armadilhas foram distribuídas equidistantes ao longo das linhas de cultivo, e nas bordas do pomar, foi colocada uma armadilha na primeira e última planta de cada fileira, criando uma barreira para evitar a entrada de populações de áreas vizinhas (BOTTON *et al.*, 2016). A instalação das armadilhas foi realizada em

12 de dezembro de 2017 (safra 2017/2018) e em 10 de dezembro de 2018 (safra 2018/2019), permanecendo no campo por aproximadamente 12 semanas (dezembro-março), durante as duas safras avaliadas.

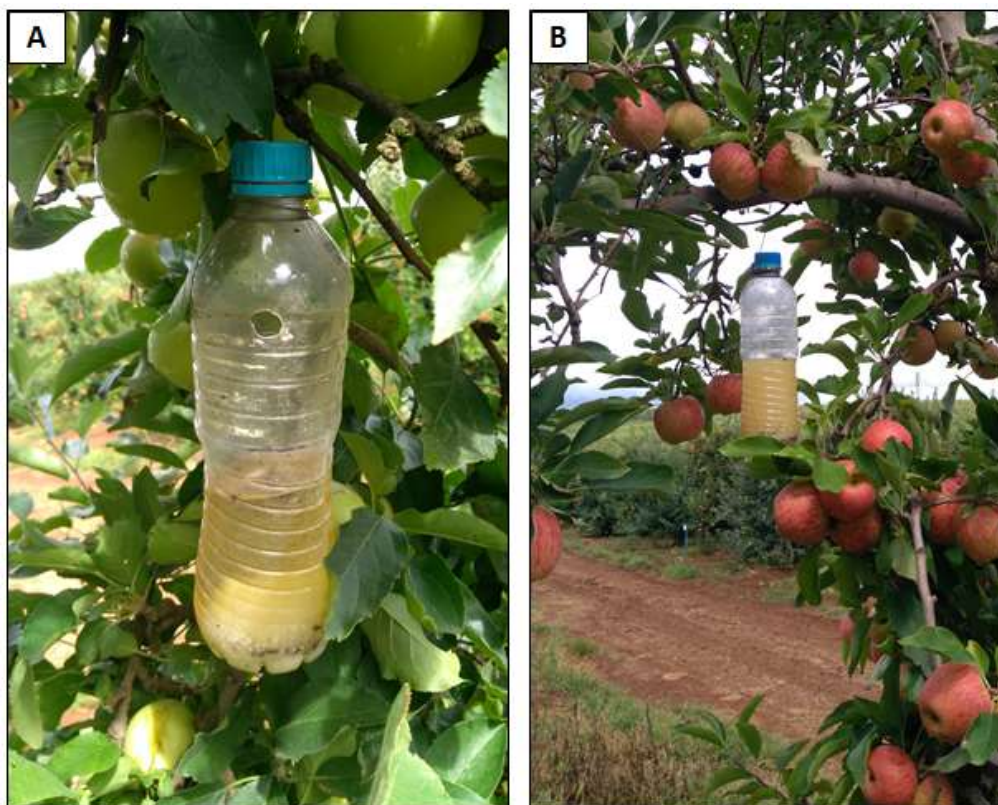


Figura 3. (A) Armadilhas PET transparentes (600mL) iscadas com 300mL de proteína hidrolizada CeraTrap[®] utilizadas na captura massal de mosca-das-frutas. (B) Localização da armadilha na planta. Vacaria, RS.

Para as áreas A2 e A4, o manejo de *A. fraterculus* foi realizado por meio de aplicações de inseticidas (manejo convencional) baseado no monitoramento populacional realizado pelo produtor. As aplicações consistiram no uso dos inseticidas organofosforados metidationa (Suprathion[®] 400 EC Adama Makhteshim Ltda., Beer-Sheva, Israel) e fosmete (Imidan 500 WP Cross Link Consultoria e Comércio Ltda., Barueri, SP, Brasil) e o neonicotinoide acetamiprido + etofenproxi (Eleitto Iharabras S.A. Indústrias Químicas, Sorocaba, SP, Brasil) (Tabela 2). Os inseticidas foram aplicados quando foi atingido o nível de controle de 0,5 moscas por armadilha por dia (MAD), conforme preconizado por Kovaleski e Ribeiro (2006).

Tabela 2. Ingrediente ativo, dosagem, número e data de aplicações dos inseticidas nas áreas de manejo convencional (A2 e A4) durante as safras agrícolas 2017/2018 e 2018/2019. Vacaria, RS.

Safra	Ingrediente ativo	Dosagem (L ou Kg/ha)	Número de aplicações	Data da aplicação
2017/2018	Metidationa	1,0	1	28/12/17
	Acetamiprido + Etofenproxi	0,6	1	30/01/18
	Fosmete	2,0	1	31/01/18
2018/2019	Fosmete	2,0	2	27/12/18, 18/01/19

2.2.3 Monitoramento populacional de adultos de *A. fraterculus*

O nível populacional de adultos de *A. fraterculus* nas áreas em estudo (A1, A2, A3 e A4) durante as safras 2017/2018 e 2018/2019, foi realizado mediante a utilização de armadilhas McPhail iscadas com 350mL de proteína hidrolisada Ceratrap[®], sem diluição, e suco de uva a 25%. Para verificar e acompanhar a ocorrência de *A. fraterculus* nas áreas, as armadilhas foram instaladas durante o mês de dezembro (período de formação dos frutos), permanecendo no pomar até o início de março, quando foi finalizada a colheita dos frutos. Para cada área foram utilizadas duas armadilhas por hectare, conforme sugerido por Salles (1995), totalizando em cada área A1 e A2 cinco armadilhas McPhail iscadas com Ceratrap[®] e cinco armadilhas contendo suco de uva a 25%, e nas áreas A3 e A4 duas armadilhas iscadas com cada atrativo por área.

Dentro de cada área, as armadilhas de monitoramento foram distanciadas 10m entre si, e fixadas na copa das árvores a aproximadamente 1,5m de altura do solo, próximo às bordas do pomar. Semanalmente, as armadilhas de monitoramento foram verificadas e os adultos de *A. fraterculus* capturados foram contabilizados e removidos após cada amostragem. Da mesma forma, o suco de uva nas armadilhas que continham esse atrativo era substituído. Em contraste, nas armadilhas com o atrativo Ceratrap[®] foi repostado quando necessário o volume evaporado, conforme recomendação do fabricante. Mediante o número de adultos capturados semanalmente foi calculado o índice MAD (mosca/armadilha/dia) através da fórmula MAD= quantidade de moscas capturadas/número de armadilhas

x dias de exposição. Para o estudo da flutuação populacional, o delineamento experimental foi em blocos casualizados, estabelecendo cinco repetições (armadilha McPhail) para cada atrativo (suco de uva a 25% e CeraTrap®) nas áreas A1 e A2, e duas repetições por atrativo nas áreas A3 e A4.

2.2.4 Avaliação de danos de *A. fraterculus* em frutos

A avaliação de danos ocasionados por adultos e/ou larvas de *A. fraterculus* nas diferentes áreas de estudo, foi realizada quinzenalmente durante a fase de pré-colheita e colheita dos frutos (meses de janeiro a março de cada ano) (Tabela 3). Os frutos foram coletados aleatoriamente em ramos localizados na região interna do dossel das plantas, a aproximadamente 1,5m de altura do solo, em plantas distribuídas nas áreas do estudo. Após a coleta, os frutos foram acondicionados em caixas plásticas (10L) e levados ao laboratório e armazenados em uma sala com ar condicionado durante 15 dias, período necessário para o desenvolvimento das larvas até o terceiro ínstar (NUNES *et al.*, 2013). Após esse período foi realizado a abertura dos frutos com auxílio de uma faca de corte, para contabilizar a presença de galerias internas e a presença de larvas de *A. fraterculus*.

Tabela 3. Descrição das colheitas dos frutos realizadas em áreas com e sem cobertura de tela antigranizo submetidas à captura massal e manejo convencional. Vacaria, RS.

Safra	Área	Data de colheita dos frutos	Média de frutos avaliados/colheita
2017/2018	A1	31/01/18, 13/02/18 e 01/03/18	450
	A2	31/01/18, 13/02/18 e 01/03/18	500
	A3	31/01/18, 13/02/18	500
	A4	31/01/18, 13/02/18	500
2018/2019	A1	21/01/19, 14/02/19 e 26/02/19	1000
	A2	21/01/19, 14/02/19 e 26/02/19	1000
	A3	21/01/19, 07/02/19	1000
	A4	21/01/19, 07/02/19	1000

Legenda: A1: Área de captura massal, sem cobertura de tela antigranizo. A2: Área de manejo convencional, sem cobertura de tela antigranizo. A3: Área de captura massal, com cobertura de tela antigranizo. A4: Área de manejo convencional, coberta com tela antigranizo.

2.2.5 Avaliação do número de adultos de *A. fraterculus* nas armadilhas de captura massal

As armadilhas PET utilizadas na captura massal de *A. fraterculus* foram enumeradas e instaladas nas áreas de estudo. Posteriormente, com o auxílio de um receptor de sinal de navegação Glonass e GPS (Garmin®, modelo Etrex 30) foi obtida a localização de cada armadilha no pomar. Após o término da colheita dos frutos, as armadilhas foram recolhidas das áreas de estudo e transportadas para o laboratório. No laboratório, com o auxílio de uma peneira (malha de 2mm) e pinça metálica foi realizada a contagem do número de adultos (machos e fêmeas) de *A. fraterculus* capturados em cada armadilha ao longo do tempo. A confirmação da espécie foi realizada através da sexagem e identificação com base nas chaves de Steyskal (1997) e Zucchi (2000). A partir do número total de moscas capturadas foi calculado o número médio de adultos por armadilha em cada área com e sem cobertura de tela antigranizo. Através da localização das armadilhas no pomar foram elaborados mapas de infestação de moscas-das-frutas utilizando o software Quantum GIS 3.4 (QGIS). Para avaliação da evaporação do atrativo na presença e ausência de cobertura, 10 armadilhas em cada área foram marcadas e mantidas sem reposição do atrativo no decorrer da safra. Após o término da colheita, as armadilhas foram retiradas e foi realizada a medição do volume (mL) restante no interior de cada armadilha com auxílio de uma proveta.

2.2.6 Análise estatística

Modelos lineares generalizados (glm) de distribuições foram utilizados para as análises das variáveis estudadas (atrativos alimentares e frutos danificados) (NELDER *et al.*, 1972). A verificação do ajuste de qualidade foi realizada através das probabilidades do gráfico semi-regular com envelope de simulação (HINDE *et al.*, 1998). Quando foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos (atrativo alimentar Ceratrap® e suco de uva a 25%), os dados foram submetidos ao teste t ao nível de 5% de significância. Todas as análises foram realizadas utilizando o software estatístico "R" versão 2.15.1 (R Development Core Team 2012).

2.3 Resultados

2.3.1 Monitoramento populacional de adultos de *A. fraterculus*

O primeiro pico populacional de adultos de *A. fraterculus* registrado nas armadilhas de monitoramento instaladas nas áreas manejadas com a captura massal (A1) e manejo convencional (A2), sem cobertura de tela antigranizo na safra 2017/2018, ocorreu no final do mês de dezembro (Figura 4A). Nesse período, ocorreu significativamente ($F= 2,35$; $t \geq 0,05$) maior quantidade de adultos na área com a captura massal (1,0 MAD) em comparação a área com manejo convencional (0,5 MAD) (Figura 4A). Na safra 2018/2019, novamente o maior pico populacional foi registrado em dezembro, entretanto, as capturas de adultos de mosca-das-frutas foram significativamente ($F= 7,11$; $t \geq 0,05$) superiores na área conduzida com o manejo convencional (A2) (Figura 4B).

Nas demais avaliações realizadas durante o desenvolvimento dos frutos, apesar do nível de controle de 0,5 MAD ter sido novamente atingido, principalmente, no mês de janeiro, na área mantida com o manejo convencional (A2), não foram observadas diferenças significativas ($t= 0,05$) entre as áreas estudadas durante as duas safras avaliadas (Figuras 4A e 4B).

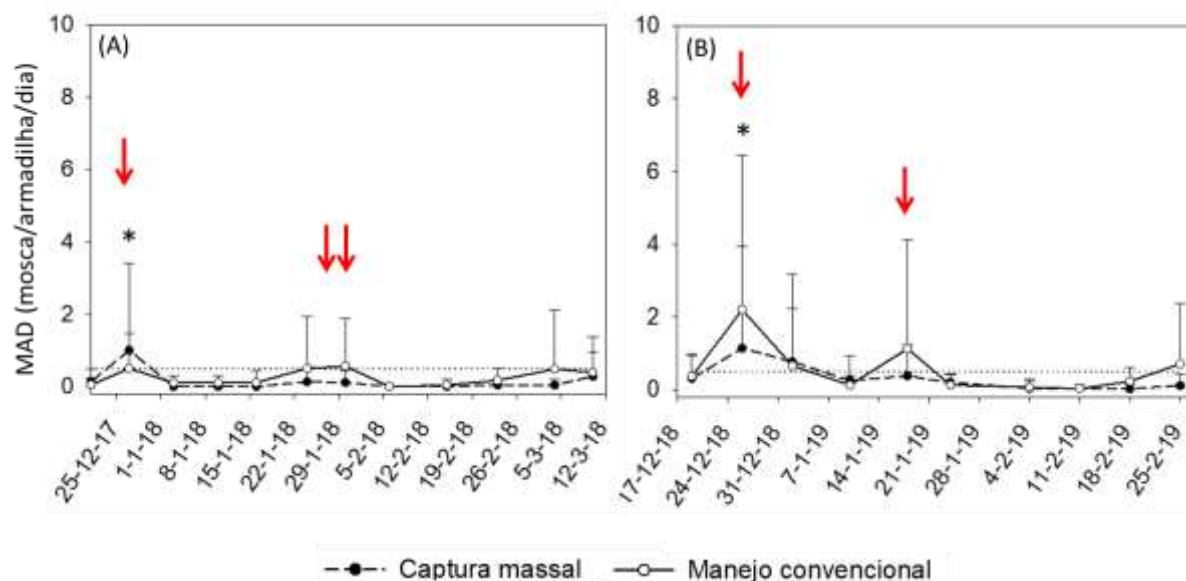


Figura 4. Número médio ($\pm$ erro padrão) de adultos de *A. fraterculus* capturados por armadilha por dia (MAD) em armadilhas de monitoramento McPhail iscadas com a proteína hidrolisada CeraTrap® e suco de uva a 25%, instaladas em áreas manejadas com a captura massal (A1) e manejo convencional (A2), sem cobertura de tela antigranizo. (A) Safra 2017/2018. (B) Safra 2018/2019. Linhas pontilhadas indicam o nível de controle de 0,5 MAD. Setas vermelhas indicam as aplicações de inseticidas no período de avaliação do experimento. *médias significativamente diferentes pelo teste de t (LSD) ao nível de 5% de significância. Vacaria, RS.

Nas áreas cultivadas sob cobertura de tela antigranizo, conduzidas com a captura massal (A3) e manejo convencional (A4), o nível de infestação de adultos de *A. fraterculus* na safra 2017/2018 não passou o limiar de 0,3 MAD, permanecendo abaixo do nível de controle em todo o período de frutificação da cultura (Figura 5A). Entretanto, na safra 2018/2019, no final do mês de dezembro, foi registrado um pico populacional ($MAD > 0,8$) em ambas as áreas de estudo. Porém, não houve diferença significativa ($t = 0,05$) entre as duas estratégias de manejo (captura massal e aplicação de inseticidas) em relação a população de adultos capturados nas armadilhas (Figura 5B).

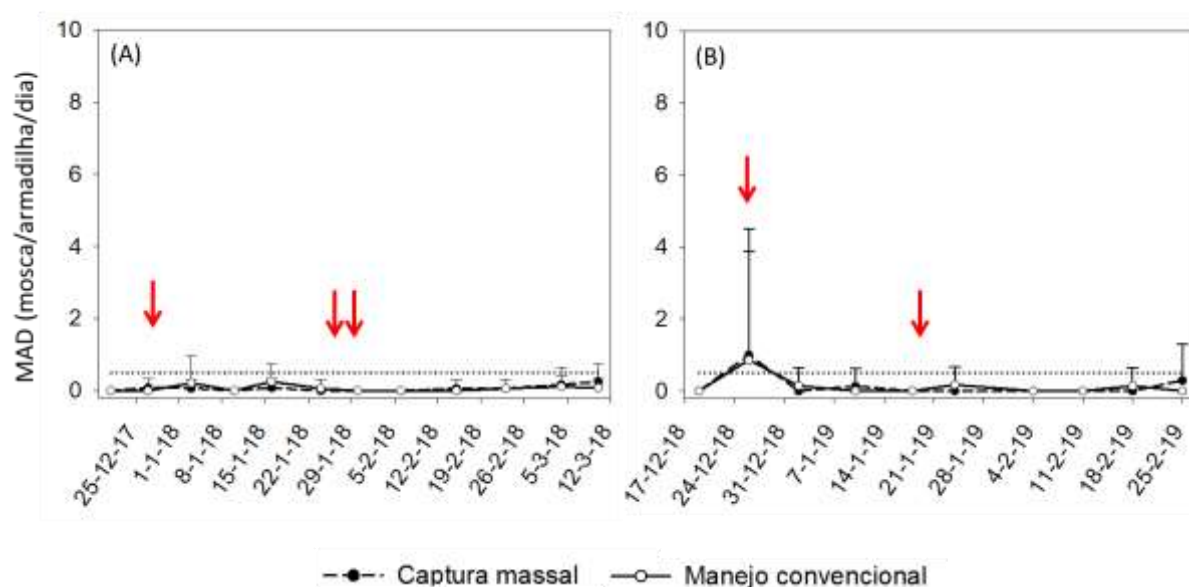


Figura 5. Número médio ($\pm$ erro padrão) de adultos de *A. fraterculus* capturados por armadilha por dia (MAD) em armadilhas de monitoramento McPhail iscadas com a proteína hidrolisada CeraTrap® e suco de uva a 25%, instaladas em áreas manejadas com a captura massal (A3) e manejo convencional (A4), com cobertura de tela antigranizo. (A) Safra 2017/2018. (B) Safra 2018/2019. Linhas pontilhadas indicam o nível de controle de 0,5 MAD. Setas vermelhas indicam as aplicações de inseticidas no período de avaliação do experimento. Vacaria, RS.

Ao comparar a captura de adultos de *A. fraterculus* entre as duas formulações de atrativos alimentares (CeraTrap® e suco de uva a 25%) utilizados nas armadilhas de monitoramento populacional realizado na área com a captura massal (A1), observa-se que o atrativo a base de suco de uva a 25%, apresentou taxa de captura de *A. fraterculus* significativamente ($F= 5,14$; $t \geq 0,05$) maior do que as armadilhas contendo a isca CeraTrap® durante o período de crescimento dos frutos (dezembro) na safra 2017/2018 na área sem cobertura de tela antigranizo (Figura 6A). Assim como, verificado para a safra 2018/2019 durante o final de dezembro de 2018 e início de janeiro de 2019 ($F= 4,12$; $t \geq 0,05$), quando comparado ($F= 8,75$; $t \geq 0,05$) ao atrativo CeraTrap® (Figura 6B).

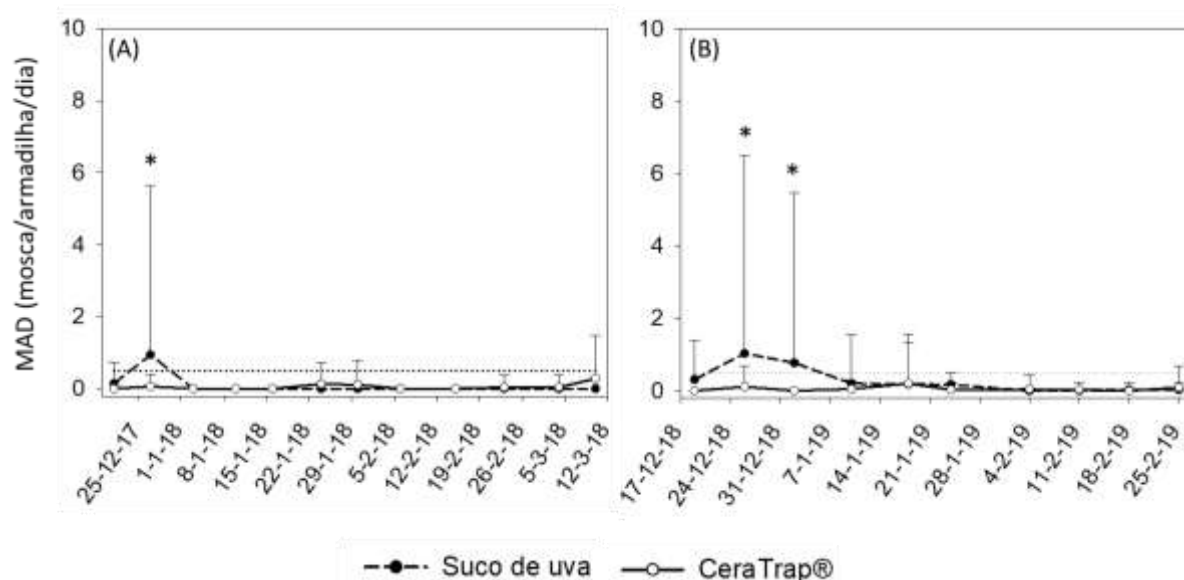


Figura 6. Número médio ($\pm$ erro padrão) de adultos de *A. fraterculus* capturados por armadilha por dia (MAD) em armadilhas de monitoramento McPhail iscadas com a proteína hidrolisada CeraTrap® e suco de uva a 25%, instaladas em área manejada com a captura massal, sem cobertura de tela antigranizo (A1). (A) Safr 2017/2018. (B) Safr 2018/2019. Linhas pontilhadas indicam o nível de controle de 0,5 MAD. *médias significativamente diferentes pelo teste de t (LSD) ao nível de 5% de significância. Vacaria, RS.

Na safra 2017/2018, na área com o manejo convencional, sem cobertura de tela antigranizo (A2), as armadilhas contendo CeraTrap® atingiram com maior frequência o nível de controle (0,5 MAD) de *A. fraterculus* em comparação as armadilhas iscadas com suco de uva a 25% (Figura 7A). Contudo, não houve diferença significativa ($t = 0,05$) no número de moscas capturadas entre as formulações de atrativos (Figura 7A). Entretanto, no final do mês de dezembro da safra 2018/2019, ocorreu significativamente ($F = 10,14$; $t \geq 0,05$) maior captura de adultos de *A. fraterculus* nas armadilhas iscadas com suco de uva a 25% (Figura 7B).

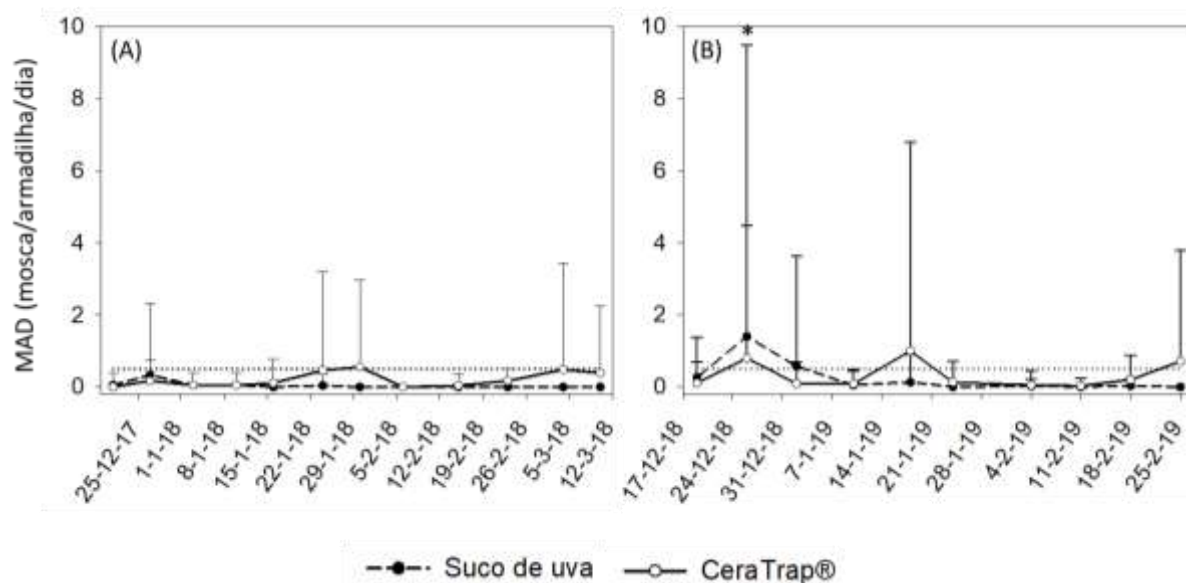


Figura 7. Número médio ($\pm$ erro padrão) de adultos de *A. fraterculus* capturados por armadilha por dia (MAD) em armadilhas de monitoramento McPhail iscadas com a proteína hidrolisada CeraTrap® e suco de uva a 25%, instaladas em área com manejo convencional, sem cobertura de tela antigranizo (A2). (A) Safra 2017/2018. (B) Safra 2018/2019. Linhas pontilhadas indicam o nível de controle de 0,5 MAD. *médias significativamente diferentes pelo teste de t (LSD) ao nível de 5% de significância. Vacaria, RS.

Quando avaliado as capturas nas áreas com cobertura de tela antigranizo, foi constatado que na área com captura massal (A3) e manejo convencional (A4) na safra 2017/2018, as capturas de adultos de mosca-das-frutas, independente do atrativo alimentar ($t=0,05$) (suco de uva ou CeraTrap®) foram inferiores a 0,3 MAD, permanecendo abaixo do nível de controle durante todas as amostragens realizadas no período de avaliação (Figura 8A e 9A). Já na safra 2018/2019, as armadilhas iscadas com suco de uva a 25% instaladas na área de captura massal (A3) registraram um pico populacional em dezembro, obtendo capturas significativamente ($F=10,15$; $t \geq 0,5$) superiores em relação as armadilhas contendo CeraTrap® (Figura 8B). Contudo, na área com manejo convencional (A4), o mesmo pico populacional foi registrado, entretanto, as armadilhas contendo a proteína hidrolisada CeraTrap® apresentaram capturas significativamente superior ($F=5,14$; $t \geq 0,5$) ao suco de uva (Figura 9B).

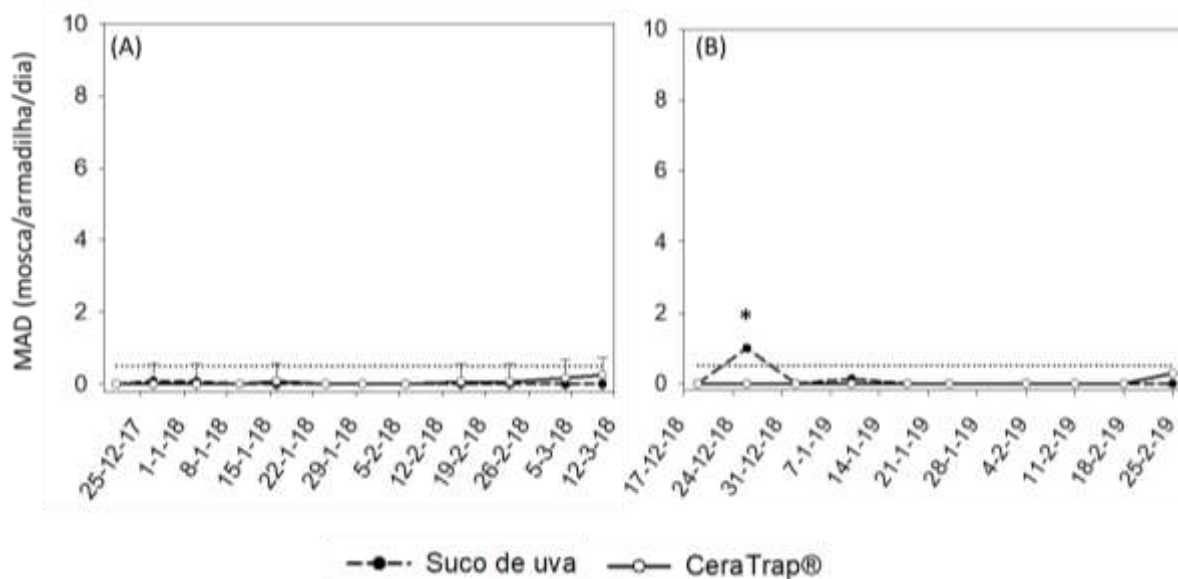


Figura 8. Número médio ($\pm$ erro padrão) de adultos de *A. fraterculus* capturados por armadilha por dia (MAD) em armadilhas de monitoramento McPhail iscadas com a proteína hidrolisada CeraTrap® e suco de uva a 25%, em área manejada com a captura massal, com cobertura de tela antigranizo (A3). (A) Safra 2017/2018. (B) Safra 2018/2019. Linhas pontilhadas indicam o nível de controle de 0,5 MAD. *médias significativamente diferentes pelo teste de t (LSD) ao nível de 5% de significância. Vacaria, RS.

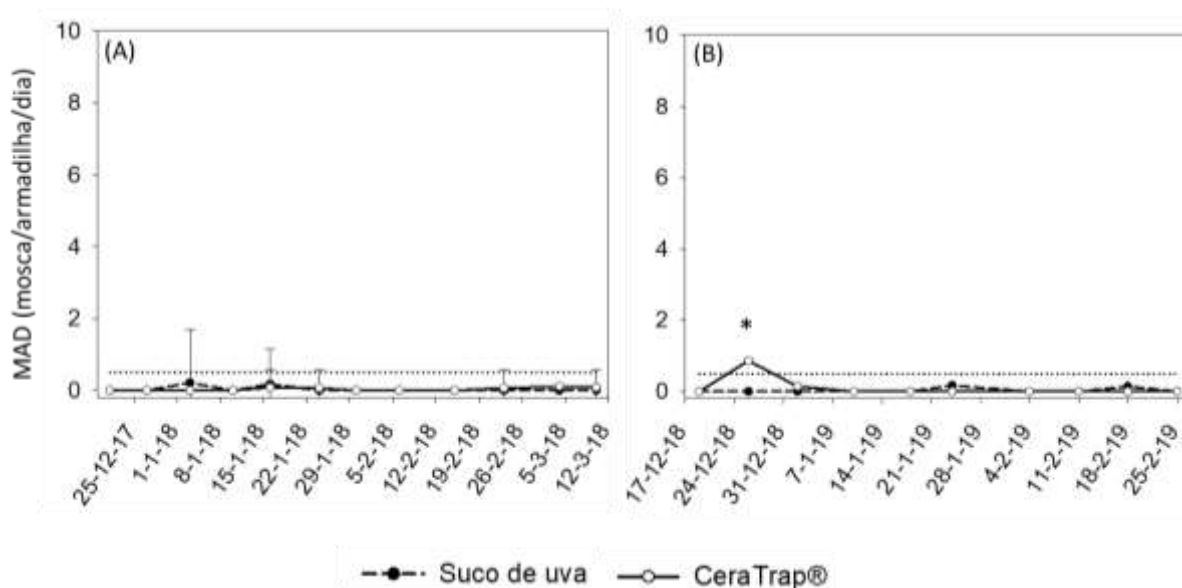


Figura 9. Número médio ($\pm$ erro padrão) de adultos de *A. fraterculus* capturados por armadilha por dia (MAD) em armadilhas de monitoramento McPhail iscadas com a proteína hidrolisada CeraTrap® e suco de uva a 25%, em área com manejo convencional, com cobertura de tela antigranizo (A4). (A) Safra 2017/2018. (B) Safra 2018/2019. Linhas pontilhadas indicam o nível de controle de 0,5 MAD. *médias significativamente diferentes pelo teste de t (LSD) ao nível de 5% de significância. Vacaria, RS.

2.3.2 Avaliação de danos em frutos de maçã ocasionados por *A. fraterculus*

Na safra 2017/2018, o emprego da captura massal, na área cultivada sem cobertura de tela antigranizo (A1), promoveu redução significativa ($F = 14,11$; $t > 0,05$) na porcentagem total de frutos danificados por adultos e larvas de *A. fraterculus* em comparação a área com manejo convencional (A2) (Figura 10). Contudo, nas avaliações realizadas na safra 2018/2019, a porcentagem total de frutos danificados na área conduzida com a captura massal (A1) não apresentou diferença significativa ($F = 19,11$; $t = 0,05$) em relação à área com o manejo convencional (A2) (Figura 10).

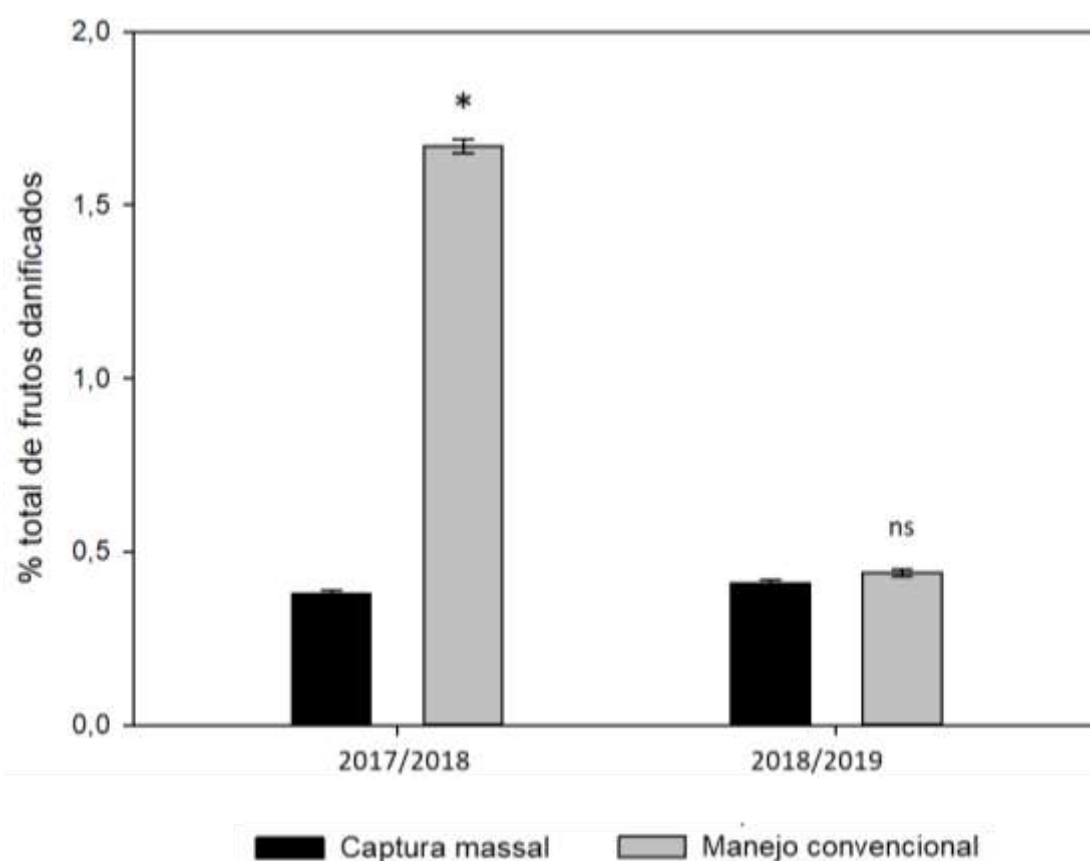


Figura 10. Porcentagem total ($\pm$ erro padrão) de frutos de maçã cultivar Royal Gala danificados durante o período de colheita por larvas de *A. fraterculus* em áreas submetidas à captura massal (A1) e manejo convencional (A2), cultivadas sem cobertura de tela antigranizo. *médias significativamente diferentes pelo teste de t (LSD) ao nível de 5% de significância. ns: não significativo pelo teste de t (LSD) ao nível de 5% de significância. Vacaria, RS.

Nas áreas cultivadas sob cobertura de tela antigranizo (A3 e A4), não foi encontrada diferença significativa na porcentagem total de frutos danificados por larvas de *A. fraterculus* na safra 2017/2018 ($F = 10,05$; $t = 0,05$) e na safra

2018/2019 ($F= 9,77$; $t= 0,05$) quando comparado à captura massal com a área de manejo convencional (Figura 11).

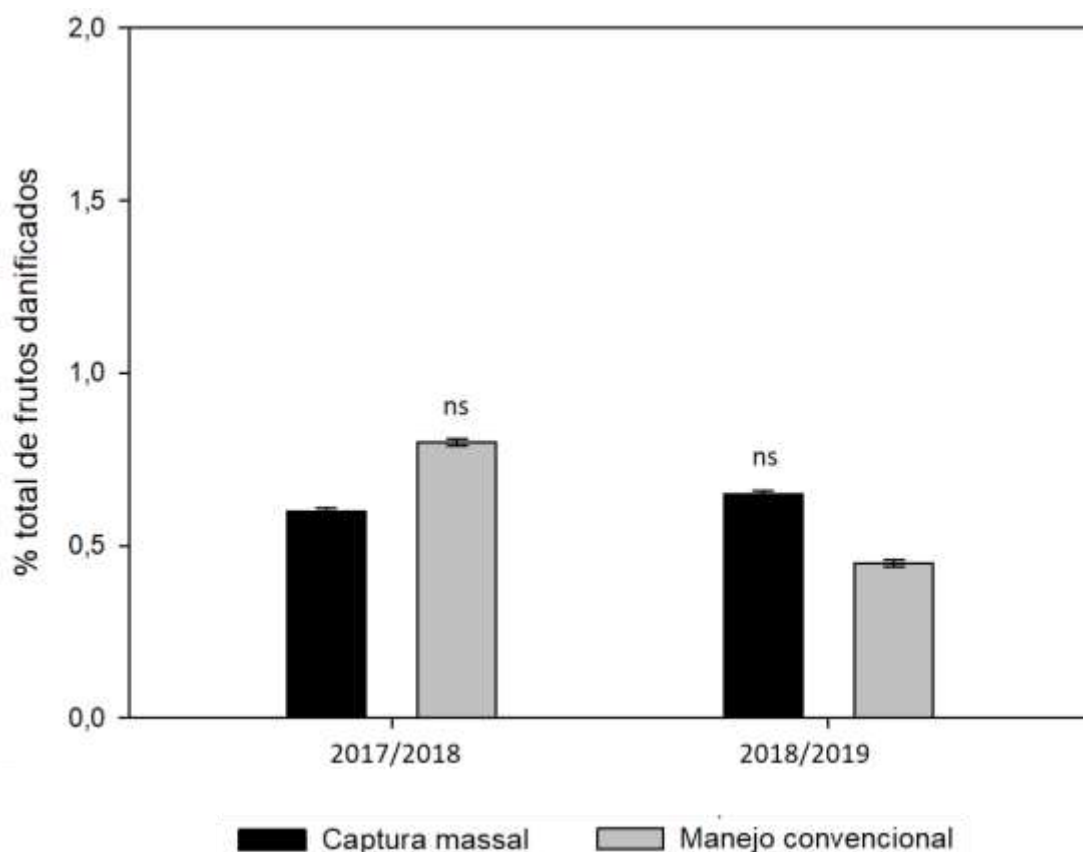


Figura 11. Porcentagem total ($\pm$ erro padrão) de frutos de maçã cultivar Brookfield® danificados durante o período de colheita por larvas de *A. fraterculus* em áreas submetidas à captura massal (A3) e manejo convencional (A4), cultivadas com cobertura de tela antigranizo. ns: não significativo pelo teste de t (LSD) ao nível de 5% de significância. Vacaria, RS.

2.3.3 Avaliação do número de adultos de *A. fraterculus* nas armadilhas de captura massal

Na safra 2017/2018 não foi possível realizar a contagem do número total de moscas capturadas nas armadilhas. Entretanto, na safra 2018/2019, na área sem cobertura de tela antigranizo (A1), foram capturados o total de 4023 (2225 fêmeas e 1798 machos) adultos de *A. fraterculus*, em 757 armadilhas de captura massal (média de 5,3 moscas/armadilha). Na área com proteção de tela antigranizo (A3) foram capturados 2219 moscas (1198 fêmeas e 1021 machos), em um total de 212 armadilhas (média de 10,5 moscas/armadilha). Quando avaliado a evaporação do atrativo após 107 dias de exposição no campo, foi verificada que na área sem cobertura de tela antigranizo (A1) ocorreu a evaporação média de 150,6mL do

líquido, e na área com cobertura (A2) a taxa de evaporação do atrativo foi de 136,2mL.

Com base nos mapas de infestação de adultos de *A. fraterculus* observa-se que as populações de mosca-das-frutas estavam distribuídas de forma uniforme em quase todas as armadilhas instaladas tanto na área A1 (Figura 12) quanto na área A3 (Figura 13).



Figura 12. Mapa de infestação de adultos de *A. fraterculus* em pomar de macieira cultivar Royal Gala, sem cobertura de tela antigranizo (A1), safra 2018/2019. Vacaria, RS. Composição utilizando imagem do Google Earth, 2019.

Fonte: STUPP, P.



Figura 13. Mapa de infestação de adultos de *A. fraterculus* em pomar de macieira cultivar Brookfield®, com cobertura de tela antigranizo (A3), safra 2018/2019. Vacaria, RS. Composição utilizando imagem do Google Earth, 2019.

Fonte: STUPP, P.

2.4 Discussão

Os resultados desse estudo demonstram que na área cultivada sem cobertura de tela antigranizo, a estratégia de captura massal utilizando armadilhas PET na densidade de 120 armadilhas/hectare, iscadas com a proteína hidrolisada CeraTrap®, foi eficaz em suprimir as populações de adultos de *A. fraterculus* no período de maturação e colheita dos frutos de maçãs (janeiro a março). Fato não verificado na área de manejo convencional com a aplicação de inseticidas, onde foi observada a ocorrência de *A. fraterculus* em níveis de controle (0,5 mosca/armadilha/dia) durante três semanas de avaliação em cada uma das safras avaliadas (2017/2018 e 2018/2019).

Frente a isso, para manter a densidade populacional abaixo do nível de controle, foram necessárias três pulverizações de inseticidas em cobertura (metidationa, acetamiprido + etofenproxi, e fosmete) na safra 2017/2018, e duas pulverizações sequenciais com o inseticida fosmete na safra 2018/2019. Em pomares de citros (*Citrus* spp.) na Tunísia, a estratégia da captura massal também promoveu a supressão da população de *C. capitata* no campo (JEMÂA *et al.*, 2010;

HAFSI *et al.*, 2019a). No Brasil, um estudo semelhante realizado na cultura da videira (*Vitis vinífera* L.), demonstrou que a captura massal em comparação à aplicação dos inseticidas fentona e azadiractina promoveu a supressão populacional de adultos de *A. fraterculus* durante três safras consecutivas (MACHOTA Jr., 2015). O autor salienta que, mesmo com a maturação e proximidade da colheita dos frutos, o emprego da técnica manteve as capturas nas armadilhas de monitoramento abaixo do nível de controle, evidenciando a eficácia da técnica como estratégia de manejo para a espécie (MACHOTA Jr., 2015).

Entretanto, nas áreas de cultivo com proteção de tela antigranizo, não foi observada diferença significativa na captura de adultos de *A. fraterculus* entre a área manejada com captura massal e manejo convencional. Com base na densidade populacional registrada na safra 2017/2018 e 2018/2019 em ambas as áreas, a pressão de adultos de *A. fraterculus* pôde ser considerada baixa, uma vez que o nível de controle foi atingido apenas uma vez nas duas safras avaliadas. Este fato tem demonstrado que a presença da tela antigranizo pode atuar como barreira física para a praga, reduzindo o nível de infestação. Esta resposta comportamental foi observada para *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) em pomares de macieira com a presença de tela antigranizo na Suíça (GRAF *et al.*, 1999) e Itália (TASIN *et al.*, 2008).

Ao comparar a captura de adultos de *A. fraterculus* em armadilhas de monitoramento utilizando suco de uva a 25% e a proteína hidrolisada CeraTrap[®], foi verificado que o suco de uva apresentou maior captura de insetos apenas durante a fase de crescimento dos frutos de maçã (meses de dezembro a início de janeiro) nas áreas de captura massal sem cobertura de tela antigranizo (safra 2017/2018 e 2018/2019). Essas diferenças na captura de adultos de *A. fraterculus* em função do estágio de desenvolvimento dos frutos já foram relatadas em pomares de pessegueiro, goiabeira (*Psidium guajava* L.) (JAHNKE *et al.*, 2014), macieira (TEIXEIRA *et al.*, 2010; NUNES *et al.*, 2013), e em pomar de feijoa (*Acca sellowiana* Burret) (ROSA *et al.*, 2017a). A maior captura de insetos utilizando suco de uva pode estar associada à ausência de compostos voláteis presentes nos frutos de maçã em crescimento (ARGENTA *et al.*, 1995; STANGER *et al.*, 2013), permitindo que os adultos de *A. fraterculus* apresentassem maior procura pelos odores liberados pelo suco de uva, promovendo, conseqüentemente, maiores capturas no atrativo (ROSA *et al.*, 2017a).

Entretanto, durante o período de maturação e colheita da macieira (período de maior suscetibilidade dos frutos a infestação da praga) (SANTOS *et al.*, 2015b), foi verificado menor captura de insetos nas armadilhas de monitoramento contendo suco de uva a 25%, e maior captura de adultos nas armadilhas iscadas com o CeraTrap[®]. Em hipótese, os compostos voláteis que são liberados pelas frutas em maturação competem com os odores liberados nas armadilhas contendo suco de uva, à exemplo do verificado para fêmeas *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (CORNELIUS *et al.*, 2000). Desta forma, falhas no monitoramento com o suco de uva podem ser obtidas, resultando em frutos danificados mesmo sem a ocorrência de captura de moscas-das-frutas nas armadilhas de monitoramento (FORMOLO *et al.*, 2011; ZUANAZZI, 2012). Como consequência, essas falhas prejudicam a adoção da prática do monitoramento, porque os produtores perdem a confiança de que essa técnica detecta adequadamente a infestação de populações de *A. fraterculus* nos pomares (BOTTON *et al.*, 2012).

O fato da estratégia de captura massal promover a supressão populacional de adultos de *A. fraterculus* nas áreas de estudo fez com que houvesse menor porcentagem de frutos danificados. Sendo assim, os danos nos frutos com o emprego da captura massal na área com e sem cobertura de tela antigranizo foram de aproximadamente 0,7 a 0,4%, respectivamente, para ambas as safras estudadas. Em contraste, na área com o emprego do manejo convencional os danos variaram de 0,8 a 1,7% na safra 2017/2018 e 0,5 a 0,4% na safra 2018/2019.

Embora a porcentagem de frutos danificados tenha sido semelhante ao manejo convencional, a captura massal pode ser considerada uma alternativa ao emprego de inseticidas de amplo espectro, uma vez que seu uso para o manejo da praga não deixa resíduos tóxicos nas frutas (HAFSI *et al.*, 2015). Ao contrário dos organofosforados, que se caracterizam por apresentarem elevado período de carência (entre 7 a 21 dias) e, conseqüentemente, podem deixar níveis de inseticidas nas frutas acima do limite permitido (SCOZ *et al.*, 2004; PARA, 2016; ARIOLI *et al.*, 2018). Além disso, a captura massal é mais segura para os trabalhadores e o meio ambiente (HAFSI *et al.*, 2019b), e o uso da estratégia minimiza os impactos sobre organismos não-alvo, incluindo insetos polinizadores e inimigos naturais (VILLALOBOS *et al.*, 2017; MACHOTA Jr, 2015; HAFSI *et al.*, 2019b). Insetos benéficos que são diretamente afetados pelos inseticidas

organofosforados quando na utilização em aplicação em área total ou em formulações de iscas tóxicas (FERREIRA *et al.*, 2006; BERNARDI *et al.*, 2019; PADILHA *et al.*, 2019).

Contudo, alguns autores ressaltam que dependendo da densidade de armadilhas utilizadas (<50 armadilhas por ha, por exemplo), a captura massal pode não ser eficaz na redução das populações de moscas-das-frutas, sugerindo-se o uso combinado da captura massal com aplicações complementares de inseticidas na forma de iscas tóxicas (LEZA *et al.*, 2008; BOULAHIA-KHEDER *et al.*, 2015), e/ou utilização de barreiras físicas como telas no entorno das áreas de produção (KAPATOS, 1989; MAU; JANG; VARGAS, 2007; JESSUP *et al.*, 2007; STAMPS, 2009). Além disso, pode ser realizada a readequação da densidade de armadilhas por área, porém, ressalta-se que o aumento na densidade de armadilhas (>110 por ha) implica em maiores custos sendo esse a principal limitação para o emprego da estratégia de forma ampla (LASA *et al.*, 2014a; SHELLY *et al.*, 2014; MACHOTA Jr, 2015; BOTTON *et al.*, 2017; MERTILUS *et al.*, 2017).

No presente trabalho, ao fazer uma análise de custos, foi estimado que para a estratégia de captura massal com o emprego de 120 armadilhas/ha, o custo total é de aproximadamente US\$ 210 por ha⁻¹ (taxa de câmbio de UU\$ 1,00 = R\$ 4,16). Este fato considerando um valor de mão de obra de US\$ 2,75/hora, com um tempo médio para a instalação e preparo das armadilhas de 6h por ha (total de US\$ 16,50/trabalhador); custos para aquisição e confecção das armadilhas a partir de garrafas PET (US\$ 0,17 a 0,23/armadilha) (total de US\$ 27,7), e o custo da proteína hidrolisada CeraTrap[®], comercializada no mercado brasileiro a US\$ 4,06/L (total de US\$ 166,46 correspondente a 41L utilizados). Esses valores foram próximos ao encontrados por SANTOS-RAMOS *et al.* (2011) no México. Para tanto, os autores concluíram que para o manejo de *Anastrepha* spp. com a estratégia de captura massal o custo total foi de aproximadamente US\$170-190 por ha⁻¹ utilizando 100 armadilhas por hectare (SANTOS-RAMOS *et al.*, 2011). Entretanto, para o manejo convencional com a utilização de três aplicações de inseticidas (metidationa, fosmete e acetamiprido + etofenproxi), foi verificado durante a safra 2017/2018 que o custo total por hectare foi de aproximadamente US\$ 240 por ha⁻¹. Enquanto que na safra 2018/2019 o custo estimado foi de US\$ 170 por ha⁻¹, uma vez que foram realizadas duas aplicações com o inseticida fosmete.

Os custos da captura massal também foram estimados em trabalhos conduzidos na Tunísia sobre populações de *C. capitata* em cultivos de citros. Utilizando 50 armadilhas por ha, iscadas com a proteína hidrolisada CeraTrap[®] foi obtido um custo de aproximadamente US\$ 150 ha⁻¹ (US\$ 3,06 para o conjunto armadilha comercial de CeraTrap[®] + atrativo), e o custo de três aplicações em cobertura com o inseticida espinosade foi de US\$110 ha⁻¹ (HAFSI *et al.*, 2019a). Embora o custo da captura massal tenha sido mais elevado que o controle químico, o emprego da técnica promoveu uma redução na porcentagem de frutos de citros infestados na ordem de 40%, justificando seu uso (HAFSI *et al.*, 2019a).

Para este fim, o aumento na viabilidade da captura massal pode ser alcançado através do uso de armadilhas de baixo custo, como as garrafas PET (LASA *et al.*, 2014a; MACHOTA JR, 2015). Assim como, com o uso de atrativos estáveis por longos períodos de tempo, como ocorre com a proteína hidrolisada CeraTrap[®], que mantém a eficácia por até 60 dias em condições de campo, o que diminui a necessidade de reposição frequente dos atrativos e, conseqüentemente, reduz a necessidade de mão-de-obra (MACHOTA JR, 2015; BORTOLI *et al.*, 2016; BOTTON *et al.*, 2017).

Nesse estudo, foi verificado que as armadilhas PET após dois anos consecutivos no campo ainda permaneceram em condições de uso para uma próxima safra. Além disso, através da avaliação do volume final de atrativo nas armadilhas previamente identificadas, foi verificado que na área com e sem cobertura de tela antigranizo ocorreu a evaporação média de aproximadamente 136,2mL (45%) e 150,6mL (50%) do volume inicial do CeraTrap[®], respectivamente, durante o período de 107 dias de exposição do atrativo no campo, na safra 2018/2019.

Esta diferença de evaporação do atrativo entre os dois sistemas de cultivos (com e sem cobertura de tela antigranizo) pode ser atribuída às condições climáticas nas áreas, visto que estudos indicam que o uso da tela pode promover uma redução em até 3°C na temperatura diurna em dias quentes (IGLESIAS; ALEGRE, 2006), além de reduzir a velocidade do vento em 9% (TANNY *et al.*, 2009) e aumentar em 6% a 15% a umidade relativa do ar no interior do pomar (MIDDLETON; McWATERS, 2002). Sendo assim, é de suma importância levar em consideração as condições ambientais onde a estratégia esta sendo empregada, para que o volume do atrativo alimentar seja mantido em um nível adequado, uma

vez que o líquido serve tanto como atrativo quanto como agente letal de mortalidade dos insetos capturados (LASA *et al.*, 2014a ; NAVARRO-LLOPIS; VACAS, 2014).

Com base nos resultados obtidos durante duas safras consecutivas (2017/2018 e 2018/2019), verificou-se que a estratégia de captura massal com a utilização do atrativo alimentar CeraTrap[®], demonstrou ser uma ferramenta promissora para minimizar ou evitar o uso de inseticidas químicos nos pomares de macieira para o manejo de *A. fraterculus*. Entretanto, trabalhos futuros deverão ser desenvolvidos buscando ajustar a densidade de armadilhas a áreas cultivadas com cobertura de tela antigranizo, ampliando dessa forma a viabilidade da técnica.

3 Considerações finais

A captura massal é eficiente na supressão populacional de adultos de *A. fraterculus* em pomares de macieira com e sem cobertura de tela antigranizo.

A proteína hidrolisada CeraTrap[®] é mais eficiente para o monitoramento populacional de adultos de *A. fraterculus* durante os períodos maturação e colheita dos frutos.

O suco de uva é mais eficiente para o monitoramento populacional de adultos de *A. fraterculus* durante o período de crescimento dos frutos (dezembro a início de janeiro).

A presença de tela antigranizo reduz a infestação de adultos de *A. fraterculus* nos pomares de macieira.

A estratégia de captura massal é equivalente ao manejo com inseticidas químicos em cobertura na redução da porcentagem de frutos danificados por *A. fraterculus* em pomares comerciais de macieira.

Referências

ALEMANY, A.; MIRANDA, M. A.; ALONSO, R.; MARTÍN ESCORZA, C. Efficacy of *C. capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) female mass trapping. Edge-effect and pest multiplier role of unmanaged fruit hosts. **Boletín de Sanidad Vegetal y Plagas**, v. 30, n. 1, p. 255-264, 2004.

AMARANTE, C. V. T.; STEFENS, C. A.; MIQUELOTO, A.; ZANARDI, O. Z.; SANTOS, H. P. Disponibilidade de luz em macieiras 'Fuji' cobertas com telas antigranizo e seus efeitos sobre a fotossíntese, o rendimento e a qualidade dos frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 3, p. 664-670, 2009.

ARGENTA, L. C.; BENDER, R. J.; KREUS, C. L.; MONDARDO, M. Padrões de maturação e índice de colheita de maçãs cvs. Gala, Golden Delicious e Fuji. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 10, p. 1259-1266, 1995.

ARIOLI, C. J.; BOTTON, M.; MACHOTA, R, Jr.; NUNES, M. Z.; ROSA, J. M. da. Novas ferramentas para monitoramento e controle massal de mosca-das-frutas. **Synergismus Scyentifica**, v. 13, n. 1, p. 15-20, 2018.

ASFERS, A.; JOUTEI, A. B.; BOUGHADAD, A.; BLENZAR, A.; LAHLALI, R.; HOUSSA, A. D. A. Comparative efficacy of mass trapping and attract-and-kill technique in the control of medfly (*Ceratitis capitata*, Wiedemann) in Central Moroccan peach orchards. **Journal Pesticides and Phytomedicine**, v. 33, n. 1, p. 53-63, 2018.

AZEVEDO, F. R.; GURGEL, L. S.; SANTOS, M. L. L.; SILVA, F. B.; MOURA, M. A. R.; NERE, D. R. Eficácia de armadilhas e atrativos alimentares alternativos na captura de moscas-das-frutas em pomar de goiaba. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 79, n. 3, p. 343-352, 2012.

BARBOSA-NEGRISOLI, C. R. C.; GARCIA, M. S.; DOLINSKI, C.; NEGRISOLI-JR, A. S.; BERNARDI, D.; NAVA, D. E. Efficacy of indigenous entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Heterorhabditidae, Steinernematidae), from Rio Grande do Sul Brazil, against *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) in peach orchards. **Journal Invertebrate Pathology**, v. 102, n. 1, p. 6-13, 2009.

BERNARDI, D.; NONDILLO, A.; BARONIO, C. A.; BORTOLI, L. C.; MACHOTA JR. R.; TREPTOW, R. C. B.; GEISLER, F. C. S.; NEITZKE, C. G.; NAVA, D. E.; BOTTON, M. Side effects of toxic bait formulations on *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae). **Scientific Reports**, v. 9, n. 12550, p. 1-8, 2019.

BIOIBÉRICA – Bioibérica S.A. **CeraTrap®**. 2015. Disponível em: <https://www.bioiberica.com/plant-health/biological-attractants-1/cera-trap-1/> Acesso em: 14 mar 2019.

BORTOLI, Lígia Caroline. **Interações tritróficas entre moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae), seus hospedeiros e parasitoides (Hymenoptera) e avaliação de atrativos para monitoramento na Região da Serra Gaúcha, RS**. 2014. 90f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

BORTOLI, L. C.; MACHOTA, R. Jr.; GARCIA, F. R. M.; BOTTON, M. Evaluation of food lures for fruit flies (Diptera: Tephritidae) captured in a citrus orchard of the Serra Gaúcha. **Florida Entomologist**, v. 99, n. 3, p. 381–384, 2016.

BOTTON, M.; MACHOTA R. J.; NAVA, D. E.; ARIOLI, C. J. Novas alternativas para o monitoramento e controle de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) na fruticultura de clima temperado. In: XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2012, Bento Gonçalves. **Anais...Bento Gonçalves**, 2012. p. 1-14.

BOTTON, M.; ARIOLI, C. J.; MACHOTA JUNIOR, R.; NUNES, M. Z.; ROSA, J. M. Moscas-das-frutas na fruticultura de clima temperado: situação atual e perspectivas de controle através do emprego de novas formulações de iscas tóxicas e da captura massal. **Agropecuária Catarinense**, v. 29, n. 2, p. 103-107, 2016.

BOTTON, M.; MACHOTA JUNIOR, R.; BORTOLI, L. C.; FRIGHETTO, J. M. **Captura massal da mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) como estratégia para a supressão populacional em cultivo protegido de uva fina de mesa**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2017. (Circular Técnica 136).

BOULAHIA-KHEDER, S.; CHAAABANE-BOUJNAH, H.; BOURATBINE, M.; REZGUI, S. IPM based on mass trapping systems: a control solution for *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) in organic citrus orchard of Tunisia. **Research Journal of Agriculture and Environmental Management**, v. 4, n.10, p. 459-469, 2015.

BRANCO, E. S.; DENARDI, F.; VENDRAMIM, J. D.; NORA, I. Preferência para oviposição da moscas-das-frutas *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) em genótipos de macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 21, n. 2, p. 216-221, 1999.

CASTROVILLO, P. J.; CARDÉ, R. T.; Male codling moth (*Laspeyresia pomonella*) orientation to visual cues in the presence of pheromone and sequences of courtship

behaviors. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 73, n. 1, p. 100–105, 1980.

CORNELIUS, M. L.; DUAN, J. J.; MESSING, R. H. Volatile host fruit odors as attractants for the oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae). **Journal Economic Entomology**, v. 93, n. 1, p. 93–100, 2000.

DENARDI, F.; KVITSCHAL, M. V.; HAWERROTH, M. C. A brief history of the forty-five years of the Epagri apple breeding program in Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 19, n. 3, p. 347-355, 2019.

DIAS, N. P.; ZOTTI, M. J.; MONTOYA, P.; CARVALHO, I. R.; NAVA, D. E. Fruit fly management research: A systematic review of monitoring and control tactics in the world. **Crop Protection**, v. 112, n. 187, p. 187-200, 2018.

EL-SAYED, A. M.; SUCKLING, D.M.; WEARING, C. H.; BYERS, J. A.; JANG, E. B.; WEARING, C. H. Potential of mass trapping for long-term pest management and eradication of invasive species. **Journal of Economic Entomology**, v. 99, n. 1, p. 1550-1564, 2006.

EPSKY, N. D.; KENDRA, P. E.; SCHNELL, E. Q. History and development of food based attractants. In: SHELLY, T.; EPSKY, N.; JANG, E. B.; REYES-FLORES, J.; VARGAS, R. (Eds.). **Trapping and the Detection, Control, and Regulation of Tephritid Fruit Flies: Lures, Area-Wide Programs, and Trade Implications**. Springer: Dordrecht, 2014. p. 75-118.

FERREIRA, A. J.; CARVALHO, G. A.; BOTTON, M.; LASMAR, O. Selectivity of insecticides used in apple orchards to two populations of *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 378-384, 2006.

FLORES, S.; GÓMEZ, E.; CAMPOS, S.; GÁLVEZ, F.; TOLEDO, J.; LIEDO, P.; PEREIRA, R.; MONTOYA, P. Evaluation of mass trapping and bait stations to control *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) fruit flies in mango orchards of Chiapas, Mexico. **Florida Entomologist**, v. 100, n. 2, p. 358-365, 2017.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED STATES - FAO/FAOSTAT, 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/PP>. Acesso em: 02 mar de 2019.

FORMOLO, R.; RUFATO, L.; BOTTON, M.; MACHOTA JR., R. Diagnóstico da área cultivada com uva fina de mesa (*Vitis vinifera* L.) sob cobertura plástica e do manejo de pragas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 1, p. 103-110, 2011.

GINEGAR POLYSAC, 2019. Disponível em: <https://www.ginegar.com.br/gsr/jornal-fs-edicao-01-jun-2018.pdf>. Acesso em: 20 fev de 2020.

GRAF, B.; HÖPLI, H.; RAUSCHER, S.; HÖHN, H. Hail nets influence the migratory behaviour of codling moth and leaf roller. **Obst und Weinbau**, v. 135, n. 12, p. 289-292, 1999.

GREGÓRIO, P. L. F.; SANT'ANA, J.; REDAELLI, L. R.; IDALGO, T. D. N. The influence of prior experience with artificial fruits on the ovipositioning behavior of *Anastrepha fraterculus* (Diptera, Tephritidae). **Iheringia, Série Zoologia**, v. 102, n. 2, p. 138-141, 2012.

HAFSI, A.; RAHMOUNI, R.; OTHMAN, S. B.; ABBES, K.; ELIMEM, M.; CHERMITI, B. Mass trapping and bait station techniques as alternative methods for IPM of *Ceratitis capitata* Wiedmann (Diptera: Tephritidae) in citrus orchards. **Oriental Insects**, v. 53, n. 3, p. 1-14, 2019a.

HAFSI, A.; ABBES, K.; HARBI, A.; CHERMITI, B. Field efficacy of commercial food attractants for *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) mass trapping and their impacts on non-target organisms in peach orchards. **Crop Protection**, v. 128, n. 104989 p. 1-8, 2020.

HARTER, W. R.; BOTTON, M.; NAVA, D. E.; GRÜTZMACHER, A. D.; GONÇALVES, R. S.; MACHOTA, R. JR.; BERNARDI, D.; ZANARDI, O. Z. Toxicities and residual effects of toxic baits containing spinosad or malathion to control the adult *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae). **Florida Entomologist**, v. 98, n. 1, p. 202-208, 2015.

HAWERROTH, F. J.; MACEDO, C. K. B.; MAGRIN, F. P.; MAUTA, D. S.; COSER, G. M. A. G. Manejo de pomares sob telas antigranizo. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 15., 2017, Fraiburgo. **Anais...** Fraiburgo, 2017. p. 53 – 57.

HENDRICH, J.; PROKOPY, R. J. Food foraging behavior of frugivorous fruit flies. In: CALKINS, C. O.; KLASSEN, W.; LIEDO, P. (Eds.). **Fruit Flies and the Sterile Insect Technique**. CRP Press: Boca Raton, 1994, p. 37–55.

HERRERA, F.; MIRANDA, E.; GOMEZ, E.; PRESA-PARRA, E.; LASA, R. Comparison of hydrolyzed protein baits and various grape juice products as attractants for *Anastrepha* Fruit Flies (Diptera: Tephritidae). **Journal Economic Entomology**, v. 109, n. 1, p. 161–166, 2015.

HICKEL, E. R. **Pragas das fruteiras de clima temperado no Brasil: Guia para o manejo integrado de pragas**. Epagri, Florianópolis, SC, Brasil, 2008.

HICKEL, E. R.; DUCROQUET, J. P. H. J. Ocorrência de mosca-das-frutas *Anastrepha fraterculus* (Wied.) em frutas de goiabeira-serrana. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 23, p. 311–315, 1994.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017. **Levantamento sistemático da produção agrícola - LASPA**. Sistema IBGE de Recuperação Automática. Disponível em: www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-

pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html?=&t=resultados Acesso em: 10 jul 2019.

IGLESIAS, I.; ALEGRE, S. The effect of anti-hail nets on fruit protection, radiation, temperature, quality and profitability of 'Mondial Gala' apples. **Journal of Applied Horticulture**, v. 8, n. 2, p. 91-100, 2006.

JAHNKE, S. M.; REYES, C. P.; REDAELLI, L. R. Influência da fase de maturação de pêssegos e goiabas na atratividade de iscas para *Anastrepha fraterculus*. **Científica**, v. 42, n. 1, p. 134-142, 2014.

JEMÂA, J. M. B.; BACHROUCH, O.; ALLIMI, E.; DHOUIBI, M. H. Field evaluation of Mediterranean fruit fly mass trapping with Tripack® as alternative to malathion bait spraying in citrus orchards. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 8, n. 2, p. 400-408, 2010.

JESSUP, A. J.; DOMINIAK, B.; WOODS, B.; DE LIMA, C. P. F.; TOMKINS, A.; SMALLRIDGE, C. J. Area-wide management of fruit flies in Australia. In: REYSEN, M. J. B.; ROBINSON, A. S.; HENDRICH, J. (Eds.). **Area-Wide Control of Insect Pests: From Research to Field Implementation**. Dordrecht: Springer, 2007. p.685- 697.

KAPATOS, E. T. Integrated pest management systems of *Dacus oleae*. In: ROBINSON, A. S.; HOOPER, G. (Eds.). **Fruit Flies: Their biology, Natural Enemies and Control**. Amsterdam: Elsevier, 1989. p. 391-398.

KOULOSSIS, N.; PAPADOPOULOS, N.; IOANNOU, C.; DAMOS, P.; KOVEOS, D.; BEMPELOU, E.; MAVRAGANIS, V. First results on mass trapping of *Ceratitis capitata* using the new attractant Biodelear. **IOBC-WPRS Bulletin**, v. 123, n. 1, p. 39-42, 2017.

KOVALESKI, A. **Processos adaptativos na colonização da maçã (*Malus domestica*) por *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) na Região de Vacaria, RS**. 122f. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

KOVALESKI, A.; SUGAYAMA, R. L.; MALAVASI, A. Movement of *Anastrepha fraterculus* from native breeding sites into apple orchards in Southern Brazil. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 91, p. 457-463, 1999.

KOVALESKI, A.; RIBEIRO, L. G. **Manejo de pragas na produção integrada de maçã**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2002. (Circular Técnica, 34).

KOVALESKI, A.; RIBEIRO, L. G. Manejo de pragas na produção integrada de maçã, p. 61-76. In: PROTAS, J. F. S.; SANHUEZA, R. M. V. **Produção integrada de frutas: o caso da maçã no Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003, 90p.

KOVALESKI, A.; RIBEIRO, L.G. Características e controle das pragas na produção integrada de maçã. In: SANHUEZA, R.M.V.; PROTAS, J.F.S.; FREIRE, J.M. (Eds.).

Manejo da macieira no sistema de produção integrada de frutas. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. 2006, p. 61-68.

LANZAVECCHIA, S. B.; JURI, M.; BONOMI, A.; GOMULSKI, L.; SCANNAPIECO, A. C.; SEGURA, D. F.; MALACRIDA, A.; CLADERA, J. L.; GASPERI, G. Microsatellite markers from the ' South American fruit fly ' *Anastrepha fraterculus* : a valuable tool for population genetic analysis and SIT applications. **BMC Genetics**, v. 15, n. 2, p. 2-13, 2014.

LASA, R.; ORTEGA, R.; RULL, J. Towards development of a mass trapping device for Mexican fruit fly *Anastrepha ludens* (Diptera : Tephritidae) control. **Florida Entomologist**, v. 96, n. 3, p. 1135–1142, 2013.

LASA, R.; CRUZ, A. Efficacy of new commercial traps and the lure Ceratrap® against *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae). **Florida Entomologist**, v. 97, n. 4, p. 1369-1377, 2014.

LASA, R.; TOXTEGA, Y.; HERRERA, F.; CRUZ, A.; NAVARRETE, M. A.; ANTONIO, S. Inexpensive traps for use in mass trapping *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae). **Florida Entomologist**, v. 97, n. 1, p. 1123-1130, 2014a.

LASA, R.; VELÁZQUEZ, O. E.; ORTEGA, R.; ACOSTA, E. Efficacy of commercial traps and food odor attractants for mass trapping the Mexican fruit fly *Anastrepha ludens*. **Journal of Economic Entomology**, v. 107, n. 1, p. 198-205, 2014b.

LASA, R.; HERRERA, F.; MIRANDA, E.; GOMEZ, E.; ANTONIO, S.; ALUJA, M. Economic and highly effective trap–lure combination to monitor the Mexican fruit fly (Diptera: Tephritidae) at the orchard level. **Journal of Economic Entomology**, v. 108, n. 4, p. 1637–1645, 2015.

LEITE, G. B.; PETRI, J. L.; MONDARDO, M. Efeito da tela antigranizo em algumas características dos frutos de macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 714- 716, 2002.

LEZA, M.; JUAN, A.; CAPLLONCH, M.; ALEMANY, A. Female-biased mass trapping vs. bait application techniques against the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). **Journal of Applied Entomology**, v. 132, n. 1, p. 753–761, 2008.

LORENZATO, D. Eficiência de frascos e atrativos no monitoramento e combate de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* e *Ceratitis capitata*. **Agronomia Sul Rio Grandense**, v. 20, n. 2, p. 45-62, 1984.

MACHOTA JUNIOR, R. **Avaliação de armadilhas e atrativos para o monitoramento e captura massal de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera:Tephritidae) na cultura da videira.** 2015. 132 p. Tese (Doutorado em Fitossanidade) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

MAGNABOSCO, A.L. **Influência de fatores físicos e químicos de maçãs, cv. Gala, no ataque e desenvolvimento larval de *Anastrepha fraterculus* (Wied.,**

1830) (Diptera:Tephritidae). 1994. 95 p. Tese (Doutorado em Fitossanidade) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1994.

MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A.; SUGAYAMA, R. L. Biogeografia.
In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de Importância Econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado.** Holos: Ribeirão Preto, 2000. p. 93-98.

MARTÍNEZ-FERRER, M. T.; CAMPOS, J. M.; FIBLA, J. M. Field efficacy of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) mass trapping technique on clementine groves in Spain. **Journal of Applied Entomology**, v. 136, n. 1, p. 181-190, 2012.

MAU, R. F. L.; JANG, E. B.; VARGAS, R. I. The Hawaii area-wide fruit fly pest management programme: influence of partnerships and a good education programme. In: VREYSEN, M. J. B.; ROBINSON, A. S.; HENDRICH, J. (Eds.). **Area-wide control of insect pests.** Vienna: Springer, 2007.

MERTILUS, F.; PENA, J.; RING, D.; SCHOWALTER, T. Inexpensive artisanal traps for mass trapping fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Haiti. **Florida Entomologist**, v. 100, n. 2, p. 390–395, 2017.

MENDONÇA, M. C.; NASCIMENTO, A. S.; MELO, A. S. Eficiência de atratividade da isca fotoativa para moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae). **Revista Ciência Agronômica**, v. 34, n. 2, p. 147–152, 2003.

MIDDLETON, S.; McWATERS, A. Hail netting of apple orchards: Australian experience. **Compact Fruit Tree**, v. 35, n. 2, p. 51-55, 2002.

MULLER, C.; ARIOLI, C. J.; MASCARO, F. A.; BOTTON, M.; LOPES, J.R.S. Pragas da ameixeira no Brasil. In: RUFATO, L.; PELIZZA, T. R.; KRETZSCHMAR, A. A. (Eds.). **A cultura da ameixeira.** Udesc, Florianópolis, 2013. p. 69–110.

NASCIMENTO, A. S.; CARVALHO, R. S.; MALAVASI, A. Monitoramento populacional. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de Importância Econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado.** Ribeirão Preto: Holos, 2000. p.109-112.

NAVA, D.E.; BOTTON, M. **Bioecologia e controle de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* em pessegueiro.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 29p. (Documento, 315).

NAVARRO-LLOPIS, V.; ALFARO, F.; DOMÍNGUEZ, J.; SANCHÍS, J.; PRIMO, J. Evaluation of traps and lures for mass trapping of Mediterranean fruit fly in citrus groves. **Journal of Economic Entomology**, v. 101, n. 1, p. 26-131, 2008.

NAVARRO-LLOPIS, V.; VACAS, S.; SANCHIS, J.; PRIMO, J.; ALFARO, C. Chemosterilant bait stations coupled with Sterile Insect Technique: an integrated strategy to control the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 104, n. 5, p. 1647-1655, 2011.

NAVARRO-LLOPIS, V.; PRIMO, J.; VACAS, S. Efficacy of attract-and-kill devices for the control of *Ceratitis capitata*. **Pest Management Science**, v. 69, n. 4, p. 478–482, 2012.

NAVARRO-LLOPIS, V.; PRIMO, J.; VACAS, S. Bait station devices can improve mass trapping performance for the control of the Mediterranean fruit fly. **Pest Management Science**, v. 71, n. 7, p. 1-5, 2014.

NAVARRO-LLOPIS, V.; VACAS, S. Mass Trapping for Fruit Fly Control. In: SHELLY, T.; EPSKY, N.; JANG, E. B.; REYES-FLORES, J.; VARGAS, R. I. (Eds.) **Trapping and the Detection, Control, and Regulation of Tephritid Fruit Flies: Lures, Area-Wide Programs, and Trade Implications**. Springer: Dordrecht, 2014. p.513-555.

NELDER, JÁ.; WEDDERBURN, R. W. M. Generalized Linear Models. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 135, n. 3 p. 370-384, 1972.

NORA, I.; HICKEL, E. R.; PRANDO, H. F. Moscas-das-frutas nos estados brasileiros: Santa Catarina. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p. 271-276.

NORA, I.; HICKEL, E. Pragas da macieira: dípteros e lepidópteros. In: EPAGRI (Ed.). **A cultura da macieira**. Florianópolis: GMC/Epagri, 2006. p. 463-486.

NUNES, M. Z; SANTOS, R. S. S.; BOFF, M. I. C.; ROSA, J. M. Avaliação de atrativos alimentares na captura de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) em pomar de macieira. **Revista de la Facultad de Agronomía (La Plata)**, v. 112, n. 1, p. 91-96, 2013.

ORPELLA, M.; MARÍN, C. Sistema eficaz y ecológico para el control de la mosca de la fruta (*Ceratitis capitata*). **La Revista Profesional De Sanidad Vegetal**, v. 203, n. 12, p. 34–38, 2008.

PADILHA, A. C.; PIOVESAN, B.; MORAIS, M. C.; PAZINI, J. de B.; ZOTTI, M. J.; BOTTON, M.; GRÜTZMACHER, A. D. Toxicity of insecticides on Neotropical stingless bees *Plebeia emerina* (Fries) and *Tetragonisca fiebrigi* (Schwarz) (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). **Ecotoxicology**, v. 29, n. 1, p. 119-128, 2019.

PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; COUTO, M.; FRANCESCOTTO, P. Avanços na cultura da macieira no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 1, p. 48-56, 2011.

PETRI, J. L.; HAWERROTH, F. J.; FAZIO, G.; FRANCESCOTTO, P.; LEITE, G. B. Advances in fruit crop propagation in Brazil and worldwide – apple trees. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, n. 3, p. 1-14, 2019.

PINERO, J. C.; MAU, R. F.; MCQUATE, G. T.; VARGAS, R. I.; Novel bait stations for attract-and-kill of pestiferous fruit flies. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 133, n. 2, p. 105-116, 2009.

PIO, R.; SOUZA, F. B. M.; KALCSITS, L.; BISI, R. B.; FARIAS, D. H. Advances in the production of temperate fruits in the tropics. **Acta Scientiarum**, v. 41, n. 39549, p. 1-10, 2019.

RAGA, A.; VIEIRA, S. M. J. Atratividade de proteína hidrolisada de milho em mistura com bórax sobre moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em gaiolões de campo. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 82, n. 1, p. 1-8, 2015.

RDCT. 2012. R: A Language and Environment for Statistical Computing R Foundation for Statistical Computing, Vienna (Online:) <https://http://www.r-project.org/>.

REEVES, W. R.; MCGUIRE, M. K.; STOKES, M.; VICINI, J. L. Assessing the safety of pesticides in food: how current regulations protect human health. **Advances in Nutrition**, v. 10, n. 1, p. 80–88, 2019.

ROSA, J. M. D.; ARIOLI, C. J.; SANTOS, J.P.; MENEZES-NETTO, A. C.; BOTTON, M. Evaluation of Food Lures for Capture and Monitoring of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) on Temperate Fruit Trees. **Journal of Economic Entomology**, v. 110, n. 3, p. 995-1001, 2017a.

ROSA, J. M. da.; ARIOLI, C. J.; PADILHA, A. C.; AGOSTINETTO, L.; BOTTON, M. Effect of food lures for monitoring of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) in *Acca sellowiana* (Myrtaceae). **Revista Colombiana de Entomologia**, v. 43, n. 2, p. 201-207, 2017b.

ROESSLER, Y. Insecticidal bait and cover sprays. In: ROBINSON, A. S.; HOOPER, G. (Eds.). **Fruit flies, their Biology, Natural Enemies and Control**. Elsevier, Amsterdam. 1989, p. 329–336.

RUIZ, L.; FLORES, S.; CANCINO, J.; ARREDONDO, J.; VALLE, J.; DIAZ-FLEISCHER, F.; WILLIAMS, T. W. Lethal and sublethal effects of spinosad-based GF-120 bait on the tephritid parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae). **Biological Control**, v. 44, n. 3, p. 296–304, 2008.

SALLES, L. A. B. **Bioecologia e controle da mosca das frutas sul-americana**. EMBRAPA/CPACT, Pelotas. 1995. 58p. (Boletim, 1).

SALLES, L. A. B.; KOVALESKI, A. Inseticidas para controle da mosca-das-frutas. **Horti Sul**, v. 1, n. 1, p. 10-11, 1990.

SANTOS, J. P. dos.; REDAELLI, L. R.; SANT'ANA, J.; HICKEL, E. R. Preferencia de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) en variedade comerciales de manzanas verdes (Santa Catarina, Brasil). **Revista Colombiana de Entomologia**, v. 41, n. 2, p. 270-274, 2015a.

SANTOS, J. P. dos.; REDAELLI, L. R.; SANT'ANA, J.; HICKEL, E. R. Suscetibilidade de genótipos de macieira a *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) em diferentes condições de infestações. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 1, p. 90-95, 2015b.

SANTOS, J. P. dos.; REDAELLI, L. R.; SANT'ANA, J.; HICKEL, E. R. Flutuação populacional e estimativa do número de gerações de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) em pomar de macieira em Caçador, Santa Catarina, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 84, p. 1-7, 2017.

SANTOS-RAMOS, M. de los; PÉREZ, R. H.; SUBIRACHS, J. M. C.; ORDAZ, F. N.; SANTILLÁN, J. A. T.; RIVERA, A. B.; GARCÍA, D. F. L. An environmentally friendly alternative (MS2[®]-CeraTrap[®]) for control of fruit flies in Mexico. **Journal of Food, Agriculture and Environment**, v. 9, n. 3, p. 926-927, 2011.

SCOZ, P. L.; BOTTON, M.; GARCIA, M. S. Controle químico de *Anastrepha fraterculus* Wied (Diptera: Tephritidae) em laboratório. **Ciência Rural**, v. 34, n. 6, p.1689-1694, 2004.

SCOZ, P. L.; BOTTON, M.; GARCIA, M. S.; PASTORI, P. L. Avaliação de atrativos alimentares e armadilhas para o monitoramento de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann,1830) (Diptera: Tephritidae) na cultura do pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsh). **Idesia (Arica)**, v. 24, n. 2, p. 7-13, 2006.

SHELLY, T. E.; EPSKY, N.; JANG, E. B.; REYES-FLORES, J.; VARGAS, R. I. (Eds.). **Trapping and the detection, control, and regulation of Tephritid fruit flies: lures, area-wide programs and trade implications**. Dordrecht, Heidelberg, New York, London: Springer, 2014. 643p.

SOLOMAKHIN, A.; BLANKE, M. M. Coloured hail nets alter light transmission, spectra and phytochrome, as well as vegetative growth, leaf chlorophyll and photosynthesis and reduce flower induction of apple. **Plant Growth Regulation**, v. 56, n. 3, p. 211-218, 2008.

SUGAYAMA, R. L.; BRANCO, E. S.; MALAVASI, A.; KOVALESKI, A.; NORA, I. Oviposition behavior of *Anastrepha fraterculus* in apple and diel pattern of activities in an apple orchard in Brazil. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 83, p. 239-245, 1997.

STAMPS, R. H. Use of colored shade netting in horticulture. **Hort Science**, v. 44, n. 2, p. 239-241, 2009.

STANGER, M. C.; ARGENTA, L. C.; STEFFENS, C. A.; AMARANTE, C. V. T. Estádio de maturação para o período ideal de colheita de maçãs 'Daiane' destinadas à armazenagem. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 4, p. 977-989, 2013.

TANNY, J.; COHEN, S.; GRAVA, A.; NAOR, A.; LUKYANOV, V. The effect of shading screens on microclimate of apple orchards. **Acta Horticulturae**, v. 807, n. 3, p. 103-108, 2009.

TASIN, M.; DEMARIA, D.; RYNE, C.; CESANO, A.; GALLIANO, A.; ANFORA, G.; IORIATTI, C.; ALMA, A. Effect of anti-hail nets on *Cydia pomonella* behavior in apple orchards. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 129, n. 1, p. 32–36, 2008.

TEIXEIRA, R.; RIBEIRO, L. G.; BOFF, M. I. C.; BOFF, P.; ZANARDI, O. Z. Atratividade de iscas alimentares comerciais para mosca-das-frutas em pomar de macieira. **Agropecuária Catarinense**, v. 23, n. 2, p. 84-88, 2010.

TEIXEIRA, R.; BOFF, M. I. C.; RIBEIRO, L. G.; BOFF, P. Bordadura de pomar e flutuação populacional de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) em sistema orgânico de produção de maçã. **Scientia Agraria**, v. 16, n. 1, p. 33-39, 2015.

URBANEJA, A.; CHUECA, P.; MONTÓN, H.; PASCUAL-RUIZ, S.; DEMBILIO, O.; VANACLOCHA, P.; ABAD-MOYANO, R.; PINA, T.; CASTAÑERA, P. Chemical alternatives to malathion for controlling *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae), and their side effects on natural enemies in Spanish citrus orchards. **Journal Economic Entomology**, v. 102, n. 1, p. 144–151, 2009.

VILLALOBOS, J.; FLORES, S.; LIEDO, P.; MALO, E. A. Mass trapping is as effective As ground bait sprays for the control of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) fruit flies in mango orchards. **Pest Management Science**, v. 73, n. 10, p. 1-26, 2017.

ZART, M.; FERNANDES, O. A.; BOTTON, M. **Bioecologia e controle de moscas-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) na cultura da videira**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2009. 8p. (Circular Técnica, 81).

ZUANAZZI, J. V. Mosca-das-frutas, em curto prazo um panorama sombrio. **Jornal da Fruta**, Lages, v. 1, n. 256, p. 20, 2012.